



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL  
ICTIOPLANCTON EN LA ZONA CENTRAL DEL PARQUE NACIONAL  
MOCHIMA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA  
(Modalidad: Tesis de Grado)

MARIANA ROSALYTH RONDÓN RAMOS

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2021

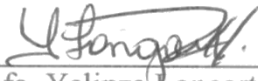
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL  
ICTIOPLANCTON EN LA ZONA CENTRAL DEL PARQUE NACIONAL  
MOCHIMA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

APROBADO POR:



---

Prof. Mariela Narváez  
Asesora



---

Prof. Yelipza Longart  
Jurado



---

Prof. Katiana Cedeño  
Jurado

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
LISTA DE TABLAS .....	III
LISTA DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN .....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	6
Área de estudio .....	6
Estaciones de muestreos .....	7
Recolección de muestras.....	8
Procesamiento de muestras e identificación taxonómica .....	9
Índices ecológicos.....	10
Abundancia relativa .....	10
Diversidad ( $H'$ ).....	10
Equitabilidad ( $J'$ ) .....	11
Riqueza .....	11
Componentes comunitarios o constancia (C) .....	11
Índice de dominancia (ID) .....	12
Índice de surgencia (IS) .....	12
Análisis estadísticos.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
Variables físico-químicas .....	15
Temperatura .....	15
Salinidad .....	18
Oxígeno disuelto .....	19
pH.....	20
Conductividad.....	21
Sólidos totales disueltos (TSD).....	24
Variables meteorológicas.....	26
Precipitación .....	26

Velocidad del viento .....	28
Índice de surgencia .....	29
Composición ictioplanctónica.....	30
Total de huevos capturados.....	30
Total de larvas capturadas.....	31
Ordenes más importantes.....	32
Familias y géneros más importantes .....	33
Abundancia relativa .....	35
Número de especies .....	36
Volumen sedimentado .....	38
Densidad de huevos .....	43
Densidad de larvas .....	46
Índices ecológicos.....	50
Diversidad ( $H'$ ).....	50
Equitabilidad ( $J'$ ) .....	53
Riqueza .....	55
Constancia.....	58
Dominancia.....	60
Análisis estadísticos multivariados.....	63
Análisis de componentes principales (ACP) .....	68
Correlación de rangos de Spearman .....	68
Descripción taxonómica .....	72
CONCLUSIONES .....	85
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA .....	88
APÉNDICES .....	101
HOJAS DE METADATOS .....	103

## DEDICATORIA

### *Dedicado a los más grandes amores de mi vida...*

A mis padres, Sixto Rondón y Ana Ramos, mis guerreros de corazón noble, quienes han sido un ejemplo a seguir para mí, y me han dedicado el más puro y sincero amor. A ellos va dedicado esto, por siempre apoyarme e impulsarme a alcanzar cada una de mis metas.

A mi tía Douglainés Marcano, mi segunda madre, porque también ha sido un gran ejemplo para mí, y me ha enseñado a no rendirme a pesar de las adversidades.

A mi hermana Ansix Rondón, mi gemelita, ella que ha sido mi compañera en casi todo lo que he emprendido, y porque su presencia en mi vida ha sido una fuente de motivación.

A mi hermano querido, José Antonio Rondón, por siempre creer que podría lograrlo, y por acompañarme en los momentos que más lo necesité.

*¡Gracias por estar para mí!*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente, por siempre guiar mis pasos e iluminar mí camino, por sus bendiciones infinitas, porque siempre he sentido su mano a mi favor.

A mis amados padres, Sixto Rondón y Ana Ramos, y a mis hermanos, Ansix y José Rondón, porque su amor ha sido fuente de mi motivación e inspiración.

A mis tíos Douglainés Marcano, Alfredo Cabello, Ángela Hernández, Elisa Ramos, Roselys Ramos y Rosa Ramos por creer en mí y por alentarme a alcanzar cada una de las metas que me he propuesto.

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV), por darme la oportunidad de aprendizaje, y al Departamento de Biología Marina por brindarme todo el apoyo para mi formación académica.

A mí querido Prof. Baumar Marín, por sus enseñanzas, porque me brindó su asesoría y su apoyo en todo tiempo, su recuerdo y sus enseñanzas siempre estarán en mi mente y en mi corazón, eternamente agradecida con usted.

A mi estimado Prof. José Gregorio Núñez, por darme la oportunidad de realizar esta tesis y porque a pesar de la distancia, también me guió en la realización de la misma, mil gracias.

A la profe Mariela por su apoyo, y por guiarme en este último paso para culminar mi carrera.

A la directora del Museo del Mar, Johanna Fernández y a los profesores Luis Ariza y Luz Mary Marcano. A ustedes por sus consejos, orientaciones, cariño y por estar a lo largo de mi carrera.

A mis amigos y compañeros de travesías Jesús Indriago, Daniela Rendón, Johanna Rondón y Clari Malavé, por ayudarme en cada proceso de esta carrera, por brindarme su amistad, su cariño, su motivación y por siempre estar ahí.

Al Museo del Mar, por abrir sus puertas y brindarme todas las herramientas necesarias para la culminación de mi tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, aportando un granito de arena para cristalizar esta meta, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

*¡Muy agradecida con todos!*

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la temperatura del agua (°C) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	15
Tabla 2. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la temperatura del agua (°C) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	16
Tabla 3. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la salinidad (‰) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	18
Tabla 4. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del pH para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	20
Tabla 5. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la conductividad (µS/cm) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	22
Tabla 6. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la conductividad (µS/cm) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	23
Tabla 7. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de los TSD (mg/L) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	24
Tabla 8. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de los TSD (mg/L) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	25
Tabla 9. Número total de huevos de peces por calado desde diciembre 2015 hasta octubre 2016, en 3 estaciones de muestreo, ubicadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	30
Tabla 10. Número total de larvas de peces por calado, extraídas desde diciembre 2015 hasta octubre 2016, en 3 estaciones, ubicadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	31
Tabla 11. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del número de especies de larvas de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	36
Tabla 12. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del número de especies de larvas de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	37
Tabla 13. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	39

Tabla 14. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	40
Tabla 15. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	41
Tabla 16. Análisis <i>a posteriori</i> LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en las distancias estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	42
Tabla 17. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de huevos de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	43
Tabla 18. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de huevos de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	44
Tabla 19. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de huevos de peces para las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	45
Tabla 20. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de larvas de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	46
Tabla 21. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de larvas de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	47
Tabla 22. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la densidad de larvas de peces para las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	48
Tabla 23. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la diversidad (H') para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	50
Tabla 24. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la diversidad (H') para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	51
Tabla 25. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la equitabilidad (J') para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	53
Tabla 26. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la equitabilidad (J') para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	54
Tabla 27. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la riqueza para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	56



Tabla 28. Análisis <i>a posteriori</i> LSD de la riqueza para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	57
Tabla 29. Valores obtenidos del análisis ANOSIM para determinar el grado de disimilaridad entre los grupos formado por el MDS, con respecto a las especies presentes.....	66
Tabla 30. Valores obtenidos del análisis SIMPER, para determinar el grado de aporte a la disimilaridad entre los grupos, por las especies presentes durante el periodo de muestreo en la zona central del PNM. ....	67
Tabla 31. Matriz de correlación de rango de Spearman entre los diferentes factores (bióticos y abióticos) analizados en las tres estaciones de la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.....	70
Tabla 32. Composición de larvas de peces por taxa descritos para ejemplares colectados en zona central del Parque Nacional Mochima.....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima.....	6
Figura 2. Variación de la temperatura en °C entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	16
Figura 3. Variación de la temperatura en °C entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	17
Figura 4. Variación de la salinidad (‰) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	18
Figura 5. Variación del pH entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	21
Figura 6. Variación de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	22
Figura 7. Variación de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	23
Figura 8. Variación de los TSD ( $\text{mg}/\text{L}$ ) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	25
Figura 9. Variación de los TSD ( $\text{mg}/\text{L}$ ) entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	26
Figura 10. Variación mensual de la precipitación (mm) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.....	27
Figura 11. Variación mensual de la velocidad del viento (m/s) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.....	28
Figura 12. Variación mensual de los valores de índice de surgencia ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.....	29
Figura 13. Órdenes de peces más importantes según el número de familias, géneros y especies, obtenidas durante el periodo de estudio, en la zona central PNM, estado Sucre, Venezuela.....	32
Figura 14. Familias de peces más importantes de acuerdo al número de géneros y especies capturadas durante el periodo de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	33
Figura 15. Variación de la abundancia relativa de las especies encontradas durante los meses de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	35

Figura 16. Variación del número de especies de larvas de peces entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	37
Figura 17. Variación del número de especies de larvas de peces entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	38
Figura 18. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en los periodos muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	39
Figura 19. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en los meses muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	40
Figura 20. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado en los estaciones muestreadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	41
Figura 21. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m <sup>3</sup> ) colectado a las distancias a la costa muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	42
Figura 22. Densidad de huevos (huevos/100 m <sup>3</sup> ) en los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	43
Figura 23. Densidad de huevos (huevos/100 m <sup>3</sup> ) en los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	44
Figura 24. Densidad de huevos (huevos/100 m <sup>3</sup> ) en las estaciones muestreadas, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	45
Figura 25. Densidad de larvas (larvas/100 m <sup>3</sup> ) en los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	47
Figura 26. Densidad de larvas (larvas/100 m <sup>3</sup> ) en los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	48
Figura 27. Densidad de larvas (larvas/100 m <sup>3</sup> ) en las estaciones muestreadas, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	49
Figura 28. Variación del índice de diversidad (H') entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	50
Figura 29. Variación del índice de diversidad (H') entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	51
Figura 30. Variación del índice de equitabilidad (J') entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	53
Figura 31. Variación del índice de equitabilidad (J') entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	54

Figura 32. Variación de la riqueza de larvas de peces en los periodos de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. ....	56
Figura 33. Variación de la riqueza de larvas de peces en los meses de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela .....	57
Figura 34. Distribución porcentual de las especies de larvas peces registradas durante todos los meses de muestreo en 3 estaciones de la zona central del PNM. ....	58
Figura 35. Distribución porcentual de las especies de larvas peces registradas durante todos los meses de muestreo en 3 estaciones de la zona central del PNM. ....	59
Figura 36. Variación mensual del índice de dominancia numérica, en la zona central del PNM.....	61
Figura 37. Variación en las estaciones del índice de dominancia numérica, en la zona central del PNM.. .....	62
Figura 38. Dendrograma construido con base en la similitud de Bray-Curtis, para valores de abundancia de las especies muestreadas en la zona central del PNM.....	64
Figura 39. Escalamiento multidimensional (MDS) mostrando la mayor y menor similitud entre los agrupamientos de las estaciones y meses durante el periodo de muestro en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.....	65
Figura 40. Análisis de componentes principales (ACP) en la zona central del PNM. ....	68

## RESUMEN

Los ecosistemas marinos-costeros son caracterizados por poseer una amplia variedad de hábitats, cuyos ambientes son utilizados como áreas de crianza, alimentación, reclutamiento, asentamiento e inicio de dispersión de muchas especies de peces marinos. Durante el presente estudio se evaluó la composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima, donde se llevaron a cabo muestreos bimestrales, desde diciembre del 2015 hasta octubre del 2016, cubriendo periodos de surgencia, transición y calma. La colecta de las muestras se realizó en un barco tipo peñero, con calados oblicuos de 10 minutos de duración, a una velocidad de 2 nudos, con una red tipo Bongo de 35 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas de poro de 333  $\mu\text{m}$ . Los calados se realizaron en tres estaciones, a 2 m de profundidad, y a 10, 25 y 50 m de distancia de la costa. Las variables fisicoquímicas se determinaron *in situ*. Con análisis multivariados se estudió la relación entre las variables fisicoquímicas y el ictioplancton, además se determinó la contribución de las especies que favorecieron la similitud de los grupos de larvas, espacial y temporalmente. Se colectaron un total de 13 167 huevos y 2 671 larvas de peces. Las larvas se ubicaron taxonómicamente siendo distribuidas en 11 órdenes, 27 familias y 41 especies, estimándose los máximos valores de densidad larval en octubre 2016 (87,31 larvas/100  $\text{m}^3$ ) y el mínimo durante febrero 2016 (0,14 larvas/100  $\text{m}^3$ ). En cuanto a la densidad de huevos, ésta resultó ser mayor en diciembre 2015 (225,92 huevos/100  $\text{m}^3$ ) y menor en octubre 2016 (4,95 huevos/100  $\text{m}^3$ ). Con respecto a la abundancia, las familias más representativas fueron Clupeidae, Labridae, Achiriidae y Gerreidae. Las especies con mayor abundancia relativa en la zona de estudio fueron *Harengula jaguana* (79,89%), *Sardinella aurita* (10,26%), Labridae sp. 1 (2,10%), *Achirus* sp. (1,61%) y *Eucinostomus* sp. (1,50%). La diversidad se consideró baja, encontrándose el máximo valor de ésta en el mes de junio 2016 (1,03 bits/ind). La abundancia y distribución del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima estuvo relacionada con las condiciones ambientales características de esta zona, encontrándose las mayores densidades de larvas durante el periodo de lluvias (octubre 2016). La temperatura, la velocidad del viento y el índice de surgencia se consideraron como las variables que mostraron una influencia en la abundancia ictioplanctónica. El rango de distribución espacial de los huevos y larvas de peces, sugiere que esta zona es utilizada por los peces como área de desove, crianza y refugio de sus larvas.

Palabras clave: ictioplancton, abundancia, distribución, ecología, Mochima.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos-costeros son considerados entre los más ricos y diversos, lo que ha despertado un gran interés desde el punto de vista ecológico, económico y social, por cuanto conforman un amplio complejo de ambientes integrados, particularmente aquellos localizados en las áreas tropicales (UNESCO, 1967; Walsh, 1988). Como parte de estos ambientes, se encuentra un grupo constituido por especies micro y macroscópicas conocidos como plancton (González, 1984).

El término plancton es aplicado para aquellos organismos que flotan en el agua, es decir, que son incapaces de superar con movimientos propios las corrientes marinas y por tal motivo, estos son transportados por las mismas (Cognetti *et al.*, 2001). Los organismos planctónicos se encuentran divididos en dos grupos, aquellos que son de origen vegetal, conocidos generalmente como fitoplancton y los de origen animal, conocidos como zooplancton. Este último presenta una gran diversidad de especímenes invertebrados y vertebrados, con una amplia variedad de individuos, constituidos por diferentes estadios, como larvario, juvenil y adulto, los cuales cubren casi todos los taxa de la escala zoológica (Gasca *et al.*, 1996), lo que hace que la composición de las especies del zooplancton no sea estática (López, 1986). Esta particularidad ha llevado a la separación del zooplancton en dos categorías, una denominada holoplancton, constituida por aquellas especies cuyo ciclo vital transcurre totalmente como parte de la comunidad planctónica, y el meroplancton constituido por los organismos que forman parte del plancton en una etapa de su ciclo de vida (Omori e Ikeda, 1992; Lalli y Parsons, 2006).

Dentro del meroplancton destaca el ictioplancton, constituido por huevos, larvas y ocasionalmente juveniles tempranos de peces (Ciechomski, 1981). Según Leis (2004; 2006), es conveniente hablar de un estado pelágico en los peces, que involucra dos fases, una planctónica en donde se pueden incluir los huevos y las larvas menos desarrolladas, debido a su poco desplazamiento, y otra nectónica, que abarca las larvas más desarrolladas y aquellas larvas en periodo previo al asentamiento, que son las que pueden nadar y poseen órganos sensoriales que aunque no estén completamente formados, les permiten tener la capacidad de regular su distribución vertical e influir

indirectamente en su dispersión.

El hecho de que el ictioplancton constituya la primera parte del ciclo de vida de los peces, lo hace un tema de estudio con una gran trascendencia y relevancia, lo cual se ha hecho evidente en los últimos años, debido a que los peces son una de las fuentes de alimento más importantes para la humanidad (Flores *et al.*, 2009). Las primeras etapas del ciclo de vida de los peces son cruciales, debido al pobre desarrollo morfológico y conductual que presentan en ese momento y, que de acuerdo a la tasa de sobrevivencia de las larvas, va a depender de la cantidad de individuos que ingresen al stock (poblaciones pesqueras) para cumplir con el reclutamiento poblacional en un ecosistema determinado (Deloach y Human, 2007). Al respecto, Houde (2002) menciona que el suministro larvario y su variabilidad influyen de manera significativa en la tasa de reclutamiento, lo que incide directamente en el tamaño de las poblaciones, produciendo fluctuaciones de los stocks pesqueros.

La permanencia en el tiempo de muchas especies de peces, se debe prácticamente a los patrones de supervivencia, distribución y dispersión de las larvas. La mortalidad está controlada por factores que pueden llegar a afectar alrededor del 99% de la progenie antes de llegar al asentamiento, entre estos se encuentran los factores exógenos, donde destacan la carencia de alimento, depredación, enfermedades, parasitismo, contaminación, toxinas, estrés fisiológico, entre otros, y los factores endógenos, donde se puede nombrar el desarrollo anormal por herencia y la mala calidad del huevo (Heath, 1992; Houde, 2002).

Uno de los métodos estándar en biología pesquera es el estudio del ictioplancton, permitiendo el manejo de las áreas marinas protegidas, a través de la información adquirida (Rothschild, 1986; Sampey *et al.*, 2004; Leis *et al.*, 2007; Pineda *et al.*, 2007). Además de esto, la información sobre las comunidades ictioplanctónicas también pudiera reflejar la alta diversidad existente en las zonas costeras y hacia mar afuera (Marín, 2016).

La distribución temporal del ictioplancton está íntimamente ligada con el hábito reproductivo de cada especie, cuyas actividades pueden ser mensuales, semestrales, anuales, e inclusive variar con las mareas o los ciclos lunares (Miller y Kendall, 2009).

Incluso las variaciones temporales de los mismos pueden obedecer a cambios en el fotoperiodo (Luckhurst y Powles, 1986; Bordehore *et al.*, 2001; Beaugrand, 2004). La comprensión de la dinámica espacial y temporal del ciclo de vida de los peces suministra una importante información sobre sus poblaciones, tales como el sitio donde desovan, el área de distribución de la especie, las migraciones que efectúan, su reclutamiento a ambientes característicos, además de su crecimiento, alimentación y alevinaje (Bellwood y Wainwright, 2002).

Asimismo, la distribución de las larvas además de variar por las concentraciones de desoves de adultos, también se ve influenciada por los cambios de nicho, evidenciado por las modificaciones morfológicas, anatómicas, fisiológicas y adaptativas que va sufriendo el individuo a lo largo de su desarrollo (Blaber y Blaber, 1980; McFarland *et al.*, 1985; Kingsford, 1988; Marín *et al.*, 1995). La estructura geográfica y los patrones de corrientes constituyen otro elemento que influye de manera significativa en la composición y estructura de las comunidades ictioplantónicas (Norcross y Shaw, 1984; Allen, 2005; Cedeño, 2008). Según Sabatés (2004) y Márquez (2016), los factores antes mencionados son los responsables de la supervivencia, transporte y mantenimiento de las larvas en hábitats adecuados para su desarrollo, asentamiento y reclutamiento.

Los países europeos, como Italia, Alemania, Inglaterra y Dinamarca, fueron los pioneros en el estudio del ictioplancton, a partir de mediados del siglo pasado. Uno de los primeros estudios desarrollados sobre el tema, fue el realizado por G. O. Sars, en el año 1865, quien descubrió que los bacalao (Gadiformes) desarrollaban huevos planctónicos que luego pasaban a larvas de vida libre, lo que dio la idea de la amplia distribución de los peces en su ciclo de vida, abriendo paso a los primeros estudios realizados en esta área, principalmente enfocados en su morfología y taxonomía (Ciechomski, 1981). Estas primeras investigaciones despertaron el interés de muchos científicos, impulsando el desarrollo de muchas investigaciones sobre el tema, lo que conllevó a que cobrara una gran importancia en la biología marina y pesquera (Ciechomski, 1981). La Cooperativa Oceánica de Investigaciones de Peces (CALCOFI), dio origen a estudios pioneros en el área, realizados en Norteamérica, en el año 1947,



con trabajos de campo y laboratorio (Smith y Lasker, 1978). El progreso de los estudios sobre etapas larvales de peces se ha incrementado desde el principio de la década de los años 70 hasta la actualidad (Beltrán-León y Ríos, 2000; Dominici-Arosemena *et al.*, 2000; Richards, 2005; Escarria *et al.*, 2006; Fahay, 2007; Ayala-Rodríguez *et al.*, 2016; Calderón *et al.*, 2016; Gallego y Giraldo, 2018).

A pesar de esto, en las costas del Caribe, existe una relativa carencia de información sobre las fases tempranas del ciclo de vida de peces. La información sobre las pocas especies descritas, provienen de investigaciones que se han realizado en zonas adyacentes al Caribe. Entre las investigaciones que han hecho un aporte significativo en esta zona, se pueden resaltar las de López-Peralta (1993) quién realizó un estudio preliminar del ictioplancton en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia; Manickland (1994), que estudió la distribución y abundancia de las larvas de lenguado en la plataforma continental desde Suriname hasta Colombia, y Gallego y Giraldo (2018), quienes realizaron un estudio sobre la variación espacial y temporal de larvas de peces en una bahía hipersalina del Caribe colombiano. Otros trabajos resaltantes fueron los realizados por investigadores como Sánchez-Ramírez y Ocaña-Luna (2015), en una laguna hipersalina del oeste del Golfo de México, donde estudiaron la variación estacional de la comunidad ictioplanctónica de la zona; y Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez (2016), quienes estudiaron la estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, México.

En Venezuela se han llevado a cabo diferentes estudios sobre el tema, entre estos, se pueden mencionar los realizados en el oriente de Venezuela por Simpson (1965) quien estudió las primeras etapas del desarrollo de *Cetengraulis edentulus* y el de Simpson y González (1967) quienes analizaron las primeras etapas de vida de *Sardinella anchovia*. También, se han desarrollado estudios enfocados en la distribución, abundancia de huevos y larvas, donde se puede mencionar los realizados por López (1972), Gómez y Granado (1986), Marín (1996), Briceño y Marín (1997), Marín y Dodson (2000), Martínez *et al.* (2015) y Marín (2016). Por otra parte, los estudios comunitarios sobre larvas de peces que se han llevado a cabo en el país, han estado orientados principalmente, a espacios relacionados con las plataformas costeras,

generalmente en aquellas zonas influenciadas por descargas continentales o en zonas típicamente estuarinas (González, 1984; Luckhurst y Powles, 1986; González-Bencomo, 1997; Briceño, 2000; Allen, 2005; Henríquez, 2007; Balza *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2015). Las investigaciones de Esteve (1985) y Cedeño (2008), también han aportado una información relevante en el área, principalmente sobre el ictioplancton relacionado con aguas someras en arrecifes. El trabajo realizado por Esteve (1985) estuvo enfocado en estudiar la distribución, abundancia y los patrones de reclutamiento de larvas de peces alrededor de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, mientras que Cedeño (2008), analizó la composición, distribución y abundancia de huevos y larvas de peces arrecifales en un sector del golfo de Cariaco.

Con relación al Parque Nacional Mochima, se destacan las investigaciones de Mago *et al.* (2003), quienes realizaron un estudio para aumentar el conocimiento de la porción de la fauna vertebrada perteneciente al plancton, encontrando una alta diversidad de larvas de peces; por otro lado, Fariña (2009), estudió la variación espacio-temporal del ictioplancton sobre fondos coralinos costeros e insulares de las islas Caracas, determinando que, la proporción de organismos en sus fases de vida iniciales, así como los adultos (Fariña *et al.*, 2008; Fariña y Méndez, 2009), mostraron variaciones mensuales, influenciadas por el período de surgencia costera, y Ramos (2016) estudió la abundancia y composición de larvas de peces de las familias Labridae, Clupeidae, Carangidae y Lutjanidae en dos biotopos distintos de la bahía.

Para el área de estudio, se plantea como hipótesis de investigación que existirá un aumento en la abundancia y riqueza de las especies en sus fases menos avanzadas del ciclo vital, a medida que se acerque a la línea de costa insular o continental, donde se encuentran los ecosistemas litorales superficiales como manglares y corales.

En este contexto, se resalta la relevancia de los estudios del ictioplancton, y los beneficios que este conocimiento puede aportar en el aprovechamiento de este recurso hídrico, por lo que se ha planteado como objetivo principal en esta investigación, evaluar la composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima, por poseer éste un área casi prístina que aún conserva los ecosistemas marinos más representativos del país.

# METODOLOGÍA

## Área de estudio

El Parque Nacional Mochima (PNM) está ubicado entre las latitudes  $10^{\circ}9'50''$  y  $10^{\circ}26'0''$ N y las longitudes  $64^{\circ}13'20''$  y  $64^{\circ}47'32''$ O (Figura 1), entre las ciudades de Barcelona, Puerto La Cruz y Cumaná. Fue decretado como Parque Nacional en el año 1973. En su sector occidental frente al estado Anzoátegui, comprende un área marino-costera que incluye el golfo de Santa Fe y la Bahía de Mochima, y una zona montañosa que abarca parte de la cuenca del embalse de Turimiquire en el estado Sucre. Dentro de este parque, en el sector marino, se encuentran distintos hábitats como comunidades coralinas, arrecifes rocosos, manglares costeros, praderas de *Thalassia* y playas arenosas (Anónimo, 2013). El clima del PNM es cálido, con temperatura media anual de  $26,6^{\circ}\text{C}$ , precipitación media anual de 250 mm en las islas y, con dos estaciones: seca desde noviembre hasta abril y lluviosa durante el resto del año (Méndez *et al.*, 1988).

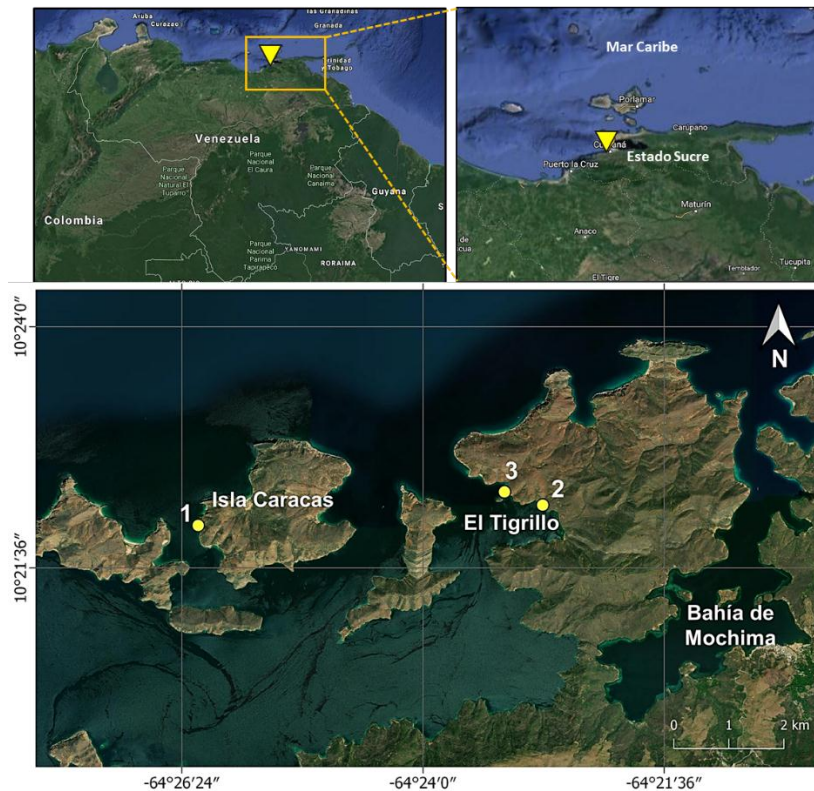


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima.

La zona nororiental de Venezuela, incluyendo el PNM, está sujeta a un centro activo de surgencia costera; diversos autores como Okuda *et al.* (1978), Gómez (1996), Castellanos *et al.* (2002) y Rueda-Roa y Muller-Karger (2013) confirman el fenómeno como evento de comportamiento estacional entre diciembre y abril para el golfo de Cariaco y áreas adyacentes; tales eventos ocasionan el surgimiento de aguas subsuperficiales que fertiliza las capas superficiales (Ferraz-Reyes, 1987; Alvera-Azcárate *et al.*, 2011).

Por esta razón los muestreos se realizaron bimestralmente abarcando los meses de mayor intensidad de los vientos (picos de surgencia) y los de mayor calma, registrados para la zona (Okuda, 1978; Ferraz-Reyes, 1989), así como también un periodo de transición entre ambas épocas. En base a lo anterior, se consideró como periodo de surgencia (época de sequía) los meses de diciembre 2015, febrero y agosto 2016, siendo reportado este último mes como un segundo pulso de surgencia por Rueda-Roa y Muller-Karger (2013). El periodo de calma (época de lluvia) fue representado por el mes de octubre 2016, mientras que el periodo de transición corresponde a los meses de abril y junio 2016.

#### Estaciones de muestreos

Para el presente trabajo se seleccionaron tres estaciones, las cuales se ubicaron geográficamente con un GPS (Garmin Etrex) desde una embarcación tipo peñero, donde se tomaron lecturas de las coordenadas de las zonas establecidas. Las tres estaciones seleccionadas fueron las siguientes:

Isla Caracas (Estación 1): ubicada en la latitud  $10^{\circ}22'1,38''$  N y longitud  $64^{\circ}26'14,26''$  O.

El Tigrillo 1 (Estación 2): ubicada en latitud  $10^{\circ}22'13,52''$  N y longitud  $64^{\circ}22'48,48''$  O.

El Tigrillo 2 (Estación 3): ubicada en latitud  $10^{\circ}22'21,40''$  N y longitud  $64^{\circ}23'11,30''$  O.

Las estaciones se encuentran entre el occidente de Islas Caracas este, y el sector del tigrillo, estando la primera estación entre un sistema de islotes, y las dos últimas en

una zona considerada continental, todas ubicadas en el extremo norte del Parque Nacional Mochima, con playas arenosas, perfiles de profundidades leves y limitadas por arrecifes coralinos someros en la parte costera y formaciones de octocorales en su parte más profunda. A pesar de que no existen registros en la zona, observaciones realizadas en el lugar y trabajos previos (Alvera-Azcárate *et al.*, 2011), han constatado la existencia de corrientes estacionales en dirección oeste-este. La visibilidad vertical es de más de 10 m durante casi todo el año, pero disminuye considerablemente en la época de surgencia costera, entre diciembre y abril (Fariña y Méndez, 2009; Fariña *et al.*, 2014).

### **Recolección de muestras**

La colecta de las muestras planctónicas se realizó a bordo de un bote tipo peñero (BALIJÚ), con motor fuera de borda; entre las 10:00 am y 01:00 pm. Se utilizó una red tipo Bongo de 35 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas con un poro de malla de 333  $\mu\text{m}$  (para huevos y larvas de peces). Los calados se realizaron de manera oblicua, superficiales (a 2 metros de profundidad) con una duración de 10 minutos, a una velocidad constante de arrastre de 2 nudos.

Los muestreos se ejecutaron bimestralmente desde diciembre 2015 hasta octubre 2016. En cada estación los calados se realizaron a distancias de 10, 25 y 50 m de la costa, con 4 réplicas por cada distancia ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ), obteniéndose 12 colectas por estación, 36 colectas por muestreo y 216 colectas en total.

Las muestras fueron concentradas usando un tamiz con la misma abertura de malla que la red utilizada; seguidamente se fijaron con formaldehído al 5% en agua de mar, almacenándose en frascos plásticos debidamente rotulados, y posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Ecofisiología de Peces del Instituto Oceanográfico de Venezuela, de la Universidad de Oriente.

En cada estación se midieron las variables fisicoquímicas: salinidad (ppm), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxígeno disuelto (mg/L), pH, conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y TSD (mg/L), con una sonda multiparamétrica marca YSI modelo 30/10 FT.

De igual forma, se registraron variables meteorológicas como precipitación, índice de surgencia y velocidad del viento, de las páginas NASA POWER

(<https://power.larc.nasa.gov>) y GIOVANNI NASA  
(<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>).

### **Procesamiento de muestras e identificación taxonómica**

Para el procesamiento de las muestras se procedió a separar los huevos y larvas de peces con la ayuda de un microscopio estereoscópico Leica modelo MZL5. Cada muestra se repartió en varias cápsulas de Petri y por medio de agujas de disección, goteros y pinzas, se extrajeron y contaron los huevos y larvas de peces. La identificación se realizó hasta la categoría más específica posible (familia, género y/o especie), aquellas larvas de características semejantes, pero de difícil identificación, a las que solo se logró identificar la familia, fueron diferenciadas como especie colocándole el termino sp, como por ejemplo Labridae sp. 1. La determinación taxonómica de las larvas se analizó a través de los caracteres merísticos, morfométricos y descripciones morfológicas de las diferentes especies, utilizando para ello las claves de Matsuura y Olivar (1999) y Beltrán-León y Ríos (2000). Mientras que para la identificación de las especies se utilizaron los textos y guías de Miller *et al.* (1979), Moser *et al.* (1984), Richards (2005) y Fahay (2007).

Además se tomaron en cuenta caracteres adicionales como: distribución de cromatóforos, ausencia o presencia de apéndices, forma y posición de ojos y boca (Fahay, 2007), también aspectos conspicuos como: la sincronización de las tallas con la pigmentación, dentición, escamas y estructuras como las espinas y aletas, que constituyen los aspectos más utilizados en la descripción taxonómica (Kendall y Matarese, 1994; Miller y Kendall, 2009). En la revisión taxonómica se elabora la lista de larvas de peces atendiendo al orden evolutivo según Nelson (1994).

Se calculó el volumen de calado, para determinar la estimación de la densidad de huevos y larvas de peces, expresada en N° de individuos por 100 metros cúbicos (org/100 m<sup>3</sup>) mediante la expresión:

$$D = (N^{\circ} \text{ de org. totales} / \text{Vol. de agua filtrada}) * 100$$

El cálculo del volumen de calado (V) se determinó por el empleo de la fórmula (Suthers *et al.*, 2009):

$$V = \pi . r^2 . d$$

dónde:  $\pi$  es la constante (3,14);  $r^2$  el radio de la boca de la red y  $d$  la distancia recorrida por la red (m).

La distancia ( $d$ ) se determinó con la aplicación de la fórmula:

$$d = v . t$$

dónde:  $v$  es la velocidad y  $t$  el tiempo de calado.

Posteriormente, se comparó la densidad de cada una de las estaciones previamente establecidas para poder determinar la abundancia, y distribución espacial y temporal de los mismos.

El volumen sedimentado del zooplancton se determinó colocando la muestra en un cilindro graduado, dejándola sedimentar durante 24 horas para luego realizar la lectura del volumen sedimentado. Los valores de volumen sedimentado del zooplancton, fueron expresados en mL/m<sup>3</sup>.

### **Índices ecológicos**

Para la determinación de los índices ecológicos se elaboró una matriz biológica donde se colocó el nombre y número de especies ictioplanctónicas observadas en cada estación y cada mes. Los índices ecológicos evaluados fueron:

#### Abundancia relativa

Se calculó para todos los muestreos la abundancia relativa, que es la relación entre el número de individuos de una especie y el número total de individuos de todas las especies, expresándose en porcentaje.

$$A = \frac{Ni}{Nt} * 100$$

dónde:  $Ni$  es el número de individuos de una especie  $i$  y  $Nt$  es el número total de individuos de todas las especies.

#### Diversidad ( $H'$ )

La diversidad se consideró como la relación entre el número de especies y la

proporción de individuos que componen cada una de ellas, en los sitios de las colectas. Para estimarla se utilizó la expresión de Shannon y Wiener (1963), según Krebs (1989).

$$H' = - \sum p_i = 1 p_i (\log_2 p_i)$$

dónde:  $H'$  es el índice de diversidad expresado en unidades binarias de información o bits y  $p_i$  es el número de individuos o masa (g) de cada especie, en relación al número total de individuos.

#### Equitabilidad ( $J'$ )

Se midió mediante la relación entre el índice de diversidad observado y el valor máximo del índice de diversidad que tendría una comunidad con el mismo número de especies. En una comunidad en la que el número de individuos ( $N$ ) está distribuido tan equitativamente como sea posible entre las especies, esto es, cada  $n_i = N/S$ , el máximo valor posible de la diversidad, utilizando el Índice de Shannon, es entonces:

$$H'_{max} = - \frac{1}{S} * \text{Log}(\frac{1}{S})$$

$$H'_{max} = \text{Log}_2 * S$$

Si se denota  $J'$  (Pielou, 1966), la regularidad en una comunidad muestreada, se puede indicar que:

$$J' = \frac{H}{H'_{max}}$$

dónde:  $H'$  es la diversidad de Shannon-Wiener;  $H'_{máx}$  es la diversidad máxima y  $S$  el número de especies.

#### Riqueza

Se expresó mediante la relación entre la totalidad de las especies ( $S$ ) y el número total de organismos ( $N$ ), empleando la fórmula de Margalef (1974):

$$D = S - 1 / \text{Ln } N$$

#### Componentes comunitarios o constancia ( $C$ )

Fueron determinados de acuerdo a la frecuencia de aparición de las larvas en



cada uno de los muestreos; los cuales se agruparán en tres componentes de acuerdo a la clasificación propuesta por Yáñez-Arancibia *et al.* (1980):

1. Especies ocasionales o accidentales. Corresponde una frecuencia de 1 a 30%.
2. Especies cíclicas o estacionales. Corresponde una frecuencia de 31 a 70%.
3. Especies residentes permanentes. Corresponde una frecuencia de 71 a 100%.

Los valores de las tres categorías se obtuvieron de acuerdo con la relación:

$$F = \frac{NVA}{NTC} * 100$$

dónde: F es el porcentaje de frecuencia; NVA el número de veces de aparición de una especie en una estación dada y NTC el número total de colectas en la estación correspondiente.

#### Índice de dominancia (ID)

Es la incidencia que puede tener una especie en el conjunto de una comunidad y se calculó utilizando el número de las especies (McNaughton, 1968; según Krebs, 1989):

$$ID = \frac{y_1 + y_2}{Y}$$

dónde:  $y_1$  es el número de individuos de la especie más abundante;  $y_2$  el número de individuos de la segunda especie más abundante e Y el número de individuos de todas las especies.

#### Índice de surgencia (IS)

Este índice se calculó basándose en la estadística de vientos (velocidad y dirección) de la página NASA POWER, según la fórmula propuesta por Bowden (1983):

$$IS = tsx/(rw.f) \times 100$$

dónde: f es el parámetro de Coriolis, tsx es la tensión del viento de superficie, y rw es la densidad media del agua ( $1\ 025\ Kg.m^{-3}$ ).

El término “tsx” representa la tensión del viento de superficie medida en el eje

perpendicular a la costa:

$$tsx = k \cdot \rho_a \cdot W^2$$

dónde: k es el coeficiente empírico de arrastre (1,11 a 1,45 en función de la velocidad del viento),  $\rho_a$  es la densidad promedio del aire (1,22 kg.m<sup>-3</sup>), y W es la velocidad del viento.

El coeficiente de arrastre “k” cambiará según la velocidad del viento y dará valores equivalentes a aquellos del índice de Bakun *et al.* (1974), donde el transporte dirigido por el viento, expresado como transporte de Ekman, representa el arrastre de las aguas de la superficie del mar afectada por la tensión del viento (tsx) y dirigida perpendicularmente a la derecha de la dirección del viento. Se usó el índice de surgencia como una expresión del transporte a mar abierto en la zona de estudio.

### **Análisis estadísticos**

Para los análisis estadísticos, se determinó si los datos cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (homocedasticidad). Al no cumplir con los supuestos se empleó la prueba de Kruskal-Wallis con la utilización del paquete estadístico Statgraphics plus 4.1, para detectar diferencias entre los periodos, meses, estaciones y distancias con respecto al número de especies, densidad de huevos y larvas, las variables físico-químicas y los índices ecológicos (Sokal y Rohlf, 1995).

La estructura de la comunidad se analizó mediante métodos multivariados (Clarke y Warwick, 1994). Con el fin de analizar la similitud de la abundancia de especies entre los meses y las estaciones, y ver los grupos que conformaban, se llevó a cabo un análisis de similitud de Bray y Curtis (1957), siendo los datos de abundancia de especies previamente transformados, utilizando la raíz cuadrada; estos datos permitieron la elaboración de un dendrograma. Además, para rectificar estas afinidades entre meses y estaciones, se realizó un análisis de ordenación MDS (“Non-metric Multidimensional Scaling Analysis”) (con programa PRIMER v5.2), el cual representa los cambios experimentados por la comunidad, con base a los índices de similitud de Bray-Curtis, una medida de la similitud existente entre cada dos muestras integrando la información de todas las especies. La validez de la ordenación se verificó con el coeficiente de estrés

de Kruskal (Kruskal y Wallis, 1952).

Para evaluar si existían diferencias significativas en la composición de los grupos de muestras colectadas en este estudio, se realizó un análisis de similitud ANOSIM (Clarke y Green, 1988), con base en la abundancia de las especies. Una vez agrupadas y detectadas las diferencias entre las muestras, se identificaron las categorías responsables de esos resultados. Esto se llevó a cabo mediante el análisis de porcentajes de similitud SIMPER (“Similarity Percentage Breakdown”) incluido en el paquete PRIMER, que determinó la importancia relativa de cada variable con la disimilitud entre las especies (Clarke, 1993).

Con el fin de determinar la existencia o no de asociación entre las abundancias de huevos y larvas con las variables físico-químicas y meteorológicas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), y para conocer la magnitud de estas asociaciones, se confirmó con un análisis de correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio fueron capturados un total de 2 671 larvas y 13 167 huevos de peces, entre las estaciones muestreadas desde diciembre 2015 hasta octubre 2016. Las familias a las que pertenecen las especies descritas, son representativas del nororiente de Venezuela, las cuales típicamente se distribuyen en zonas de manglar y comunidades coralinas del Parque Nacional Mochima (PNM), y pueden variar según las condiciones que se encuentren dadas para el desarrollo de sus poblaciones.

### Variables físico-químicas

Las variaciones en las condiciones ambientales presentadas durante el periodo de estudio en la zona central del Parque Nacional Mochima, se presentan a continuación:

#### Temperatura

Se observó que el periodo con el mayor valor promedio de temperatura fue el de calma ( $29,28 \pm 0,56^{\circ}\text{C}$ ), precedido por los periodos de surgencia y transición ( $26,75 \pm 0,32$  y  $26,51 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$ , respectivamente). El análisis de Kruskal-Wallis implementado, indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los periodos ( $\text{KW}=7,36$ ;  $p=0,0253$ ). La prueba *a posteriori* (LSD 95%), mostró la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 1). El primero constituido por los periodos de transición y surgencia, donde la mediana de los valores de temperaturas fueron los más bajos, y un segundo grupo constituido únicamente por el periodo de calma (Figura 2).

Tabla 1. Análisis *a posteriori* LSD de la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Transición	6	26,51	
Surgencia	9	26,75	
Calma	3	29,28	

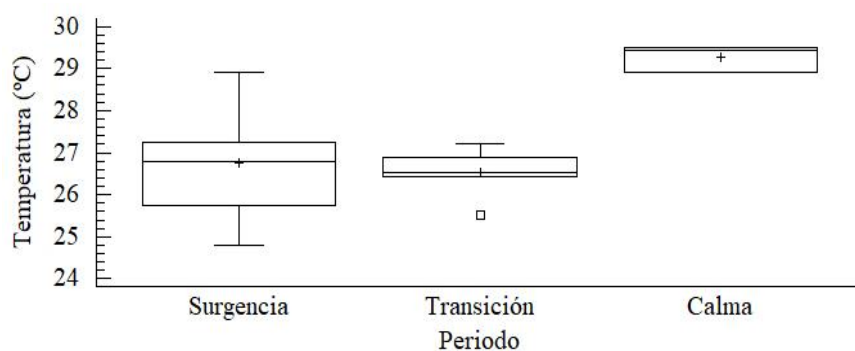


Figura 2. Variación de la temperatura en °C entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

En cuanto a los meses de muestreo, la temperatura varió constantemente, con valores promedios que oscilaron entre  $25,43 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$  para el mes de febrero y  $29,28 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$  en octubre. El análisis estadístico Kruskal-Wallis también mostró diferencias estadísticamente significativas para la temperatura, entre los meses ( $\text{KW}=13,04$ ;  $p=0,0230$ ). La prueba *a posteriori* LSD, arrojó la formación de cuatro grupos parcialmente solapados entre sí (Tabla 2). El primer grupo constituido por los meses donde la mediana de los valores de temperatura fueron los más bajos (febrero, junio y abril), el segundo por los meses de junio, abril y agosto, el tercero por abril, agosto y diciembre, y el último grupo se encontró constituido únicamente por el mes de octubre, observándose la mediana más alta para este estudio (Figura 3).

Tabla 2. Análisis *a posteriori* LSD de la temperatura del agua (°C) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	3	25,43	I
Junio 2016	3	26,48	II
Abril 2016	3	26,54	III
Agosto 2016	3	27,08	IV
Diciembre 2015	3	27,73	V
Octubre 2016	3	29,28	VI

No se observaron diferencias estadísticamente significativas, al aplicarse el análisis estadístico de Kruskal-Wallis para las estaciones, con respecto a la temperatura ( $\text{KW}=1,34$ ;  $p=0,5123$ ).

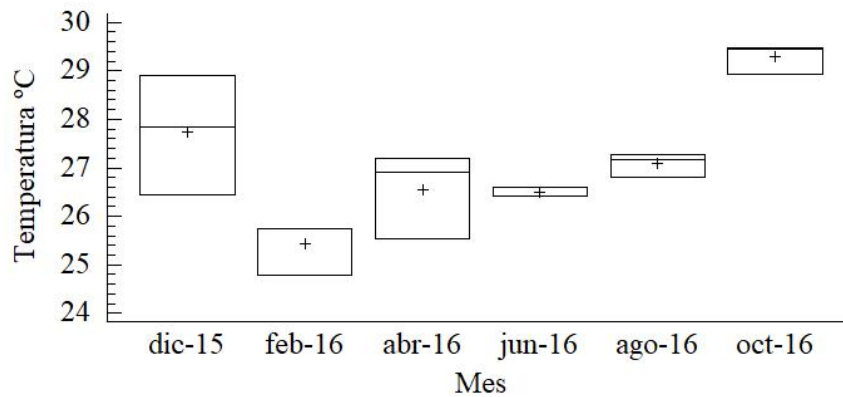


Figura 3. Variación de la temperatura en °C entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Las diferencias entre periodos se deben a que la temperatura alcanza los mayores valores en la época de lluvia (periodo de calma), dónde el agua de mar se estratifica térmicamente, haciendo que la temperatura aumente en las capas superiores, producto de la disminución en la velocidad de los vientos. En cambio en el periodo de surgencia (época de sequía), disminuye la temperatura, debido a que aumenta la velocidad de los vientos provenientes del noreste, provocando el afloramiento de aguas subsuperficiales frías y ricas en nutrientes (Okuda, 1978; 1982; Ferraz-Reyes, 1989; Núñez, 2011). En cuanto a los meses, la temperatura presentó una variación bien marcada, determinándose las temperaturas más bajas durante los tres primeros meses de muestreo, coincidiendo esto con el inicio del proceso de surgencia, el cual comienza con la incidencia de los vientos alisios desde diciembre hasta junio, ocasionando, principalmente, la disminución de la temperatura de las aguas superficiales del nororiente del país (Fukuoka, 1965; Gómez, 1996).

La temperatura registrada en esta investigación, presenta variaciones típicas encontradas en la región, tales como las obtenidas por Fariña y Méndez (2009) en el Bajo Las Caracas, quienes reportaron temperaturas entre 24 y 29°C, indicando que los valores menores se registraron en diciembre 2006, enero y febrero 2007. A su vez, coincide con la reportada por Colina (2018) en el PNM, quién registró valores que oscilaban entre 24,7 y 30,2°C.

## Salinidad

La salinidad durante los distintos periodos de esta evaluación, indica que el valor más alto se obtuvo en el periodo de surgencia, con un valor promedio de  $37,96 \pm 0,49\%$ , seguido por los periodos de calma y transición que presentaron valores promedios relativamente similares ( $35,92 \pm 0,86$  y  $35,76 \pm 0,61\%$ , respectivamente). Mediante la aplicación del análisis de Kruskal-Wallis, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la salinidad, entre los periodos de muestreos ( $KW=8,51$ ;  $p=0,0142$ ), mostrando la prueba *a posteriori* LSD, en la Tabla 3, la formación de dos grupos homogéneos parcialmente solapados. El primer grupo constituido por las medianas de los periodos de transición y calma, y el segundo grupo se encontró conformado por los periodos de calma y surgencia (Figura 4).

Tabla 3. Análisis *a posteriori* LSD de la salinidad (‰) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Transición	6	35,76	   
Calma	3	35,92	
Surgencia	9	37,96	

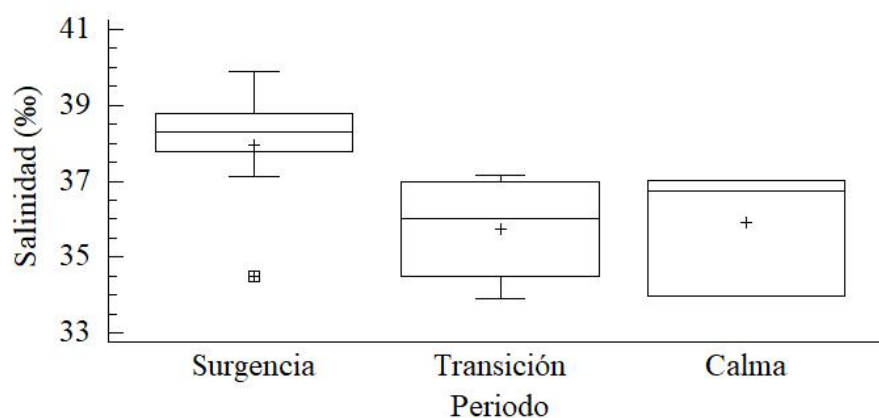


Figura 4. Variación de la salinidad (‰) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Para los meses y las estaciones, el análisis de varianza Kruskal-Wallis realizado demostró la existencia de diferencias estadísticamente no significativas, con respecto a

la salinidad (KW=9,63;  $p=0,0863$  y KW=2,78;  $p=0,3204$ , respectivamente).

A pesar de que los cambios de la salinidad fueron significativos, ésta no fluctuó durante los periodos de muestreo. Esto es debido, a que la salinidad es un parámetro cuyo intervalo de variación no es amplio en el agua de mar, siendo usuales en los ecosistemas costeros valores entre 34 y 36, no así en áreas con efectos estuarinos (Arjonilla y Blasco, 2003). Algunos investigadores coinciden en señalar que la salinidad en el PNM no muestra variaciones, a causa de la ausencia de desembocaduras de ríos (Okuda *et al.*, 1968; Durán, 2000; Senior, 2009).

Valores similares a los obtenidos en este estudio, fueron encontrados por Fariña y Méndez (2009) en el bajo Las Caracas, quienes reportaron salinidades con un intervalo entre 34-36‰. Por otro lado, Muñoz (2018) en el Parque Nacional Mochima, registró valores promedios de salinidad que oscilaban entre los 33 y 39,88‰.

#### Oxígeno disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto registraron valores promedios que oscilaron entre  $6,29 \pm 0,36$  mg/L (junio) y  $7,89 \pm 0,36$  mg/L (febrero). Sin embargo, el análisis de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas ni para los periodos (KW=2,97;  $p=0,2264$ ), ni para los meses (KW=7,55;  $p=0,1830$ ), ni tampoco para las estaciones (KW=2,06;  $p=0,3570$ ).

Según lo planteado por distintos autores (Okuda, 1982; 1985; Gómez y Chanut, 1993; Rueda-Roa, 2000) el período de surgencia se caracteriza por propiciar afloramientos de aguas sub-superficiales más frías, cargadas de nutrientes y poco oxigenadas, por lo que se espera que en esta época se registren bajos valores de oxígeno, sucediendo lo contrario en el periodo de lluvia, donde el cese de la surgencia, ocasiona un aumento en la temperatura ( $>26^{\circ}\text{C}$ ), una mayor concentración de oxígeno disuelto en el agua y bajo contenido de nutrientes (Okuda, 1975; Marín *et al.*, 2004).

En estos resultados, no se hizo evidente el comportamiento típico de las aguas resurgentes con reducida cantidad de oxígeno. Durante todo el periodo de muestreo no se observaron grandes fluctuaciones en los valores de oxígeno, manteniendo una concentración de oxígeno durante todo el año que oscilaba entre 6,29 y 7,89 mg/L. Este



comportamiento pudo estar influenciado por la relación que guarda el oxígeno con la salinidad y la temperatura, siendo estos parámetros los responsables de condicionar, fundamentalmente, la solubilidad del oxígeno en el agua (Monente, 1993), por lo que al no haber tanta variación en la salinidad, la concentración de oxígeno se mantuvo estable. Además se considera que, al ser la zona de estudio aguas costeras poco profundas, se uniformiza más rápidamente la columna de agua manteniendo bien oxigenada el área.

## pH

El pH promedio en el área de estudio, durante los periodos de muestreo, osciló entre  $5,00 \pm 0,76$  para el periodo de calma, representando el valor más bajo, y  $7,31 \pm 0,44$  para el periodo de surgencia cuando presentó su mayor valor. El análisis de Kruskal-Wallis arrojó para el pH, la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los periodos ( $KW=7,12$ ;  $p=0,0284$ ). La prueba *a posteriori* LSD, evidenció la formación de dos grupos solapados entre sí (Tabla 4). El primer grupo formado por las medianas de los periodos de calma y transición, y el segundo grupo aglomera los valores promedios de los periodos de transición y surgencia (Figura 5).

Tabla 4. Análisis *a posteriori* LSD del pH para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Calma	3	5,00	
Transición	6	6,09	
Surgencia	9	7,31	

El análisis de Kruskal-Wallis no mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto al pH entre los meses ( $KW=10,48$ ;  $p=0,0626$ ), ni entre las estaciones ( $KW=1,27$ ;  $p= 0,5306$ ).

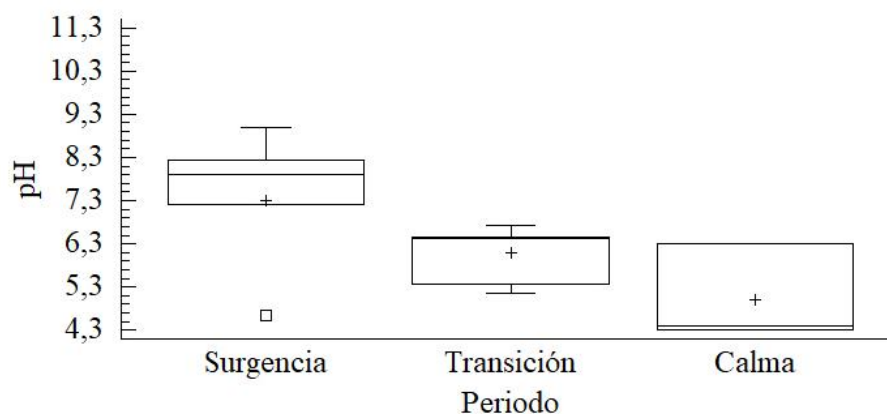


Figura 5. Variación del pH entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

En este estudio se observó que hubo una gran variación en el pH, entre los distintos periodos, con valores que oscilaron entre 5 y 7,31, estando estos resultados posiblemente relacionados con la utilización del oxígeno por efecto de la oxidación de la materia orgánica. Según Konopka (1993), las variaciones de pH dependen de las características locales, en las que intervienen la lluvia, temperatura, presencia de detritus orgánico y actividad metabólica de los microorganismos, y que los valores de pH menores a 7 pueden estar relacionados con procesos de descomposición de materia orgánica, en cuyo caso conlleva a la liberación de ácidos, o a la presencia del CO<sub>2</sub> disuelto en el agua proveniente de dicho proceso y del aporte atmosférico, o de ambos.

#### Conductividad

Con respecto a la conductividad, se observaron diferencias estadísticamente significativas para los periodos evaluados (surgencia, transición y calma) (KW=9,58;  $p=0,0082$ ). La prueba *a posteriori* LSD, mostró la formación de tres grupos homogéneos bien definidos para los periodos de muestreo (Tabla 5). El valor promedio más bajo se obtuvo en el periodo de calma ( $34,95 \pm 2,72 \mu\text{S/cm}$ ), constituyendo el primer grupo formado. El segundo se conformó con el valor promedio intermedio, perteneciente al periodo de transición ( $50,87 \pm 56,84 \mu\text{S/cm}$ ), y el tercero estuvo representado por el valor promedio más alto, correspondiente al periodo de surgencia ( $56,84 \pm 56,84 \mu\text{S/cm}$ ) (Figura 6).

Tabla 5. Análisis *a posteriori* LSD de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Calma	3	34,95	I
Transición	6	50,87	II
Surgencia	6	56,84	III

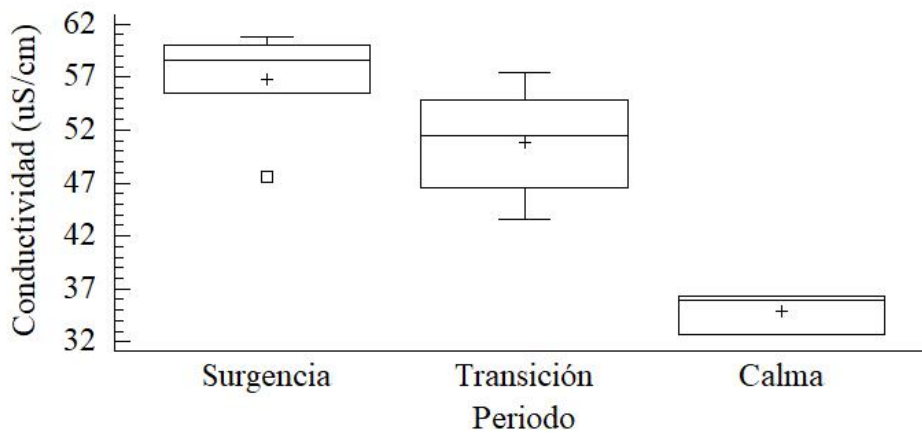


Figura 6. Variación de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Para los meses, la conductividad osciló entre  $34,95 \pm 2,10 \mu\text{S}/\text{cm}$  (octubre) y  $58,78 \pm 2,10 \mu\text{S}/\text{cm}$  (agosto). Al aplicarse el análisis de Kruskal-Wallis, arrojó como resultado que existen diferencias estadísticamente significativas entre los meses ( $\text{KW}=11,32; p=0,0232$ ). La prueba *a posteriori* LSD, indicó la formación de tres grupos homogéneos bien definidos (Tabla 6), constituido el primer grupo únicamente por el mes de octubre, presentando el valor promedio más bajo ( $34,95 \pm 2,10 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). El segundo se conformó por el mes de abril con una mediana de  $46,57 \pm 2,10 \mu\text{S}/\text{cm}$ , y el último fue constituido por febrero, junio y agosto, mostrando los valores promedios más altos para este parámetro ( $54,90 \pm 2,10$ ;  $55,17 \pm 2,10$  y  $58,78 \pm 2,10 \mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente) (Figura 7).

Tabla 6. Análisis *a posteriori* LSD de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Octubre 2016	3	34,95	I
Abril 2016	3	46,57	II
Febrero 2016	3	54,90	III
Junio 2016	3	55,17	III
Agosto 2016	3	58,78	III

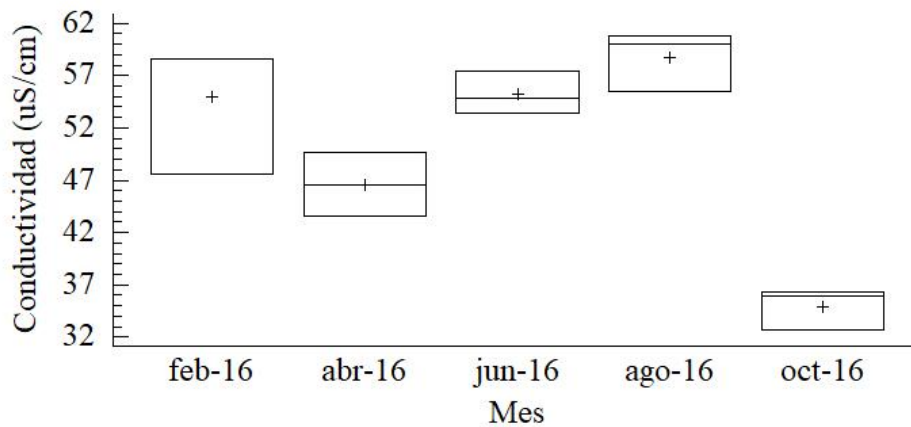


Figura 7. Variación de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

A través de la aplicación del análisis de Kruskal-Wallis se observó la existencia de diferencias no significativas ( $KW=1,84$ ;  $p=0,3989$ ) entre las estaciones, con respecto a la conductividad, lo que indica que ésta no tuvo variaciones entre las estaciones.

En este estudio la conductividad registró fluctuaciones durante los periodos con un comportamiento similar a los presentados por la salinidad, mostrando una estrecha relación entre estas variables. En las observaciones de Clesceri *et al.* (1992), en Madrid, se señala esta misma tendencia, expresando que la conductividad puede variar en función del aporte de aguas oceánicas, residuales urbanas y de precipitación. En el presente estudio, los meses que presentaron los mayores valores de conductividad, corresponden al periodo de surgencia, esto se debe a que en esta época es cuando los vientos provenientes del noreste provocan que las aguas profundas y ricas en nutrientes sean llevadas hacia la superficie (Okuda, 1975; 1982; Ferraz-Reyes, 1989), lo que

ocasiona el aumento de la salinidad, y por ende conlleva al aumento de la conductividad, ya que esta variable aumenta según aumente la concentración de iones, en especial el de cloruro de sodio, tal como se observa en condiciones de alta conductividad (Rodríguez, 2009).

La conductividad varió considerablemente durante todos los meses muestreados, presentando un amplio rango de oscilación (34,95 y 58,78  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Resultados contrastantes a los obtenidos en este trabajo, son los encontrados por Balza *et al.* (2013), para ambientes estuarinos, quienes reportaron para el delta del Orinoco una conductividad con valores entre los 30 y 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A su vez, López-Marcano *et al.* (2019) registró valores de conductividad que oscilaban entre 29,20 y 123,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , también para el delta del Orinoco, pero en la zona alta. Dado a la alta variabilidad iónica que representan las aguas estuarinas de estos últimos trabajos se esperarían estos contrastes con respecto a nuestras variaciones, al ser una zona con aguas más estables en salinidad.

#### Sólidos totales disueltos (TSD)

Entre los periodos de muestreos, el análisis de Kruskal-Wallis presentó diferencias estadísticamente significativas para los TSD ( $KW=8,43$ ;  $p=0,0148$ ). La prueba *a posteriori* LSD (95%), muestra la formación de dos grupos. El primer grupo conformado por los periodos donde los promedios fueron los más bajos, representado por los periodos de transición y surgencia ( $34,04 \pm 1,15$  y  $36,00 \pm 1,15$  mg/L, respectivamente), y el segundo compuesto por el periodo de calma, obteniendo el mayor promedio ( $57,43 \pm 1,62$  mg/L) (Figura 8).

Tabla 7. Análisis *a posteriori* LSD de los TSD (mg/L) para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Transición	6	34,04	
Surgencia	6	36,00	
Calma	3	57,43	

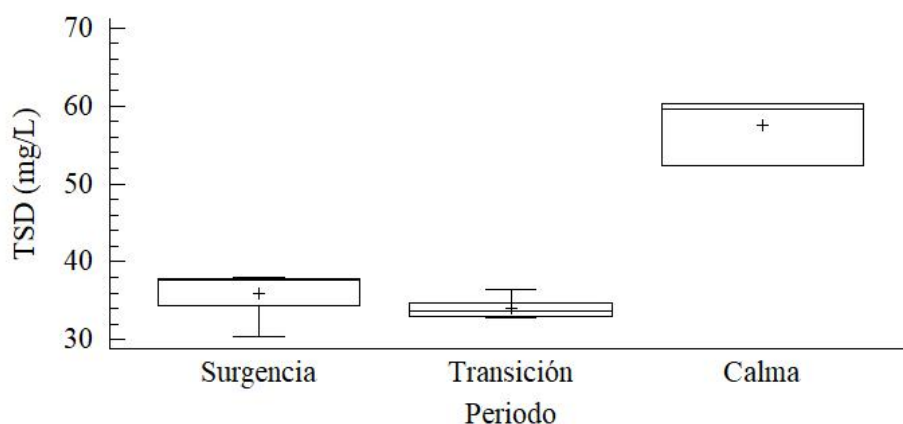


Figura 8. Variación de los TSD (mg/L) entre los periodos de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Los valores promedios de los TSD variaron entre los meses muestreados, oscilando entre  $33,03 \pm 1,69$  mg/L para el mes de abril, y  $57,43 \pm 1,69$  mg/L para el mes de octubre (Figura 9). El análisis de Kruskal-Wallis arrojó para los TSD, la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los meses ( $KW=10,12$ ;  $p=0,0385$ ). Al realizarse la prueba *a posteriori* LSD, se pudo observar la separación de los meses en dos grupos homogéneos bien definidos, un grupo formado por los meses de abril, junio, febrero y agosto, con valores promedios de  $33,03 \pm 1,69$ ;  $35,04 \pm 1,69$ ;  $35,28 \pm 1,69$  y  $36,73 \pm 1,69$  mg/L, respectivamente. Y un último grupo formado únicamente por el mes de octubre, con el valor promedio más alto ( $57,43 \pm 1,69$  mg/L) (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis *a posteriori* LSD de los TSD (mg/L) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Abril 2016	3	33,03	
Junio 2016	3	35,04	
Febrero 2016	3	35,28	
Agosto 2016	3	36,73	
Octubre 2016	3	57,43	

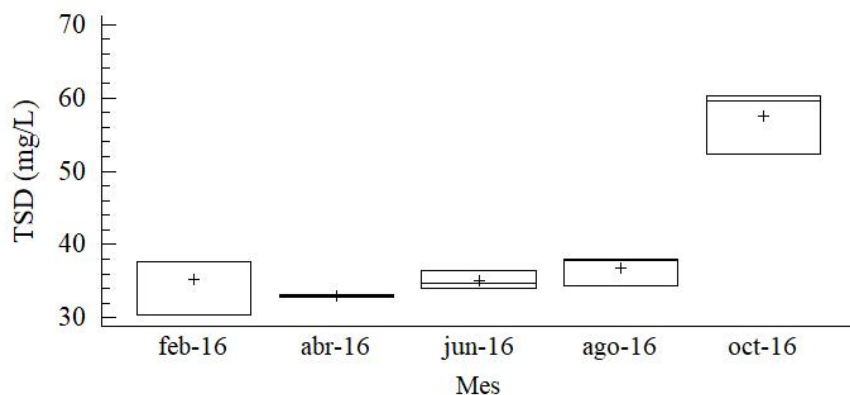


Figura 9. Variación de los TSD (mg/L) entre los meses de muestreo, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Entre las estaciones, el análisis de Kruskal-Wallis reveló que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $KW= 2,56$ ;  $p=0,2781$ ) con respecto a los TSD, lo que indica que no hubo fluctuaciones entre los valores de TSD registrados en cada estación.

Según Jara (2015), generalmente la conductividad es directamente proporcional a los TSD; sin embargo, en este estudio se observó un comportamiento inverso, resultando los mayores valores de TSD para el periodo de calma, mientras que la conductividad presentó valores mayores en el periodo de surgencia. Sobre esto, Castillo-Elías *et al.* (2017) menciona que los valores más altos de TSD se presentan en los meses con presencia de lluvias, debido a que esto provoca el aumento de la corriente fluvial y como consecuencia se incrementa la acumulación de los sólidos en suspensión. Este comportamiento típico de un mayor TSD en condiciones de alta escorrentía, están bien representado en estos resultados, siendo octubre donde se observó la mayor incidencia.

## Variables meteorológicas

### Precipitación

Las precipitaciones durante esta evaluación estuvieron comprendidas dentro del ciclo hídrico-lluvioso considerado normal para la costa nororiental de Venezuela

(Figura 10). En el PNM, la precipitación (mm) mensual varió entre 0 y 1,98 mm. Los menores registros de precipitación ocurrieron en febrero (0,00 mm) y marzo 2016 (0,04 mm), meses que corresponden al periodo de sequía, mientras que los mayores valores se registraron en julio (1,98 mm), septiembre (1,93 mm) y octubre 2016 (1,23 mm), meses que caracterizan al periodo de lluvia.

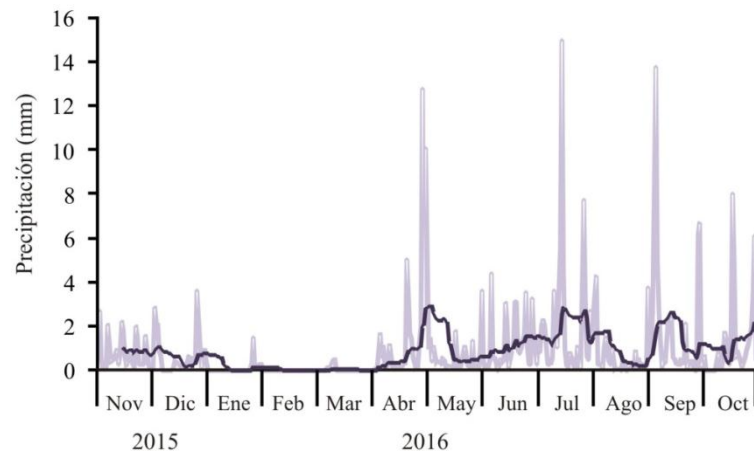


Figura 10. Variación mensual de la precipitación (mm) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela. La línea oscura representa la línea de tendencia generada usando una media móvil cada 15 valores.

Las diferencias observadas en los valores de precipitación, vienen dadas principalmente a la relación inversa que presentan con la velocidad del viento. Según Okuda (1982; 1985) a medida que aumenta la velocidad de los vientos del noreste, disminuyen las precipitaciones por la entrada en la época de sequía. Al respecto, Aparicio (2003), menciona que las precipitaciones alcanzan un máximo durante el bimestre agosto-septiembre, cuando la zona de convergencia inter tropical (ZCIT) se encuentra más alejada del ecuador, y en consecuencia más próxima a la banda latitudinal de los 10° N.

Los resultados expuestos en este trabajo coinciden con los resultados obtenidos por Allen (2005), quien encontró que el período julio-agosto-diciembre presentaron los valores más altos de precipitación, coincidentemente con el mismo periodo de poco viento o calma, y los valores más bajos los obtuvo en marzo, abril, mayo y junio coincidente con los periodos de mucho viento.



## Velocidad del viento

La velocidad de los vientos, expresada en m/s, obtuvo en promedio un registro de 3,08 m/s durante el periodo de muestreo. Se observaron vientos relativamente fuertes desde diciembre 2015 hasta mediados de abril 2016, coincidiendo con la época de sequía del año (Figura 11). Los mayores valores fueron registrados durante febrero con 3,63 m/s y de marzo del 2016 con 3,78 m/s. Los valores mínimos de la velocidad del viento fueron registrados durante la época de lluvia, por los meses de septiembre y octubre del 2016 (2,43 y 2,46 m/s, respectivamente).

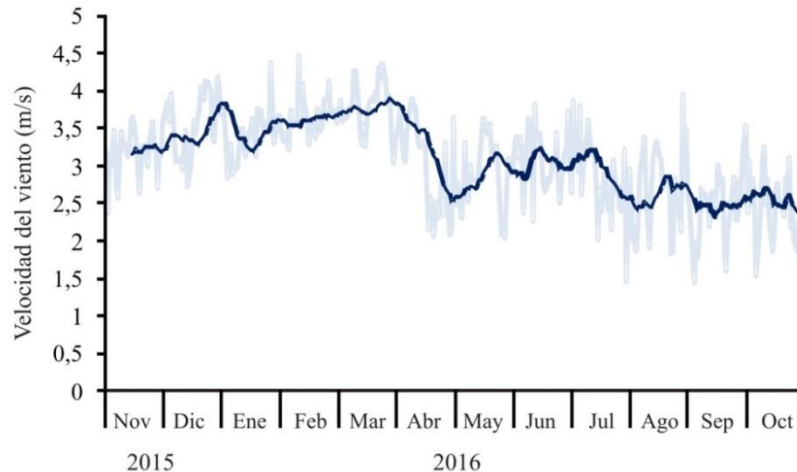


Figura 11. Variación mensual de la velocidad del viento (m/s) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela. La línea oscura representa la línea de tendencia generada usando una media móvil cada 15 valores.

Se observó que la intensidad de los vientos registrados en este estudio influyó directamente en la surgencia, como ha sido corroborado por autores como Bonnells *et al.* (1990) y Gómez (1996), quienes la señalan como un fenómeno de la estación seca y que puede presentar dos periodos de máxima intensidad en condiciones favorables de vientos alisios entre enero-abril y julio-agosto. En este sentido, Okuda (1982), asegura que el periodo de pocos vientos corresponde al periodo de valores relativamente altos de temperatura y precipitación, mientras que el de vientos fuertes corresponde a bajos valores de temperatura y precipitación. Por otro lado, Aparicio (2003), indica que estos vientos durante la estación seca sobrepasan una velocidad media de 4 m/s, con

promedios máximos de 5 m/s en marzo, lo que se observó en el presente estudio, en donde se registraron los mayores valores de viento entre los meses de enero y marzo.

### Índice de surgencia

Durante el lapso de muestreo del presente estudio se registraron valores de índice de surgencia mayores en la primera parte del año (Figura 12), ocasionada por la alta velocidad de los vientos costeros predominantes durante esta parte del año. El índice de surgencia según Bowden (1983) reveló picos máximos de surgencia durante los meses de febrero y marzo ( $66,35$  y  $71,91 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ , respectivamente) y picos mínimos en septiembre y octubre ( $1,37$  y  $-1,94 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ), mostrando surgencia de mayor intensidad durante el periodo de sequía (diciembre-marzo).

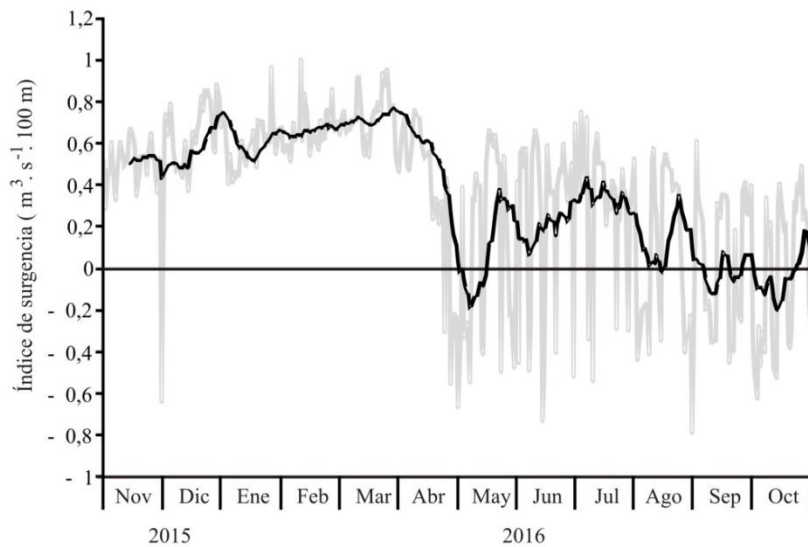


Figura 12. Variación mensual de los valores de índice de surgencia ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ) entre noviembre 2015 y octubre 2016 en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela. La línea oscura representa la línea de tendencia generada usando una media móvil cada 15 valores.

Según lo observado, la surgencia en este estudio presentó un comportamiento cíclico anual, de acuerdo a lo descrito para la zona costera del oriente del país. En los estudios realizados sobre la surgencia en esta zona, ésta pudiera dividirse, según su magnitud, en tres periodos durante el año: el primero: un periodo comprendido entre el mes de enero y abril (o mayo) con intensidad fuerte acompañado de baja temperatura

(<22°C), bajo oxígeno y alta concentración de nutrientes (fosfato y nitrato); el segundo: en los meses de junio y agosto, con intensidad moderada, llamada por algunos autores “segundo pulso de surgencia”; y el tercero: en los meses entre septiembre y noviembre, correspondiente a la época de menor intensidad o cese de la surgencia, con alta temperatura (>26°C), alta concentración de oxígeno disuelto en el agua y bajo contenido de nutrientes (Okuda, 1975; Marín *et al.*, 2004; Rueda-Roa *et al.*, 2018).

### Composición ictioplanctónica

#### Total de huevos capturados

Se recolectó un total de 13 167 huevos de peces en la zona central del PNM, desde diciembre 2015 hasta octubre 2016 (Tabla 9).

Tabla 9. Número total de huevos de peces por calado desde diciembre 2015 hasta octubre 2016, en 3 estaciones de muestreo, ubicadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Estaciones		
	Isla Caracas Este	Tigrillo 1	Tigrillo 2
Diciembre 2015	1 979	2 372	485
Febrero 2016	164	1 545	871
Abril 2016	323	996	581
Junio 2016	2 009	248	232
Agosto 2016	91	1 076	89
Octubre 2016	32	53	21
Total	4 598	6 290	2 229
Total general: 13 167 huevos			

El número de huevos obtenidos en este estudio es mayor si se compara con el colectado por Calderón *et al.* (2016), quienes registraron un total de 5 852 huevos de peces capturados en la provincia de Santa Elena, Ecuador, utilizando la misma

estrategia de captura a la empleada en este estudio. Esto puede ser evidencia de un menor uso de áreas lagunares y costeras para el desove, y un mayor uso de áreas abiertas para esta actividad. Tal estrategia es citada por Johannes (1978) como mecanismo para evitar la alta depredación costera sobre los huevos de peces.

#### Total de larvas capturadas

El total de larvas de peces capturadas fue de 2 671, colectadas desde diciembre 2015 hasta octubre 2016 (Tabla 10).

Tabla 10. Número total de larvas de peces por calado, extraídas desde diciembre 2015 hasta octubre 2016, en 3 estaciones, ubicadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Estaciones		
	Isla Caracas Este	Tigrillo 1	Tigrillo 2
Diciembre 2015	4	15	11
Febrero 2016	0	1	2
Abril 2016	24	54	20
Junio 2016	110	312	67
Agosto 2016	43	131	8
Octubre 2016	621	874	374
Total	802	1 387	482

Total general: 2 671 larvas

El número de total de larvas capturadas en esta investigación es alta, si se compara con las obtenidas en trabajos previos como el de Allen *et al.* (2009), al sur-oeste de golfo de Cariaco quienes registraron un total de 1 193 larvas de peces capturadas en esta zona. Por otro lado, Herrera *et al.* (2010), en la Bahía de Mochima reportaron un total de 866 larvas. A su vez, Martínez (2011), por su parte, obtuvo un total de 1 129 larvas de peces usando red de plancton en la laguna de Chacopata.

Estudios realizados en otros países del Caribe también reflejan un número menor

de larvas. Entre ellos, el trabajo realizado por Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez (2016) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, quienes obtuvieron un total de 1 883 larvas capturadas para esta área. En cambio, en una bahía hipersalina del Caribe colombiano, Gallego y Giraldo (2018), capturaron un total de 2 763 larvas de peces, siendo este resultado similar al obtenido en este trabajo de investigación.

Observando estos datos se deduce que las cantidades reportadas en el presente estudio se encuentran entre las más numerosas, situación que pone de manifiesto la importancia que posee el área estudiada como sitio de cría larvaria para numerosas especies de peces.

### Ordenes más importantes

La mayoría de las familias estuvieron agrupadas en el orden de los Perciformes, siendo el más diverso (con 15 familias), y con mayor número de especies entre familias. Este fue seguido por el orden Pleuronectiformes (con tres familias), seguidamente se posicionaron de manera decreciente los órdenes Clupeiformes, Atheriniformes, Beloniformes, Aulopiformes, Ophidiiformes, Mugiliformes, Scorpaeniformes, Myctophiformes y Tetraodontiformes (con una familia, cada uno) (Figura 13).

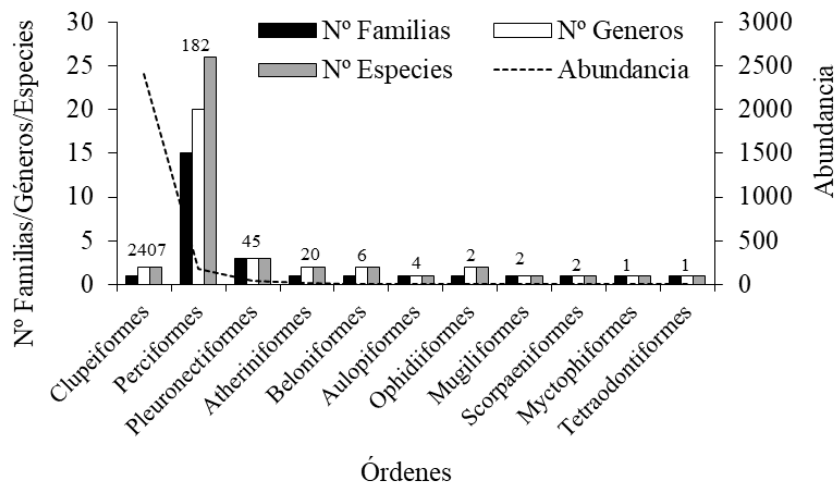


Figura 13. Órdenes de peces más importantes según el número de familias, géneros y especies, obtenidas durante el periodo de estudio, en la zona central PNM, estado Sucre, Venezuela.

### Familias y géneros más importantes

De manera general, se tiene que, de las 26 familias encontradas, las dos más importantes con respecto al número de especies pertenecen al orden Perciformes, las cuales fueron Labridae con seis y Gobiidae con cuatro especies. Estas fueron seguidas por las familias Clupeidae, Atherinidae, Hemirhamphidae, Sparidae y Carangidae, con dos especies cada una. En cuanto al número de organismos, la más representativa fue la Clupeidae con un total de 2 407 individuos representando, aproximadamente, el 90% de los organismos capturados en este estudio. Otras familias que también destacaron fueron: Labridae con 72 organismos, siendo seguida por Achiriidae con 43 individuos, y Gerreidae con 40 organismos (Figura 14).

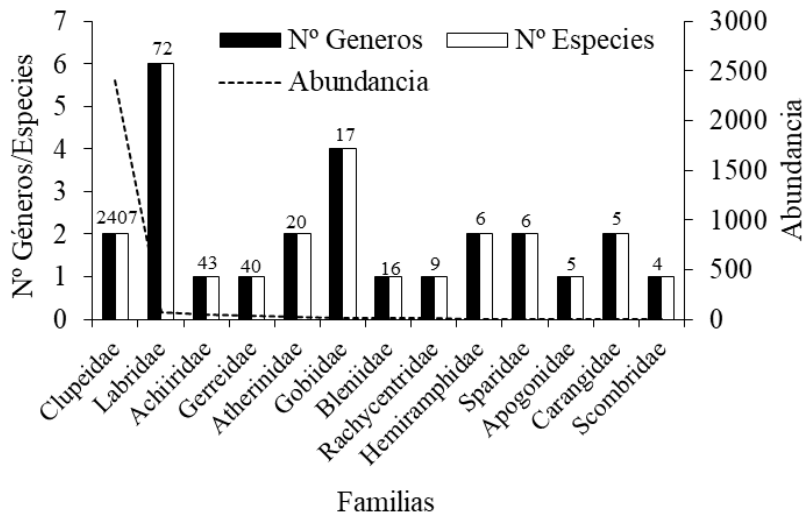


Figura 14. Familias de peces más importantes de acuerdo al número de géneros y especies capturadas durante el periodo de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

El número de taxa encontrados (11 órdenes, 26 familias, 41 especies) en la zona central del PNM es comparable con otros trabajos realizados en distintas zonas en Venezuela, donde podemos mencionar el realizado por Martínez (2011), en la Laguna de Chacopata y zonas adyacentes, logrando identificar un total de 9 órdenes, 23 familias, 39 géneros y 14 especies. Por otro lado, Henríquez (2013) reportó 8 órdenes, 21 familias y 32 especies en la Península de Araya, y finalmente Ramírez (2017) en el

Golfo de Cariaco, registró 7 órdenes, 25 familias y 51 taxas (géneros y especies). Por otro lado, las familias más importantes numéricamente en este trabajo (Clupeidae, Labridae, Achiriidae, Gerreidae y Atherinidae) coinciden con algunas de las señaladas por Fariña (2009) como las más abundantes, quien reportó para las Islas Caracas, en orden de importancia, Clupeidae, Gerridae, Pomacentridae, y Gobiidae. En otras zonas del oriente venezolano, Araguainamo (2014) estudiando la variación temporal y espacial del ictioplancton entre el islote Caribe y la Laguna de Chacopata, describió como las más representativas numéricamente a Engraulidae, Labrisomidae, Clupeidae, Sparidae, Gerreidae y Gobiidae.

En aguas de otras latitudes, Ayala-Rodríguez *et al.* (2016) en el sureste del Golfo de México, también menciona a Clupeidae como una de las más abundantes con respecto al número de organismos, y Calderón *et al.* (2016), describe a Gerreidae como la segunda familia más abundante y a Clupeidae como una de las que presentó abundancias significativas en su trabajo en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

La mayoría de los trabajos realizados para el oriente del país destacan a la familia Clupeidae como la más abundante. Sobre esto, Esteve (1985) en su estudio, la representa con un 32% de todas las larvas recolectadas y la señala como un componente común en los muestreos larvales, en zonas costeras. Igualmente, Cervigón (1991) describe a los clupeidos como uno de los que más utiliza las zonas costeras para su desove, a lo que puede atribuirse su considerable presencia en este estudio. Además, Cervigón (1993) los menciona junto con la Engraulidae, como una de las familias que presentan especies con alta fecundidad, asociadas con la elevada productividad primaria que se origina durante la época de surgencia, promoviendo sus abundancias en el área estudiada en esta época.

En cuanto a la considerable presencia de larvas pelágicas de peces costeros, como los achiridos y labridos, descritos en el presente estudio, se atribuye a que normalmente estas especies, se aproximan a las zonas costeras para su reproducción y desove, por tanto sus larvas son arrastradas por las corrientes marinas hasta la costa. Estas familias de peces son muy abundantes en zonas de arrecifes coralinos; donde constituyen uno de los grupos más característicos de la zona (Leis y Hay, 2003). Por

otro lado, Hernández *et al.* (2006), afirmaron que el asentamiento de estas larvas es periódica, utilizando dichas zonas como áreas de refugio y/o alimentación. Con respecto a la familia Atherinidae, cabe señalar que sus especies son abundantes en playas y lagunas costeras de fondos someros y blandos de aguas neríticas en el nororiente venezolano (Cervigón, 1991). Esto demuestra que existe cierta uniformidad en la presencia de algunas familias que componen las áreas costeras del nororiente venezolano.

### Abundancia relativa

Las especies con mayor abundancia relativa en las zonas de estudio durante todo el periodo de muestreo fueron *Harengula jaguana* con un 79,89% y *Sardinella aurita* con 10,26%, ambas especies pertenecientes a la familia Clupeidae. Seguidas por Labridae sp. 1 (2,10%), *Achirus* sp. (1,61%) y *Eucinostomus* sp. (1,50%), estando incluidas todas dentro de las especies más representativas presentes en este estudio, el resto de las especies presentaron abundancias relativas menores a 1% (Figura 15).

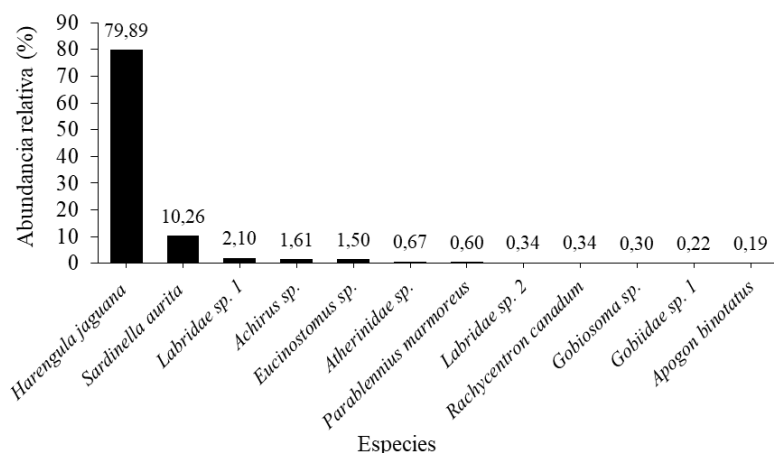


Figura 15. Variación de la abundancia relativa de las especies encontradas durante los meses de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

La abundancia relativa de especies menciona a dos clupeidos como los más abundantes (*H. jaguana* y *S. aurita*), lo que es común en áreas marino-costeras, como ya



se ha resaltado anteriormente para este grupo. Trabajos como el de Narváez (2010) y Henríquez (2013), presentan a *S. aurita* como la especie de mayor abundancia, en la Península de Araya. De la misma forma, Ramírez (2017), presenta a *S. aurita* como una de las especies más abundantes, en el golfo de Cariaco. Por otro lado, Martínez (2011) en la Laguna de Chacopata y zonas adyacentes, describe a *Eucinostomus* sp., como una de las especies más abundantes capturada con red, y en una investigación realizada en Turpialito por Cova (2018), menciona como las especies más abundantes *Achirus lineatus* y Labridae sp. 1. Así mismo, en un estudio realizado en Yucatán, México por Ordóñez-López *et al.* (2013), presentaron como las especies más abundantes a *Eucinostomus argenteus*, *S. aurita* y *H. jaguana*. Por lo cual, se determina que, los datos obtenidos en esta investigación, evidencian un ambiente pelágico dominado por dos especies con mayor frecuencia de aparición en el área sometida a estudio.

### Número de especies

Al aplicarse el análisis de Kruskal-Wallis, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los periodos (KW=73,55;  $p=0,0000$ ) con respecto al número de especies. Como se muestra la Tabla 11, la prueba *a posteriori* LSD, indicó la formación de dos grupos bien definidos. El primer grupo integrado únicamente por el periodo de surgencia, con el promedio más bajo de número de especies ( $0,66 \pm 0,12$  especies), y el segundo grupo formado por los periodos de transición y calma, con promedios de  $2,06 \pm 0,15$  y  $2,42 \pm 0,20$  especies, respectivamente (Figura 16).

Tabla 11. Análisis *a posteriori* LSD del número de especies de larvas de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	0,66	I
Transición	72	2,06	II
Calma	36	2,42	

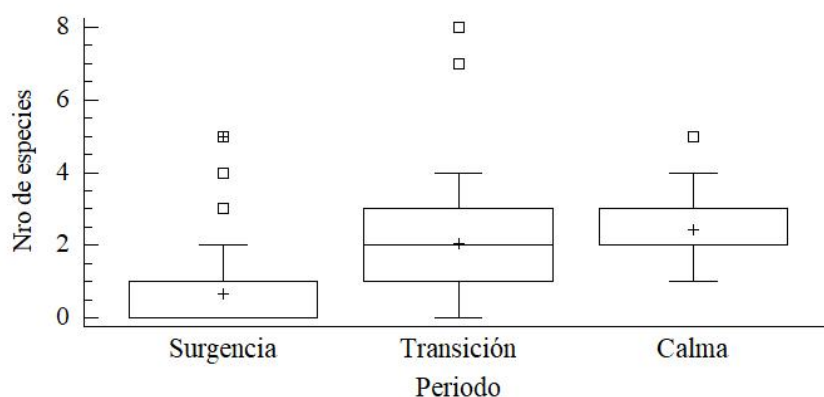


Figura 16. Variación del número de especies de larvas de peces entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Por otra parte, se observó que entre los meses también existen diferencias estadísticamente significativas ( $KW=98,40$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, indicó la conformación de tres grupos bien definidos (Tabla 12). El primero incluye a los meses con los promedios más bajos, los cuales fueron: febrero y diciembre, con promedios de  $0,08 \pm 0,19$  y  $0,58 \pm 0,19$  especies, para cada uno. En el segundo se encuentran los meses de agosto y abril, con promedios de  $1,31 \pm 0,19$  y  $1,58 \pm 0,19$  especies, respectivamente. Y por último, el grupo conformado por los meses de octubre y junio, presentando el mes de octubre un promedio de  $2,42 \pm 0,19$  especies, y el mes de junio de  $2,53 \pm 0,19$  especies, siendo estos meses los de mayor promedio de número de especies (Figura 17).

Tabla 12. Análisis *a posteriori* LSD del número de especies de larvas de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	36	0,08	
Diciembre 2015	36	0,58	
Agosto 2016	36	1,31	
Abril 2016	36	1,58	
Octubre 2016	36	2,42	
Junio 2016	36	2,53	

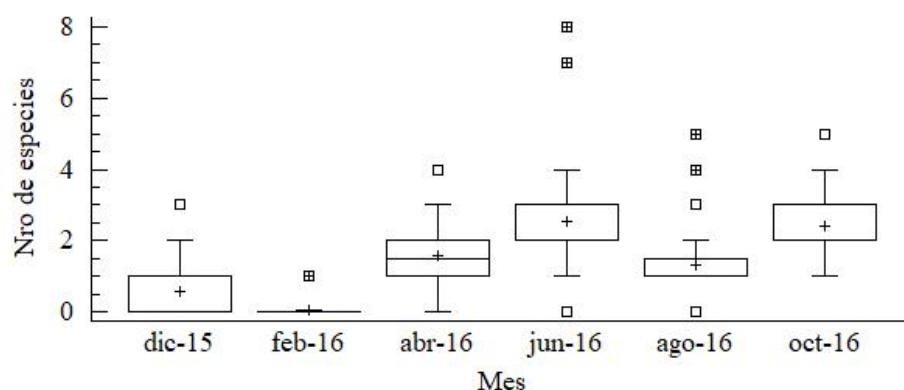


Figura 17. Variación del número de especies de larvas de peces entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

El análisis de Kruskal-Wallis realizado para las estaciones y para las distancias a la costa, demostró que no existen diferencias estadísticamente significativas con respecto al número de especies ( $KW=5,21$ ;  $p=0,0740$  y  $KW=4,04$ ;  $p=0,1323$ , respectivamente).

El promedio del número de especies fue relativamente bajo, en el periodo de surgencia, tal como se muestra en la Figura 16, mostrando un aumento de manera progresiva durante los periodos de transición y calma. Las variaciones en el número de especies pueden darse como efecto de la conjunción de varios factores, entre los que se destacan principalmente la periodicidad de la reproducción de las especies (Cedeño, 2008). Por lo que se puede decir, que son estrategias reproductivas en los peces las que generan estas diferencias entre el número de especies entre periodos y meses, ya sea para evitar grandes mortandades de larvas en los meses de fuertes vientos causando una gran turbulencia o por expatriación de larvas fuera de las áreas de cría (Freón *et al.*, 1997), o el hecho de desovar en los meses previos a la surgencia que garantizarían el alimento a las postlarvas y juveniles cuando el alimento sea abundante (Fariña, 2009).

### Volumen sedimentado

Los valores de volumen sedimentado del zooplancton registrados para los periodos de muestreos fluctuaron entre  $3,39 \pm 0,27$  y  $5,14 \pm 0,33$  mL/m<sup>3</sup>,

correspondiendo el valor más bajo al periodo de surgencia, y el más alto al periodo de transición. Al aplicar el análisis estadístico Kruskal-Wallis, se encontraron diferencias significativas en el volumen sedimentado con respecto a los periodos muestreados (KW=7,64;  $p=0,0219$ ). La prueba *a posteriori* LSD evidenció la formación de dos grupos homogéneos bien definidos (Tabla 13), el primero formado por los periodos de surgencia y calma ( $3,39 \pm 0,27$  y  $3,46 \pm 2,80$  mL/m<sup>3</sup>, respectivamente), y el segundo constituido por el periodo de transición ( $5,13 \pm 0,33$  mL/m<sup>3</sup>) (Figura 18).

Tabla 13. Análisis *a posteriori* LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado en los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	3,39	
Calma	36	3,46	
Transición	72	5,13	

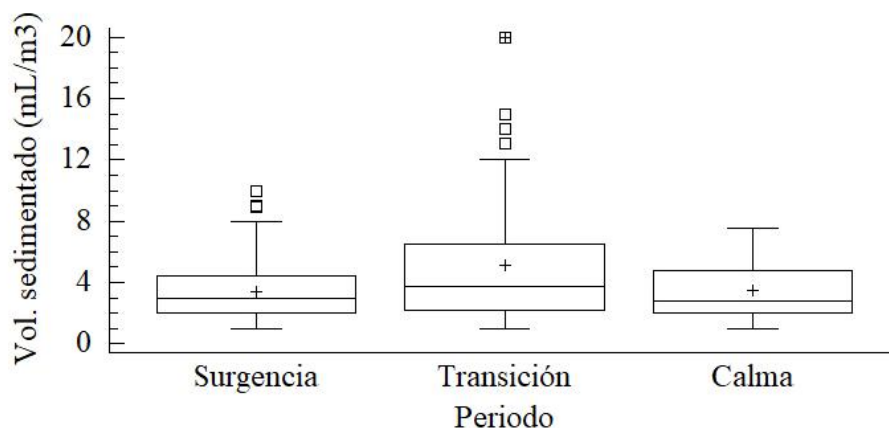


Figura 18. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado en los periodos muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Durante los meses muestreados, el volumen sedimentado también presentó variabilidad, oscilando entre  $3,13 \pm 0,46$  mL/m<sup>3</sup>, para el mes de diciembre, y  $6,43 \pm 0,46$  mL/m<sup>3</sup>, para el mes de abril. Se demostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (KW=15,91;  $p=0,0071$ ). La prueba *a*

*posteriori* LSD reveló la formación de dos grupos homogéneos (Tabla 14), constituido el primero por los promedios de los meses de diciembre ( $3,13 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ), agosto ( $3,41 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ), octubre ( $3,46 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ), febrero ( $3,65 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ) y junio ( $3,85 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ), y el segundo grupo se formó únicamente por abril, el cual obtuvo el mayor promedio de volumen sedimentado ( $6,43 \pm 0,46 \text{ mL/m}^3$ ) (Figura 19).

Tabla 14. Análisis *a posteriori* LSD del volumen sedimentado del zooplancton ( $\text{mL/m}^3$ ) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Diciembre 2015	36	3,13	
Agosto 2016	36	3,41	
Octubre 2016	36	3,46	
Febrero 2016	36	3,65	
Junio 2016	36	3,85	
Abril 2016	36	6,43	

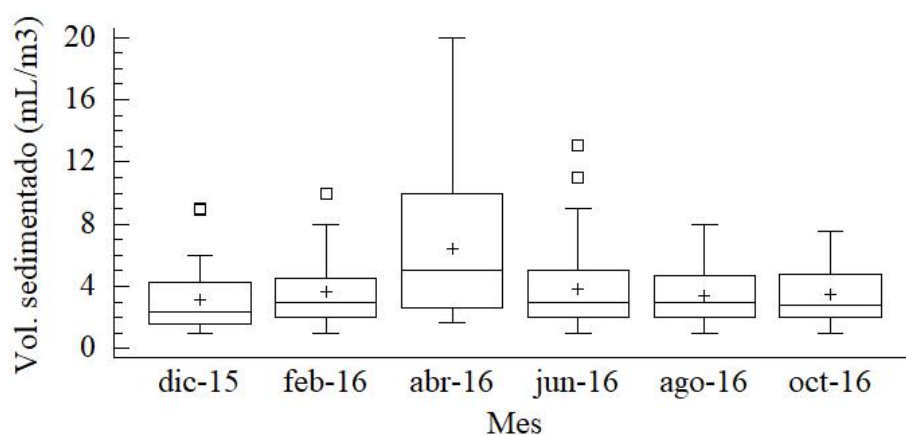


Figura 19. Variación del volumen sedimentado del zooplancton ( $\text{mL/m}^3$ ) colectado en los meses muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Entre las estaciones, el volumen sedimentado fue menor en Tigrillo 2, con una mediana de  $2,99 \pm 0,32 \text{ mL/m}^3$ , mientras que el mayor volumen sedimentado se obtuvo en Isla Caracas este, con una mediana de  $5,44 \pm 0,32 \text{ mL/m}^3$ . El análisis estadístico Kruskal-Wallis arrojó la existencia de diferencias estadísticamente significativas para

las estaciones con respecto al volumen sedimentando ( $KW=27,90$ ;  $p=8,7435 \times 10^{-7}$ ). La prueba *a posteriori* LSD indicó la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 15). El primero formado por las medianas de los valores de las estaciones 3 (Tigrillo 2) y 2 (Tigrillo 1), con promedios de  $2,99 \pm 0,32$  y  $3,53 \pm 0,32$  mL/m<sup>3</sup>, respectivamente, y el segundo grupo formado por la mediana más alta, perteneciente a la estación 1 (Isla Caracas este), con un promedio de  $5,44 \pm 0,32$  mL/m<sup>3</sup> (Figura 20).

Tabla 15. Análisis *a posteriori* LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado en las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Estaciones	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Tigrillo 2	72	2,99	
Tigrillo 1	72	3,53	
Isla Caracas este	72	5,44	

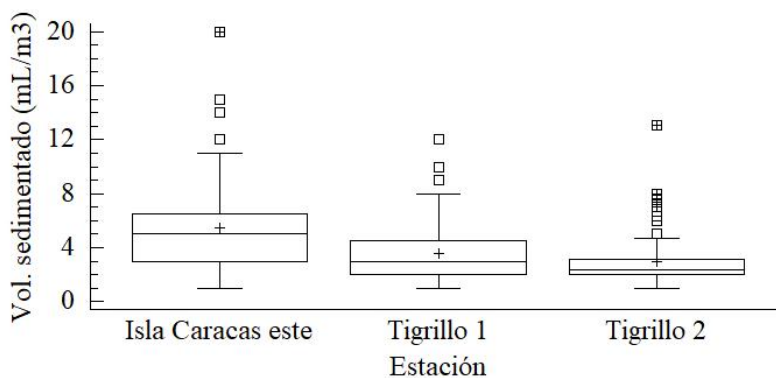


Figura 20. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado en las estaciones muestreadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Para las distancias a la costa, también se mostraron diferencias estadísticamente significativas, para el volumen sedimentado, al aplicarse el análisis estadístico Kruskal-Wallis ( $KW=32,63$ ;  $p=8,2286 \times 10^{-8}$ ). La prueba *a posteriori* LSD, evidenció la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 16). Un primer grupo formado por la mediana más baja, perteneciente a los 10 metros de distancia a la costa ( $2,67 \pm 0,33$  mL/m<sup>3</sup>), y un segundo grupo que aglomera a los 25 y 50 m de distancia, con promedios de  $4,26 \pm 0,33$  y  $5,03 \pm 0,33$  mL/m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 21).

Tabla 16. Análisis *a posteriori* LSD del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado en las distancias estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Distancias	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
10 metros	72	2,67	I
25 metros	72	4,26	I
50 metros	72	5,03	I

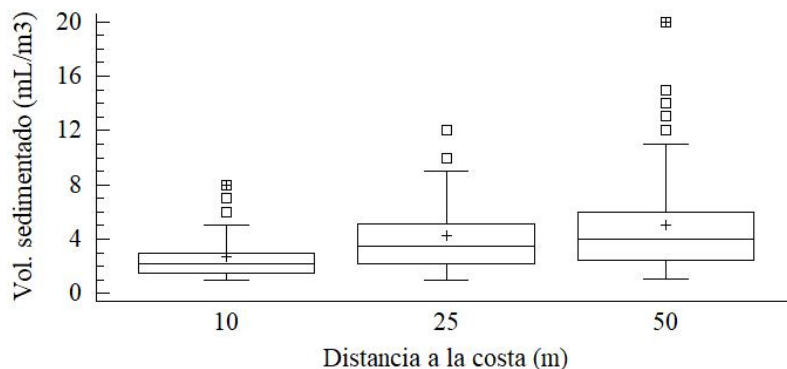


Figura 21. Variación del volumen sedimentado del zooplancton (mL/m<sup>3</sup>) colectado a las distancias a la costa muestreados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

El mayor valor de volumen sedimentado, en los periodos estudiados, se registró en transición, lo que puede deberse a que en esta época se les facilita a los organismos el aprovechar el alimento presente en la columna de agua, sin la acción de fuertes vientos que puedan generar su mortandad. Estos valores coincidieron con las mayores abundancias larvales en los periodos de muestreo de este estudio, lo que es muy común en estudios ictioplanctónicos, ya que, en general se espera que a medida que se presente una mayor biomasa de zooplancton, aumente así la del ictioplancton, debido a que estos se encuentran afectados por los mismos factores de mareas y corrientes, por lo que suelen quedar ubicados dentro de las mismos parches coralinos (Cowen, 2002). Respecto a este hecho, Gallego y Giraldo (2018) mencionan que, debido a que las larvas de peces se alimentan de organismos planctónicos, su supervivencia y crecimiento dependerá en gran medida de la disponibilidad del alimento, por lo que generalmente, estos autores, apoyan la idea que la densidad de larvas de peces se encuentra estrechamente relacionada con la abundancia del zooplancton.

## Densidad de huevos

El análisis de Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los periodos y la densidad de huevos ( $KW=64,42$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, mostró la formación de dos grupos homogéneos (Tabla 17): uno conformado por la mediana más baja, perteneciente al periodo de calma (4,95 huevos/100 m<sup>3</sup>) y otro aglomerando a los periodos de transición y surgencia, con medianas de 102,52 y 135,043 huevos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 22).

Tabla 17. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de huevos de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Calma	36	4,95	I
Transición	72	102,52	II
Surgencia	108	135,043	

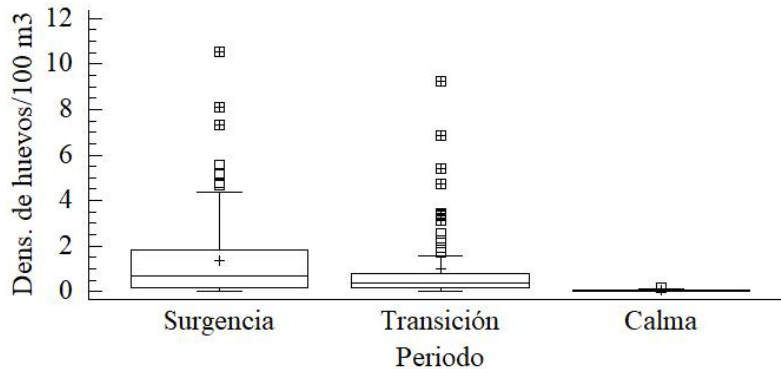


Figura 22. Densidad de huevos (huevos/100 m<sup>3</sup>) en los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Al compararse la densidad de huevos entre los meses, el análisis estadístico Kruskal-Wallis señaló diferencias estadísticamente significativas ( $KW=91,09$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, indicó la formación de tres grupos homogéneos parcialmente solapados entre sí (Tabla 18), donde el primero se encuentra formado por los meses donde las medianas fueron las menores, los meses de octubre y agosto, con medianas de 4,95 y 58,67 huevos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente. El segundo fue constituido por los meses de agosto, abril, junio y febrero, donde los meses de abril, junio y febrero



presentaron promedios de 88,76; 116,28 y 120,53 huevos/100 m<sup>3</sup>, para cada mes. El tercer grupo estuvo conformado únicamente por el mes de diciembre 2015, el cual presentó la mayor mediana (225,92 huevos/100 m<sup>3</sup>) (Figura 23).

Tabla 18. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de huevos de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Octubre 2016	36	4,95	
Agosto 2016	36	58,67	
Abril 2016	36	88,76	
Junio 2016	36	116,28	
Febrero 2016	36	120,53	
Diciembre 2015	36	225,92	

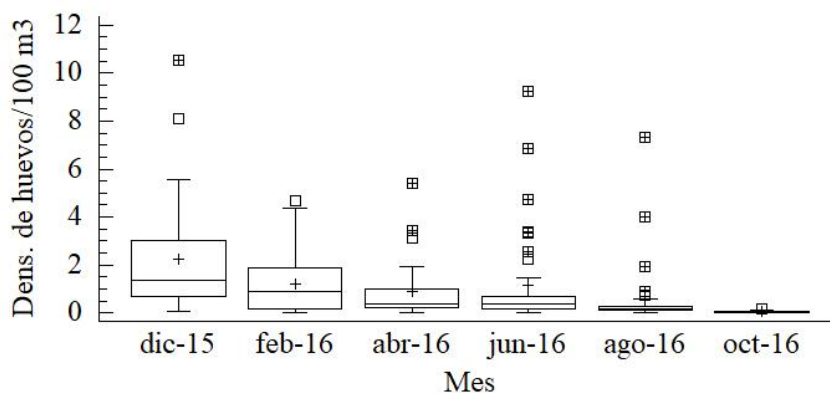


Figura 23. Densidad de huevos (huevos/100 m<sup>3</sup>) en los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

La densidad de huevos entre las tres estaciones evaluadas, tras la aplicación del análisis de Kruskal-Wallis, también mostró diferencias estadísticamente significativas (KW=9,30;  $p=0,0095$ ). La *a posteriori* LSD (95%) evidenció la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 19). El primer grupo constituido por la estación 3 (Tigrillo 2), con una mediana de 53,23 huevos/100 m<sup>3</sup>, y el segundo grupo aglomeró las estaciones 1 (Isla Caracas este) y 2 (Tigrillo 1), con medianas de 107,40 y 146,92 huevos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 24).

Tabla 19. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de huevos de peces para las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Estaciones	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Tigrillo 2	72	53,23	I
Isla Caracas este	72	107,40	I
Tigrillo 1	72	146,92	II

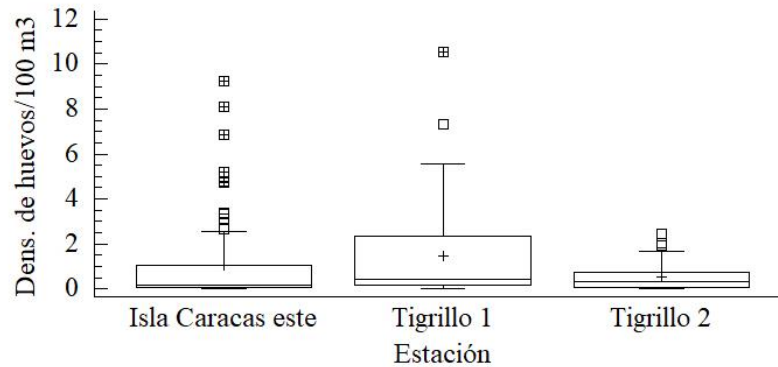


Figura 24. Densidad de huevos (huevos/100 m<sup>3</sup>) en las estaciones muestreadas, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Entre las distancias a la costa, la densidad de huevos no mostró diferencias estadísticamente significativas (KW=2,81;  $p=0,2452$ ). Se observó que la mayor densidad de huevos se presentó en el mes de diciembre 2015, correspondiente al periodo de surgencia. Este hecho se puede atribuir a que en este mes se presentaron vientos moderados, y se ha documentado que algunas especies se encuentran condicionadas a desovar cuando existe una turbulencia moderada en la columna de agua, provocando un movimiento de los nutrientes que se encuentran en las capas más profundas, generando así una disposición de alimentos, sin afectar a los organismos ictioplanctónicos. Respecto a esto, Lasker (1981) expone que un evento de surgencia moderado es más positivo para la supervivencia del ictioplancton debido a que promueve la disponibilidad del alimento (fitoplancton y zooplancton). Cury y Roy (1989) desarrollaron profusamente las hipótesis de Hjort (1914), la de Cushing (1969) (“match-mismatch”) y la de Lasker (1981) (evento Lasker), y proponen que cierta actividad del viento propicia lo que convinieron en llamar “ventanas ambientales óptimas” las cuales promoverían la sobrevivencia del ictioplancton. Con respecto a las estaciones, fue

Tigrillo 1 que presentó la mayor densidad de huevos en este estudio, lo que puede deberse a que esta zona presenta características que la hacen un ambiente propicio para favorecer la sobrevivencia de los huevos de peces, tales como: la presencia de *Sargassum* sp. estacional, sustrato rocoso con arena muy fina (arcillosa) y una comunidad coralina franjeante. Además de encontrarse mejor protegida de la acción del viento y del oleaje, factores inciden generalmente en la mortalidad del ictioplancton.

### Densidad de larvas

Los resultados obtenidos para las densidades larvales, con respecto a los periodos con mayores promedios, fueron inversos a las densidades de huevos; sin embargo, la densidad de larvas, al igual que la de huevos, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los periodos muestreados, tras la aplicación del análisis de Kruskal-Wallis (KW=112,88;  $p=0,000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, señaló la formación de tres grupos homogéneos bien definidos (Tabla 20). El primer grupo conformado por la mediana más baja, perteneciente al periodo de surgencia (3,35 larvas/100 m<sup>3</sup>), y el segundo formado por el de transición (13,71 larvas/100 m<sup>3</sup>), y el último por el de calma (87,31 larvas/100 m<sup>3</sup>) (Figura 25).

Tabla 20. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de larvas de peces para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	3,35	I
Transición	72	13,71	II
Calma	36	87,31	III

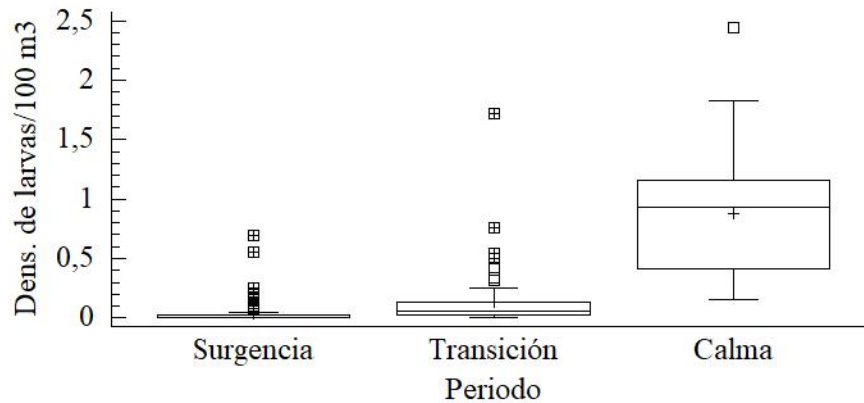


Figura 25. Densidad de larvas (larvas/100 m<sup>3</sup>) en los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

También el análisis estadístico Kruskal-Wallis arrojó diferencias estadísticamente significativas de la densidad de larvas entre los meses (KW=140,87;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, indicó la formación de tres grupos (Tabla 21). El primer grupo quedó conformado por los meses donde los promedios de la densidad de larvas fueron bajos, representado por los meses de febrero (0,14 larvas/100 m<sup>3</sup>), diciembre (1,40 larvas/100 m<sup>3</sup>), abril (4,58 larvas/100 m<sup>3</sup>) y agosto (8,50 larvas/100 m<sup>3</sup>). En el segundo grupo se ubicó únicamente al mes de junio 2016 con un promedio de 22,85 larvas/100 m<sup>3</sup>. El mes de octubre 2016 destacó con la mayor mediana (87,31 larvas/100 m<sup>3</sup>), formando así, el tercer y último grupo (Figura 26).

Tabla 21. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de larvas de peces para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	36	0,14	
Diciembre 2015	36	1,40	
Abril 2016	36	4,58	
Agosto 2016	36	8,50	
Junio 2016	36	22,85	
Octubre 2016	36	87,31	

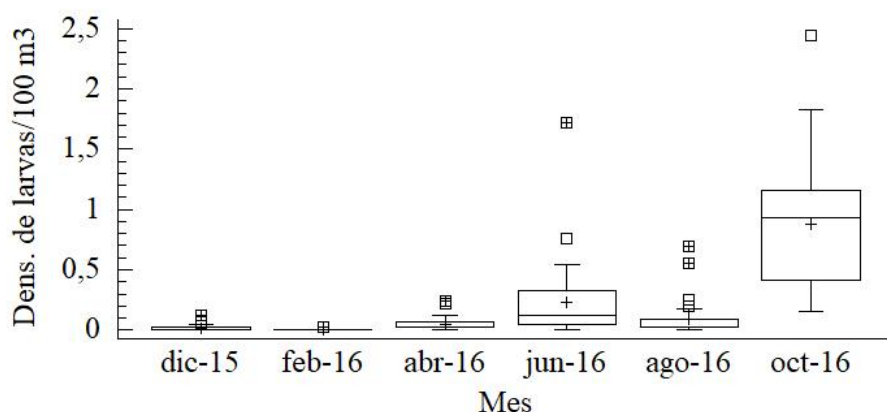


Figura 26. Densidad de larvas (larvas/100 m<sup>3</sup>) en los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

La mayor densidad larval promedio se observó en la estación el Tigrillo 1 ( $32,39 \pm 4,62$  larvas/100 m<sup>3</sup>), seguida por Isla Caracas este ( $18,73 \pm 4,62$  larvas/100 m<sup>3</sup>) y Tigrillo 2 ( $11,26 \pm 4,62$  larvas/100 m<sup>3</sup>), por lo cual, el análisis de Kruskal-Wallis indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $KW=7,59$ ;  $p= 0,0225$ ). En la Tabla 22, se evidencia los dos grupos formados por la prueba *a posteriori* LSD, un primer grupo que aglomeró las medianas más bajas pertenecientes a las estaciones de Tigrillo 2 e Isla Caracas este, y un segundo grupo formado solamente por la estación 2 (Tigrillo 1), la cual obtuvo la mediana más alta en este análisis (Figura 27).

Tabla 22. Análisis *a posteriori* LSD de la densidad de larvas de peces para las estaciones estudiadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Estaciones	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Tigrillo 2	72	11,26	
Isla Caracas este	72	18,73	
Tigrillo 1	72	32,39	

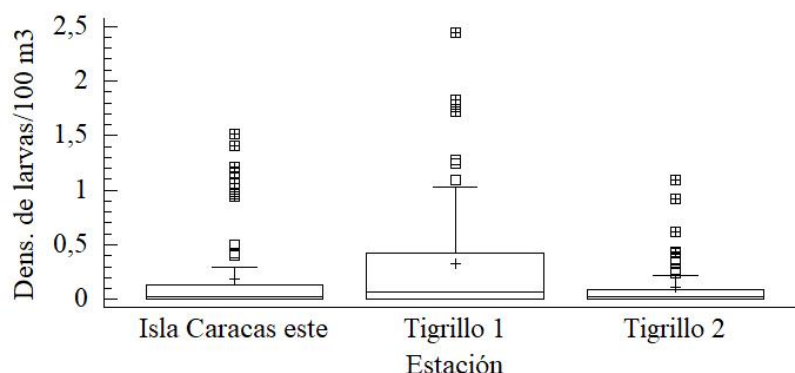


Figura 27. Densidad de larvas (larvas/100 m<sup>3</sup>) en las estaciones muestreadas, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Sin embargo, entre las distancias a la costa, el análisis estadístico Kruskal-Wallis indicó que no existen diferencias con respecto a las densidades larvales (KW=3,30;  $p=0,1922$ ). La baja densidad larvaria, en el periodo de surgencia, es explicado por Miller y Kendall (2009), quienes refieren que la turbulencia ocasionada en este periodo afecta la sobrevivencia de las larvas, ya que mucha turbulencia no le permite a las larvas encontrar presas para una adecuada alimentación.

Diversos autores (Briceño, 2000; Allen, 2005; Cedeño, 2008; Cova, 2018), concuerdan con que los meses de mayor densidad larval son los meses correspondientes al periodo de calma (época de lluvias), tal y como se presenta en los resultados de este estudio, apoyando las observaciones mostradas en el número de especies, donde coincide en que octubre 2016 es el mes de mayor presencia larval. Esto se debe a que en el periodo de lluvias la columna de agua permanece en estado de calma, siendo aprovechado por los peces adultos para su reproducción y aseguramiento de la sobrevivencia de sus huevos y larvas, poca dispersión y maximizar el asentamiento de las mismas, haciendo al ecosistema acuático estable y propicio para el desove de los peces (Cedeño, 2008). En cuanto a las estaciones, al igual que para la densidad de huevos, la estación Tigrillo 1 presentó la mayor densidad larval, y como ha sido descrito anteriormente, esta estación presenta características que la hacen un ambiente propicio para favorecer la sobrevivencia de las larvas, de tal manera que logren superar los períodos críticos que se presentan durante su ciclo de vida (Marcano, 2014).

## Índices ecológicos

### Diversidad (H')

En cuanto a la diversidad, entre los periodos, se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $KW=63,57$ ;  $p=0,000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, mostró la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 23), donde el primer grupo está constituido por los periodos de surgencia y calma, que representan los promedios más bajos ( $0,15 \pm 0,05$  y  $0,32 \pm 0,09$  bits/ind, respectivamente), y el segundo grupo formado por el periodo de transición, presentando el mayor promedio ( $0,81 \pm 0,06$  bits/ind) (Figura 28).

Tabla 23. Análisis *a posteriori* LSD de la diversidad (H') para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	0,15	
Calma	36	0,32	
Transición	72	0,81	

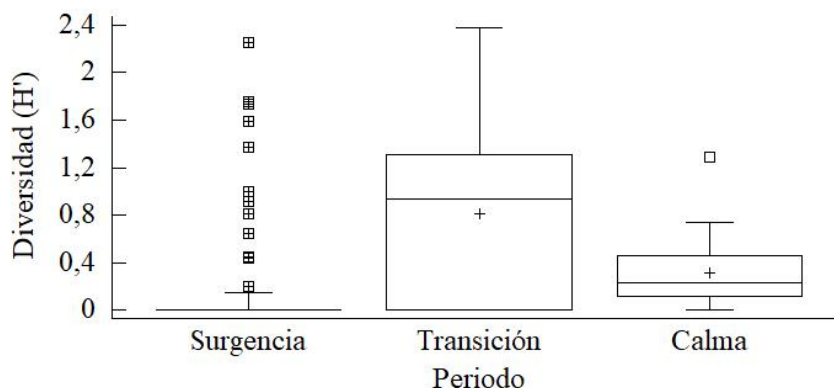


Figura 28. Variación del índice de diversidad (H') entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Con respecto a los meses, estadísticamente también el Kruskal Wallis mostró la existencia de diferencias significativas ( $KW=77,65$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, indicó la formación de cuatro grupos, parcialmente solapados (Tabla 24). El

primero está constituido por los meses de febrero y diciembre ( $0,00 \pm 0,00$  y  $0,15 \pm 0,39$  bits/ind, respectivamente), el segundo está formado por el mes de diciembre, agosto y octubre, donde agosto y octubre presentaron promedios de  $0,29 \pm 0,62$  y  $0,32 \pm 0,29$  bits/ind. El tercero se encontró conformado por abril ( $0,59 \pm 0,66$  bits/ind), y por último, el cuarto constituido por el mes de junio, el cual presentó el mayor promedio de diversidad ( $1,03 \pm 0,63$  bits/ind) (Figura 29).

Tabla 24. Análisis *a posteriori* LSD de la diversidad ( $H'$ ) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	36	0,00	
Diciembre 2015	36	0,15	
Agosto 2016	36	0,29	
Octubre 2016	36	0,32	
Abril 2016	36	0,59	
Junio 2016	36	1,03	

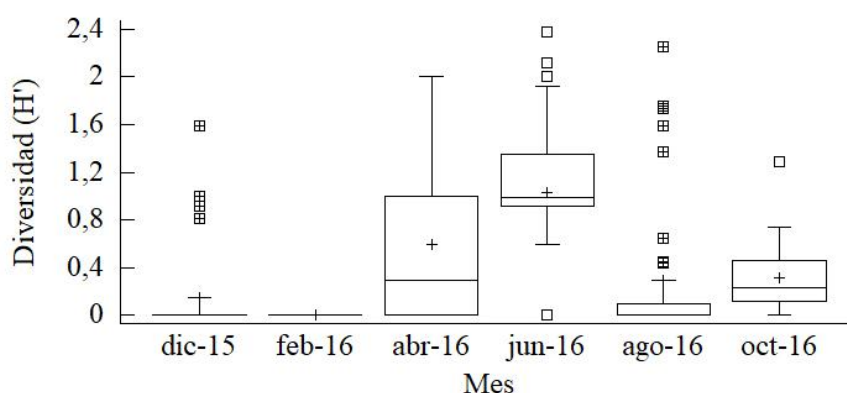


Figura 29. Variación del índice de diversidad ( $H'$ ) entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

El análisis estadístico Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones ( $KW=3,70$ ;  $p=0,1576$ ), y tampoco entre la distancia a la costa ( $KW=5,87$ ;  $p=0,05318$ ), con respecto a la diversidad.

La zona de estudio se considera un área de baja diversidad, según lo planteado por Menares y Sepúlveda (2005), quienes consideraron núcleos de alta diversidad, aquellas zonas con valores iguales o superiores a 2 bits/ind, y núcleos de baja diversidad



las zonas con valores menores a 2 bits/ind. Al respecto, Nybakken (1988) plantea que en general las áreas costeras se caracterizan por tener baja diversidad y alta abundancia generada por unas cuantas especies dominantes.

La diversidad en las comunidades de peces puede verse influenciada por varios factores como la latitud y longitud, el tipo de sustrato y las estaciones del año (Sale, 1991; Fariña y Méndez, 2009; Rabascall, 2009). También por los procesos inter-específicos, los cuales son comunes dentro de estos ambientes, representados por la especialización trófica, que controla la abundancia de ciertas especies a través de la competencia y la depredación, y contribuye en el flujo energético del ecosistema (Medina *et al.*, 2004). No obstante, factores abióticos como los vientos y eventos de surgencia también afectan la diversidad y la distribución de los peces dentro del arrecife coralino (Guzmán, 1988). También existen hipótesis que indican que la profundidad o fases lunares pueden ser factores que expliquen variaciones en cuanto a la diversidad y la abundancia de larvas de peces; sin embargo, esto aún no ha sido evidenciado en sistemas arrecifales (Sponaugle *et al.*, 2003).

Otra causa probable de la baja diversidad, es lo señalado por Montoya (2017) para una de sus zonas de muestreo (el arrecife Isla larga) en el Parque Nacional San Esteban, en este caso se presentó una menor diversidad y equidad ictioplanctónica debido a la ubicación suroeste del arrecife hacia sotavento, además de la dimensión y forma de la isla, lo cual hace que el efecto de las corrientes dificulte el reclutamiento de las larvas. Aunado a esto, ésta es una de las islas que recibe la mayor actividad antrópica, la cual es un fuerte factor de perturbación, siendo señalado por Rodríguez-Quintal *et al.* (2011), como una de las causas de baja diversidad.

Al contrastarse la diversidad registrada en este estudio, con las encontradas por otros autores para el oriente de Venezuela, se corrobora que esta es baja, siendo menor que la presentada por Fariña (2009), quién reportó una diversidad que osciló entre 0,92 y 2,51 bits/ind en las Islas Caracas, y la de Henríquez (2013), quién registró para la Península de Araya valores entre 0,26-2,70 bits/ind, respaldando la idea anterior de que en áreas muy costeras la diversidad es menor que las encontradas en aguas abiertas u oceánicas.

### Equitabilidad (J')

La equitabilidad entre periodos mostró diferencias estadísticamente significativas (KW=63,01;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD evidenció la formación de dos grupos bien definidos (Tabla 25). Un primer grupo formado por los valores promedios más bajos, constituido por los periodos de surgencia y calma ( $0,11 \pm 0,29$  y  $0,23 \pm 0,19$  bits/ind, respectivamente). El otro grupo formado por el periodo de transición, el cual presentó el valor promedio más alto ( $0,56 \pm 0,44$  bits/ind) (Figura 30).

Tabla 25. Análisis *a posteriori* LSD de la equitabilidad (J') para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	0,11	
Calma	36	0,23	
Transición	72	0,56	

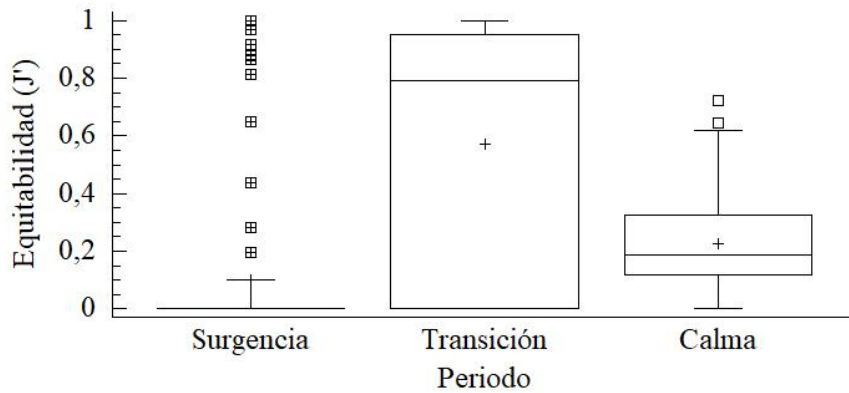


Figura 30. Variación del índice de equitabilidad (J') entre los periodos muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Entre los meses de muestreo, también se presentaron diferencias estadísticamente significativas (KW=74,54;  $p=0,0000$ ), indicando la prueba *a posteriori* LSD la formación de cuatro grupos parcialmente solapados, los cuales se visualizan en la Tabla 26, el primero está constituido por febrero y diciembre, presentando los valores promedios más bajos de equitabilidad ( $0,00 \pm 0,00$  y  $0,13 \pm 0,33$  bits/ind). En el segundo se encuentran los meses de diciembre, agosto y octubre ( $0,13 \pm 0,33$ ;  $0,17 \pm 0,33$  y  $0,23 \pm 0,19$  bits/ind). El tercero lo formó abril ( $0,44 \pm 0,46$  bits/ind). Y por

último, el grupo con el mayor promedio, está constituido por junio ( $0,69 \pm 0,37$  bits/ind). Los meses con mayores promedios de equitabilidad, fueron correspondientes al periodo de transición (Figura 31).

Tabla 26. Análisis *a posteriori* LSD de la equitabilidad ( $J'$ ) para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	36	0,00	
Diciembre 2015	36	0,13	
Agosto 2016	36	0,17	
Octubre 2016	36	0,23	
Abril 2016	36	0,44	
Junio 2016	36	0,69	

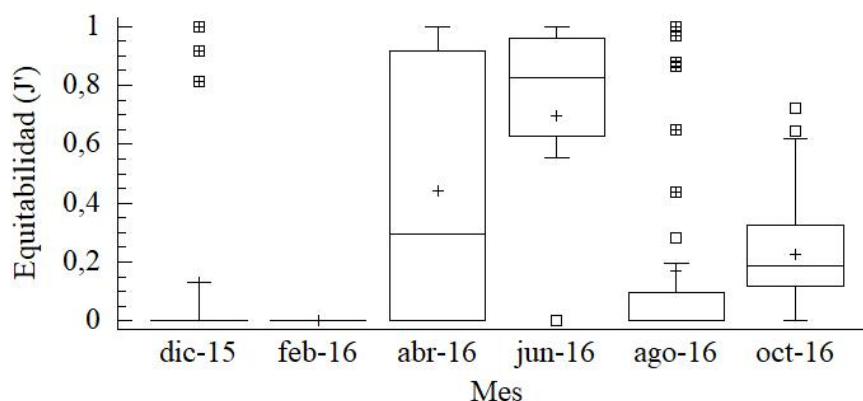


Figura 31. Variación del índice de equitabilidad ( $J'$ ) entre los meses muestreados, en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Tras la aplicación del análisis de Kruskal-Wallis, se obtuvo que no existen diferencias significativas ni entre las estaciones ( $KW=1,99$ ;  $p=0,3694$ ), ni entre las distancias ( $KW=5,29$ ;  $p=0,0708$ ).

La equitabilidad es un parámetro que indica la proporción de individuos que aporta cada especie al total de organismos, la cual oscila entre 0 y 1. A medida que el valor aumenta hasta alcanzar la unidad, las especies aportan individuos en un mismo porcentaje y por tanto las condiciones ambientales son adecuadas para el desarrollo simultáneo de las especies presentes (Henríquez, 2013). Por otro lado, Leis (1993)

plantea que la presencia de pocas o muchas especies pero con buena proporcionalidad de individuos, provoca un incremento de este índice; por el contrario, éste disminuye cuando no hay uniformidad en la proporción, es decir, cuando no hay armonía entre el número de individuos por especie. En el estudio realizado, los valores obtenidos no se acercaron a la unidad, por lo que se infiere que existieron especies que presentaron un mayor aporte de individuos que otras, siendo beneficiadas por las condiciones ambientales presentes en ésta zona.

Los resultados obtenidos en este trabajo, son menores si se comparan con los presentados por Fariña (2009) en la Isla Caracas, donde reportó valores que oscilaron entre 0,68 y 1,00, y los de Ramírez (2017) para el Golfo de Cariaco, presentando una equitabilidad que fluctuaba de 0,15-1,00. Valores contrastantes a los reportados en este trabajo, fueron encontrados en México por González-Armas *et al.* (2008), quienes documentaron una equitabilidad entre 0,41-0,63; para el Golfo de California, y por Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez (2016), para la laguna de Tamiahua, Veracruz, reportando una equidad que iba de 0,45 a 0,78.

## Riqueza

Entre los periodos, la mayor riqueza de especies se observó en la transición, con promedio de  $0,68 \pm 0,06$ , y la menor se mostró en el periodo de surgencia ( $0,15 \pm 0,05$ ). El periodo de calma mostró un valor promedio intermedio de  $0,38 \pm 0,08$ . Al aplicarse el análisis de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas de la riqueza, con respecto a los periodos ( $KW=59,51$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, mostró la formación de tres grupos bien definidos (Tabla 27), constituido el primero por la mediana más baja perteneciente al periodo de surgencia, el segundo por otra parte se formó por el periodo de calma, y el último grupo estuvo conformado por la mediana más alta, perteneciente al periodo de transición (Figura 32).

Tabla 27. Análisis *a posteriori* LSD de la riqueza para los periodos estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Periodos	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Surgencia	108	0,15	I
Calma	36	0,23	II
Transición	72	0,68	III

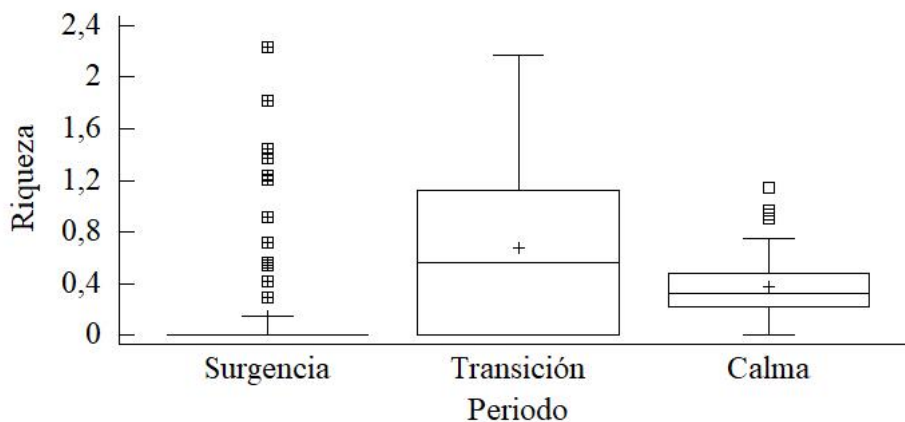


Figura 32. Variación de la riqueza de larvas de peces en los periodos de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Con respecto a los meses muestreados, la riqueza de larvas de peces, presentó el menor registro en los meses de febrero y diciembre, con promedios de  $0,00 \pm 0,08$  y  $0,18 \pm 0,08$ , respectivamente. Por otro lado, los meses de abril y junio presentaron el mayor valor de riqueza de larvas ( $0,59 \pm 0,08$  y  $0,76 \pm 0,08$ , respectivamente), ambos pertenecientes al periodo de transición. Agosto y octubre presentaron valores promedios intermedios ( $0,27 \pm 0,08$  y  $0,38 \pm 0,08$ , respectivamente). Tras la aplicación del análisis estadístico Kruskal-Wallis, se determinó que estadísticamente existen diferencias significativas ( $KW=68,91$ ;  $p=0,0000$ ). La prueba *a posteriori* LSD, evidenció la formación de cuatro grupos parcialmente solapados, el primero constituido por febrero y diciembre, un segundo grupo que aglomeró los meses de diciembre, agosto y octubre. El tercero se encontró constituido por octubre y abril. El cuarto y último grupo se formó con las medianas más altas pertenecientes a abril y junio (Figura 33).

Tabla 28. Análisis *a posteriori* LSD de la riqueza para los meses estudiados en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Conteo	Mediana	Grupos Homogéneos
Febrero 2016	36	0,00	
Diciembre 2015	36	0,18	
Agosto 2016	36	0,27	
Octubre 2016	36	0,38	
Abril 2016	36	0,59	
Junio 2016	36	0,76	

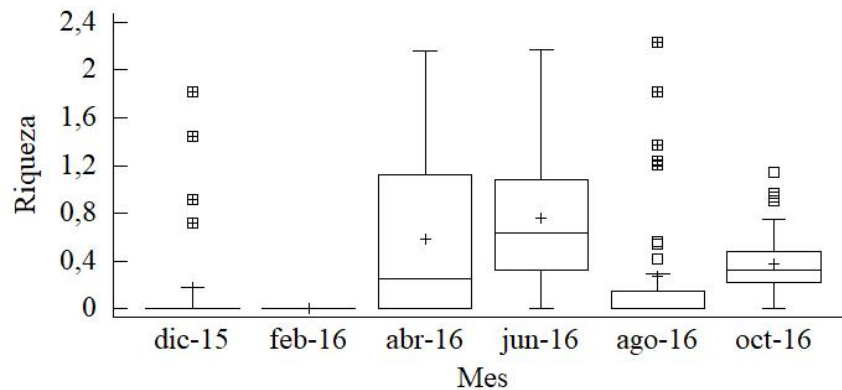


Figura 33. Variación de la riqueza de larvas de peces en los meses de muestreo en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Entre las estaciones y entre las distancias, el análisis de Kruskal-Wallis aplicado, demostró la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas, con respecto a la riqueza (KW=3,36,  $p=0,1861$  y KW=5,94,  $p=0,0514$ , respectivamente).

La riqueza permite conocer la variedad de especies presentes en el área de estudio, la cual está relacionada, con el número de individuos de cada una de ellas. Cabe destacar, que cuando el número de especies es alto, los valores de riqueza son mayores (Henríquez, 2013). En la zona de estudio se determinó que la riqueza fue baja, si se compara con la registrada por otras áreas marino-costeras, este hecho se atribuye a las características geográficas presentadas por las estaciones sometidas a estudio, además de la presencia de un grupo de especies dominantes, que presentaron una alta abundancia de individuos en todo el periodo de muestreo. En otras zonas del continente, Martínez-Aguilar *et al.* (2010), reportaron para la zona costera del Pacífico colombiano

valores entre 0,16 y 2,55. Así mismo, Aronés y Nakasaki (2019), registraron una riqueza específica en la costa peruana, que osciló entre 0,154 y 2,387, siendo mayores a los encontrados en este trabajo.

Los datos de este estudio mostraron resultados coincidentes con los expresados en el número de especies y diversidad, siendo el periodo de transición una época destacada por su mayor incidencia en la actividad reproductiva de las especies de peces, de acuerdo a lo mostrado en los valores de riqueza.

### Constancia

En cuanto a la estructura comunitaria ictioplanctónica de la zona central del PNM, se observó que en todos los meses muestreados, la mayoría de las especies encontradas fueron accidentales, representando el 92,27% de constancia durante todo el periodo de muestreo. Éstas últimas, fueron precedidas por las especies cíclicas con el 5,81% y en menor porcentaje de aparición se encontraron las permanentes con el 1,92%. Es importante resaltar la ausencia de especies permanentes en los meses de: diciembre 2015, febrero, abril y agosto de 2016 (Figura 34).

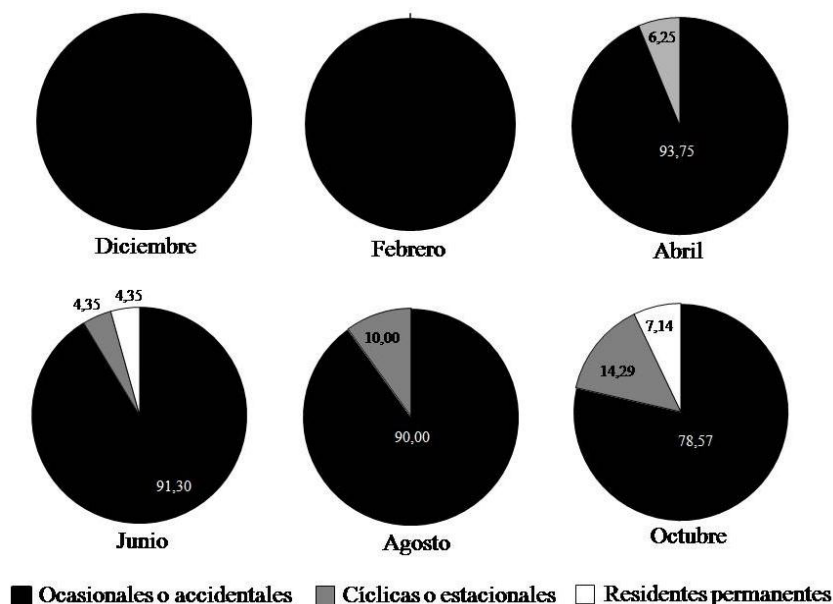


Figura 34. Distribución porcentual de las especies de larvas peces registradas durante todos los meses de muestreo en 3 estaciones de la zona central del PNM.

Por otra parte, se observa en la Figura 35, que la estructura comunitaria ictioplanctónica de las estaciones estudiadas no varió, siendo evidente que en general presentaron el mismo comportamiento a lo largo de las 3 estaciones, durante los meses de muestreo. Los visitantes ocasionales o accidentales fueron el grupo más destacado en todas las estaciones, con un 91,31%, a su vez las especies cíclicas o estacionales sólo representaron un pequeño porcentaje como componentes comunitarios, con un 3,14%. No se presentaron especies residentes o permanentes en ninguna de las estaciones muestreadas (Figura 35).

Estos resultados de constancia y su variación estacional, determinan que las especies pueden no estar reproduciéndose de manera continua durante el año, y que solo en los pulsos reproductivos mayores, establecidos por cada especie en un ciclo anual, es donde existe la probabilidad de ser capturados por su gran biomasa inicial. También la presencia de pocas especies permanentes ha sido descrita como una característica de ecosistemas cambiantes, altamente dinámicos, donde sólo unas pocas especies están adaptadas a los cambios estacionales y a la escasa diversificación del espacio (Blaber y Blaber, 1980; Lasiak, 1984; Whitfield, 1996).

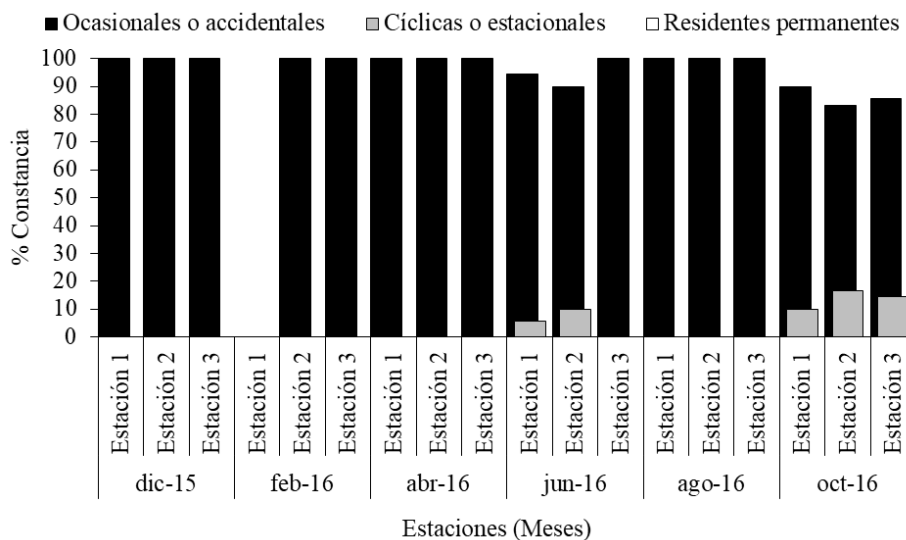


Figura 35. Distribución porcentual de las especies de larvas peces registradas durante todos los meses de muestreo en 3 estaciones de la zona central del PNM.



Las dos especies permanentes presentes en este estudio, pertenecen a la familia Clupeidae, los cuales normalmente se aproximan a la costa para su reproducción. Su alta frecuencia de aparición puede deberse a que esta familia posee un rápido crecimiento, fecundidad relativamente alta y escasa amplitud en sus migraciones en la mayoría de las especies. Además de esto, en regiones tropicales la tendencia reproductiva no se define claramente, y generalmente muchos peces muestran un desove continuo con uno o varios picos de intensidad (Madrigal, 1985), como en *S. aurita*, encontrándose estas especies durante todo el periodo de estudio con abundancias máximas en ciertos meses.

Freitas y Muelbert (2004) en la región sureste de Brasil, indican que los Clupeidae, junto a los Engraulidae son los que presentan la más alta abundancia, dominancia y frecuencia de ocurrencia en su estudio.

#### Dominancia

El valor promedio más alto de dominancia numérica, se presentó en octubre 2016 con un valor de 93,37%, y el más bajo en el mes de abril 2016, con 22,67% (Figura 36). La dominancia mostró cambios a lo largo del período de muestreo, siendo muy bajos en los tres primeros meses del estudio, para luego subir en los tres últimos, y finalmente llegar a obtener un mayor porcentaje en el último mes (octubre 2016), esto fue producto de la captura de un número considerable de organismos de la especie *Harengula jaguana*. Sobre tres especies recaen los valores más altos de dominancia numérica mensual, siendo está liderada por *Sardinella aurita* en tres meses del periodo muestreado: diciembre 2015, abril y junio 2016 (28,38, 22,67 y 57,53%, respectivamente). En febrero 2016 dominó un blenido (*Parablennius marmoreus*) con un 40% de dominancia, y los dos últimos meses (agosto y octubre 2016), dominó el clupeido (*H. jaguana*), con porcentajes de 65,95 y 93,37%, respectivamente.

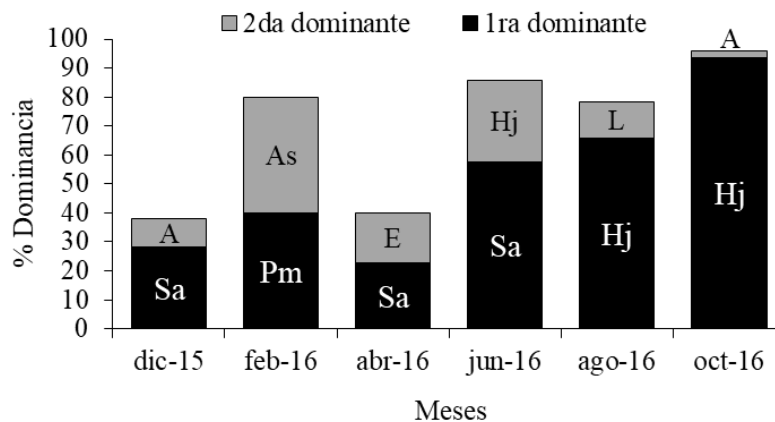


Figura 36. Variación mensual del índice de dominancia numérica, en la zona central del PNM. (Sa= *Sardinella aurita*, Pm= *Parablennius marmoratus*, Hj= *Harengula jaguana*, A= *Achirus* sp., As= *Abudefduf saxatilis*, E= *Eucinostomus* sp., L= Labridae sp. 1).

Por otro lado, la variación de la dominancia numérica por estaciones se observa en la Figura 37. Para el mes de diciembre 2015, se reveló que las especies dominantes fueron *Sardinella aurita* y *Achirus* sp., encontrándose la mayor dominancia en la estación 2, representada por la especie *S. aurita* con un 82,35%. En febrero 2016, dominaron las especies *Abudefduf saxatilis* y *Parablennius marmoratus*, en donde también la estación 2 presentó el mayor índice, representada por la especie *P. marmoratus*, con un 100% de dominancia. En abril 2016, se registraron a las especies *Eucinostomus* sp. y *S. aurita* como dominantes, para este mes se mostró una dominancia muy similar entre la estación 1 y 2, siendo ligeramente mayor en la estación 1, en donde se encontró a la especie *Eucinostomus* sp., con un 32,50% de dominancia. Para junio 2016, las tres estaciones fueron dominadas por *S. aurita*, se observó una dominancia similar entre las estaciones 2 y 3, destacando la estación 3 con un 65,98% de índice de dominancia, para dicha especie. En agosto 2016, las estaciones se encontraron dominadas por Labridae sp. 1 (estación 1) y por *Harengula jaguana* (estaciones 2 y 3), destacando la estación 2 por presentar el mayor índice de dominancia con un 90%, para *H. jaguana*. Y finalmente, en el mes de octubre 2016, todas las estaciones fueron dominadas por *H. jaguana*, observándose que hubo una dominancia similar entre las estaciones, siendo ligeramente mayor en la estación 2, en donde se registró un 94,70% de dominancia para ésta especie.

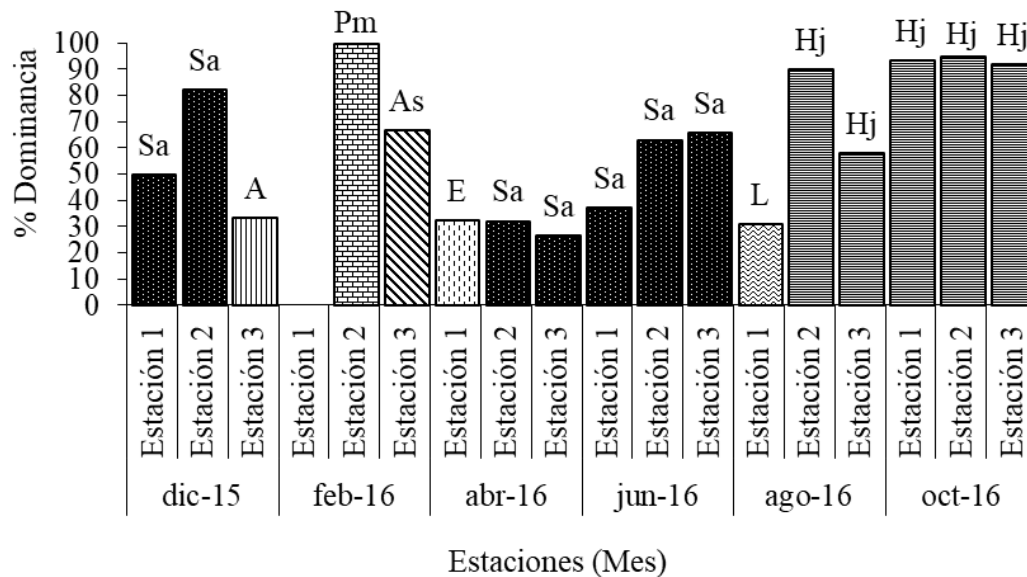


Figura 37. Variación en las estaciones del índice de dominancia numérica, en la zona central del PNM. (Sa= *Sardinella aurita*, Pm= *Parablennius marmoratus*, Hj= *Harengula jaguana*, A= *Achirus* sp., As= *Abudefduf saxatilis*, E= *Eucinostomus* sp., L= *Labridae* sp. 1).

La dominancia de la familia Clupeidae, específicamente *S. aurita*, puede encontrarse relacionada a su alta frecuencia en la costa oriental durante los eventos reproductivos, donde los adultos pueden llegar a formar importantes cardúmenes en las capas de agua superficiales o subsuperficiales, así como también dentro de golfos y bahías o en mar abierto (Cervigón, 1991). Las zonas cercanas a las localidades estudiadas, han sido usadas históricamente como áreas donde se desarrolla una pesquería artesanal importante, así como zona de desove importante para la sardina (Freón *et al.*, 1997) que bien pudieran estar explicando la alta frecuencia de larvas en la mayoría de las estaciones.

En estudios realizados en el país, Cedeño (2008), en un parche arrecifal en las costas sur del Golfo de Cariaco, señaló a la Clupeidae como una de las más persistentes durante todo su periodo de muestreo. También, Allen *et al.* (2009), para el suroeste del Golfo de Cariaco, la determinó como una de las más dominantes por su abundancia. Por otra parte, Ramírez (2017), en la costa norte y sur del Golfo de Cariaco, destacó que las familias de mayor incidencia en sus muestreos fueron Engraulidae, Gobiidae, Clupeidae

y Blenniidae. Para el norte del Golfo de México, Hernández *et al.* (2010), determinaron como una de las más dominantes en sus colectas a la Clupeidae. La dominancia de la especie *S. aurita* en esta investigación, muestra la importancia de las áreas estudiadas en su función como criadero de larvas de esta especie.

### **Análisis estadísticos multivariados**

Se realizó un dendrograma, que evidenció los meses y las estaciones que presentaron una mejor asociación con respecto a las especies que la conforman (Figura 38). Se trazó una línea de similaridad al 25%, en donde se observó la formación de cuatro grupos bien diferenciados (A, B, C y D). El primer grupo (A) se encuentra formado por diciembre 2015 (estaciones 1, 2 y 3) y abril (estaciones 1 y 3), meses que se ven influenciados por el fenómeno de surgencia, y presencia de vientos fuertes, además de una baja precipitación. El segundo grupo (B), aglomeró aquellos meses en donde los vientos son débiles, y el efecto de la surgencia es moderado o incluso hay ausencia de ésta. Los meses que se encontraron en este grupo fueron: junio, agosto y octubre 2016, cada uno con sus tres estaciones, además también se encontró en este grupo al mes de abril 2016 representado por la estación 2 únicamente. Por otro lado, las estaciones 2 y 3 de febrero 2016, formaron grupos distintos, denominados D y C, respectivamente, esto puede deberse a que en este mes se registraron los vientos más fuertes del presente estudio, lo que causó una alta turbulencia, aunado a las diferentes características que presentaban cada una de las estaciones muestreadas. Para la estación 1, en febrero 2016, no hubo presencia de larvas de ninguna especie, por lo cual se eliminó esta estación del presente análisis, dejando sólo aquellas estaciones que hayan registrado al menos una especie. En general, se observó una tendencia de agrupación temporal, en aquellos meses que presentaban similitud en sus condiciones físico-químicas.

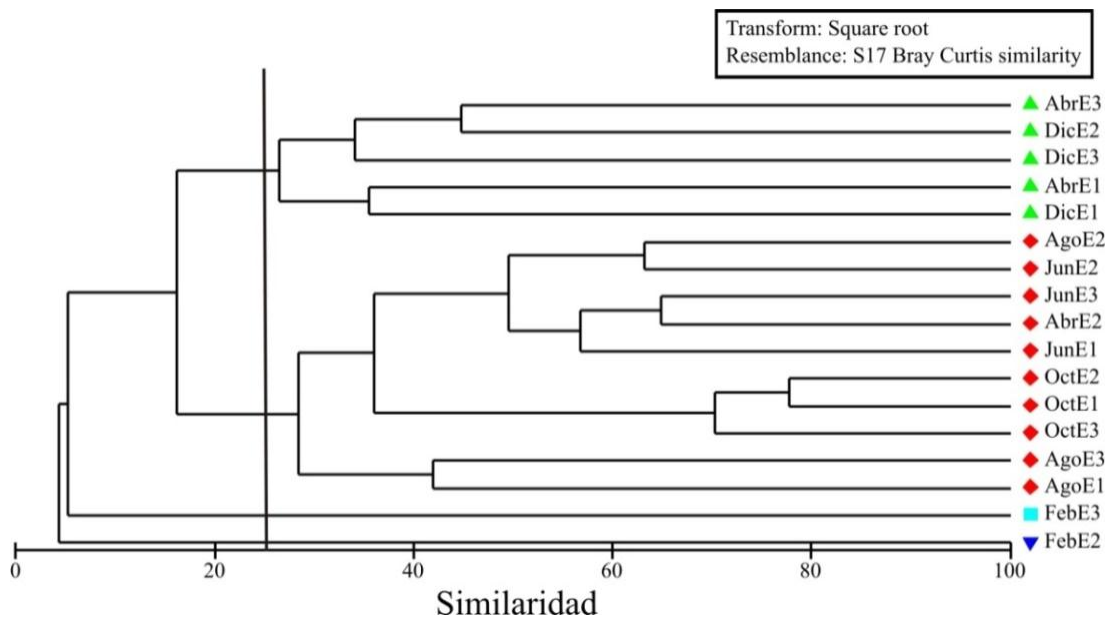


Figura 38. Dendrograma construido con base en la similitud de Bray-Curtis, para valores de abundancia de las especies muestreadas en la zona central del PNM. ▲ Grupo A, ◆ Grupo B, ■ Grupo C, ▼ Grupo D.

Un análisis de ordenamiento espacial (MDS) muestra la asociación de los meses y estaciones de estudio, con base a la composición de especies de larvas de peces. El ordenamiento presentó un coeficiente de estrés de 0,12 indicando que la gráfica resulta útil para ser interpretada (Clarke y Warwick, 1994). En la misma se observa una tendencia general de agrupamiento de aquellos meses con menor turbulencia y con una menor incidencia de la surgencia, que corresponden a los periodos de transición y calma en el nororiente de Venezuela. Los meses con la máxima incidencia de la surgencia (diciembre 2015 y febrero 2016), alta turbulencia y fuertes vientos, no mostraron una clara similitud entre sí, lo que pudo ser influenciado a la amplia variación de los vientos y la surgencia en este periodo, por lo cual se ofrecieron condiciones diferentes en estos meses para algunas especies de peces, lo que conllevó a que se separaran en grupos distintos. Por lo que los grupos formados con el MDS, muestran los meses de caída de la surgencia como abril (estación 2) y junio 2016, formando un grupo contrastante con agosto (mes de surgencia menor) y octubre (mes de no surgencia) 2016. A su vez, abril 2016 (estaciones 1 y 3) formo grupo con diciembre 2015 (mes de inicio de la surgencia), y febrero 2016, por presentar composiciones diferentes, formó

un grupo para cada una de sus estaciones (Figura 39).

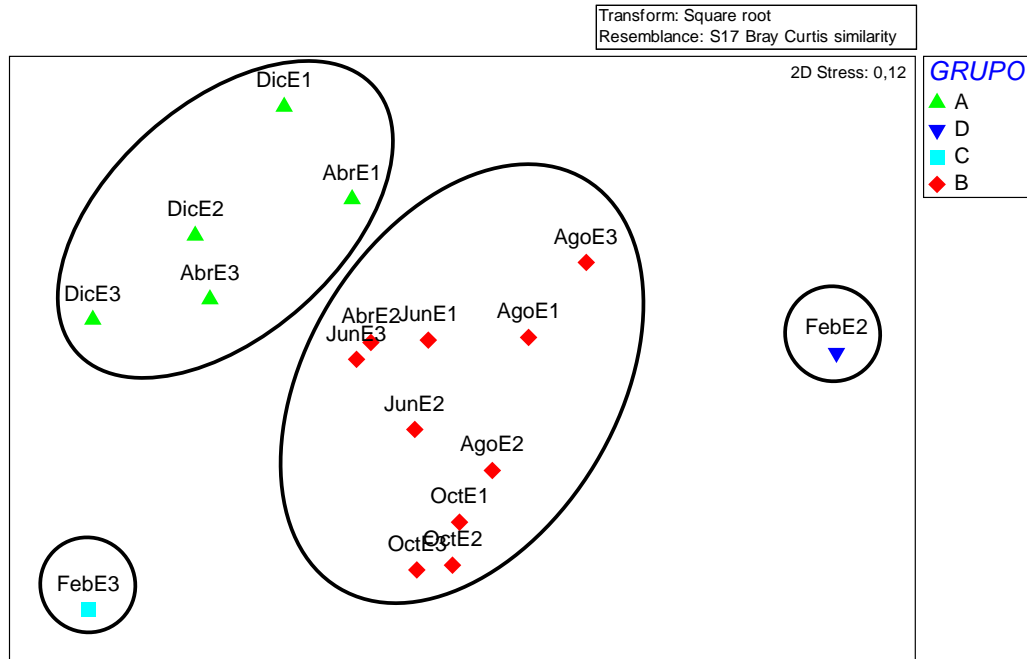


Figura 39. Escalamiento multidimensional (MDS) mostrando la mayor y menor similitud entre los agrupamientos de las estaciones y meses durante el periodo de muestro en la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela.

En los estudios de surgencia costera, es ampliamente discutido el hecho de una modificación en el régimen de los vientos alisios, es capaz de alterar el patrón del clima, la temperatura y la circulación en la columna de agua. Esta variabilidad ambiental suscita una respuesta del componente biótico del ecosistema pelágico, manifestándose en una alteración de la distribución espacial y temporal de los organismos (Rueda-Roa, 2000; Martínez-Aguilar *et al.*, 2010; Rueda-Roa *et al.*, 2018). Respecto a esto, Esteve (1985) expone que existe relación entre la cantidad de larvas colectadas y la fuerza del viento; así también, Briceño (2000) refiere en su estudio que los vientos afectan la distribución de las larvas. Por lo antes descrito, se puede inferir que el evento de surgencia, en conjunto con la fuerza del viento, afecta de manera directa la distribución de las especies de larvas en el área estudiada, favoreciendo la aparición de larvas de peces en un periodo u otro, hecho que determina la asociación de los meses y las

estaciones en el presente estudio.

Para determinar el grado de disimilaridad entre los grupos formados por el MDS, se utilizó un test no paramétrico ANOSIM, con un mayor porcentaje de diferenciación entre los grupos A (diciembre: estaciones 1-3; abril: estaciones 1, 3) y D (febrero: estación 2) y los grupos A y C (febrero: estación 3), como puede observarse en la Tabla 29.

Tabla 29. Valores obtenidos del análisis ANOSIM para determinar el grado de disimilaridad entre los grupos formados por el MDS, con respecto a las especies presentes.

Grupos observados	R Significancia estadística	% de diferenciación
A, D	1,000	16,7
A, C	0,920	16,7
A, B	0,747	0,1
D, B	0,947	9,1
C, B	1,000	9,1

En la Tabla 30 se observa una comparación, realizada a través del análisis SIMPER, entre las especies que componen los grupos separados en el MDS y su aporte relativo en la diferenciación. Una de las comparaciones con mayor grado de diferenciación, se observó entre los grupos A y D, en donde se presentan a las especies *Haemulon* sp. y *Hyporhamphus unifasciatus*, como las especies que mayor diferenciación aportan entre estos grupos, con un 91,89 y 89,20% de aporte acumulativo, respectivamente. Otros grupos que también presentaron un 100% de disimilaridad son los grupos C y D, entre estos dos grupos, la especie que mayor porcentaje de aporte acumulativo presentó fue *Parablennius marmoreus* (100%). Los otros grupos también presentaron un porcentaje alto de disimilaridad entre sí. Entre los grupos A y C se obtuvo un 93,35% de disimilaridad, entre D y B se registró un 93,25%, y entre A y B se observó un 83,94%.

Tabla 30. Valores obtenidos del análisis SIMPER, para determinar el grado de aporte a la disimilaridad entre los grupos, por las especies presentes durante el periodo de muestreo en la zona central del PNM.

Grupos A y D; Disimilaridad promedio = 100,00				
Especie	% Abund. Grupo A	% Abund. Grupo D	%Contribución	% Acumulativo
<i>Sardinella aurita</i>	2,04	0,00	30,82	30,82
<i>P. marmoreus</i>	0,00	1,00	15,45	46,27
<i>Achirus</i> sp.	0,95	0,00	11,89	58,16
<i>Labridae</i> sp. 1	0,48	0,00	8,17	66,34
<i>Eucinostomus</i> sp.	0,85	0,00	7,02	73,36
<i>R. canadum</i>	0,73	0,00	6,05	79,41
<i>Mugil</i> sp.	0,28	0,00	3,81	83,22
<i>Auxis thazard</i>	0,40	0,00	3,28	86,50
<i>H. unifasciatus</i>	0,20	0,00	2,70	89,20
<i>Haemulon</i> sp.	0,20	0,00	2,70	91,89
Grupos D y C; Disimilaridad promedio = 100,00				
Especie	% Abund. Grupo D	% Abund. Grupo C	%Contribución	% Acumulativo
<i>Eucinostomus</i> sp.	0,00	1,00	50,00	50,00
<i>P. marmoreus</i>	1,00	0,00	50,00	100,00

Las condiciones imperantes de surgencia fuerte en febrero 2016 posiblemente puede explicar las diferencias en las especies y sus abundancias encontradas en este estudio, dificultando la presencia de larvas en este mes y favoreciendo la aparición de larvas en otros meses como en abril 2016, donde cae abruptamente la surgencia, y en junio y agosto 2016, en los cuales se presentan picos de surgencia con condiciones ambientales diferentes a los meses iniciales (Rueda-Roa, 2000; Taylor *et al.*, 2012).



## Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis del componente principal (ACP) permitió asociar la presencia de huevos y larvas de peces con la mayor o menor intensidad de algunos factores ambientales, evidenciando un porcentaje de varianza acumulado para los tres componentes de 76,12%. En la proyección ortogonal del análisis (Figura 40) se observó en el primer componente que el pH ( $r=0,20$ ) y la abundancia de huevos ( $r=0,26$ ) se correlacionaron positivamente, así como también, el viento ( $r=0,44$ ) y el índice de surgencia ( $r=0,43$ ). En el segundo componente se correlacionaron positivamente la abundancia de larvas ( $r=0,21$ ) y la temperatura ( $r=0,13$ ). Por otro lado, la precipitación ( $r=-0,39$ ) tuvo una correlación de forma negativa con el oxígeno disuelto ( $r=0,66$ ) y la salinidad ( $r=0,38$ ).

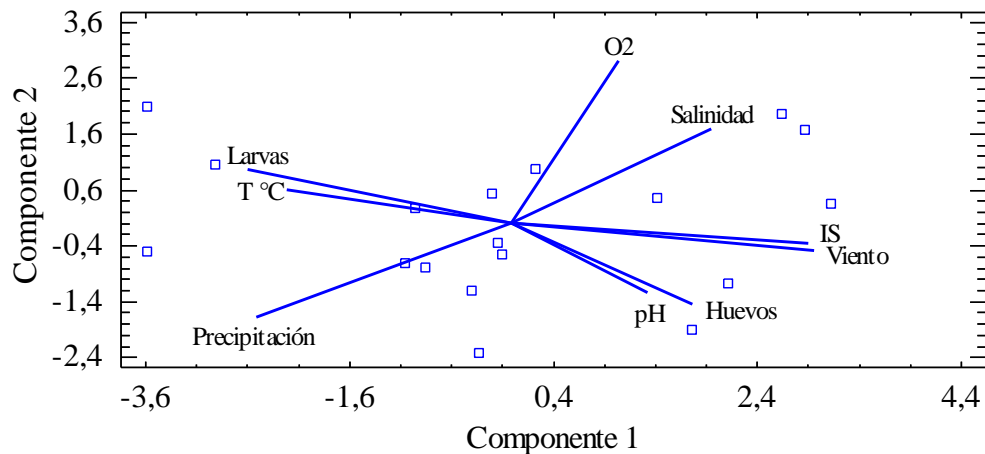


Figura 40. Análisis de componentes principales (ACP) en la zona central del PNM. (T°C: Temperatura; O2: Oxígeno disuelto; IS: Índice de Surgencia; Viento: Velocidad del viento; Huevos: Abundancia de huevos; Larvas: Abundancia de larvas).

## Correlación de rangos de Spearman

El análisis de correlación de rangos de Spearman permitió observar la asociación de las variables físicoquímicas y meteorológicas, relacionándolas con la abundancia de huevos y de larvas. En la Tabla 31 se presentan los coeficientes de correlación y las probabilidades hallados para cada par de variables, encontrándose correlaciones no significativas de la abundancia de larvas con la abundancia de huevos, oxígeno disuelto,

salinidad y precipitación. Sin embargo, se observa una correlación significativa y negativa con el pH ( $r=-0,48$ ;  $p=0,0448$ ), una correlación muy significativa y directamente proporcional con la temperatura ( $r=0,65$ ;  $p=0,0032$ ), y muy significativa, pero inversamente proporcional, con el índice de surgencia ( $r=-0,63$ ;  $p=0,0052$ ) y la velocidad del viento ( $r=-0,65$ ;  $p=0,0034$ ). La abundancia de huevos tuvo correlaciones no significativas con el oxígeno disuelto, pH, salinidad, temperatura y precipitación, pero se observó una correlación significativa con el índice de surgencia ( $r=0,53$ ;  $p=0,0237$ ) y la velocidad del viento ( $r=0,56$ ;  $p=0,0158$ ), siendo esta relación positiva con ambas variables.

Tabla 31. Matriz de correlación de rango de Spearman entre los diferentes factores (bióticos y abióticos) analizados en las tres estaciones de la zona central del PNM, estado Sucre, Venezuela. (\*\*\*) altamente significativo P<0,001; \*\* muy significativo P<0,01; \* significativo P<0,05; ns no significativo P>0,05).

r (Correlación) p (probabilidad)	Abund. Larvas	Abund. Huevos	O <sub>2</sub>	pH	Salinidad	T°C	IS	Viento	Precipitación
Abund. Larvas	-	-0,4018 0,0984ns	-0,1108 0,6616ns	-0,4780 <b>0,0448*</b>	-0,2740 0,2712ns	0,6543 <b>0,0032**</b>	-0,6283 <b>0,0052**</b>	-0,6518 <b>0,0034**</b>	0,4658 0,0514ns
Abund. Huevos		-	-0,0687 0,7866ns	0,1886 0,4536ns	0,1378 0,5855 ns	-0,2464 0,3243ns	0,5299 <b>0,0237*</b>	0,5593 <b>0,0158*</b>	-0,1955 0,4369 ns
O <sub>2</sub>			-	-0,2076 0,4084 ns	0,3918 0,1079 ns	-0,0543 0,8305ns	0,2129 0,3963 ns	0,1710 0,4974ns	-0,5963 <b>0,0090**</b>
pH				-	0,2388 0,3399 ns	-0,1262 0,6178 ns	0,2366 0,3445 ns	0,2674 0,2834 ns	-0,2828 0,2555 ns
Salinidad					-	-0,2163 0,3887 ns	0,4173 0,0849 ns	0,4324 0,0731 ns	-0,6627 <b>0,0027**</b>
T°C						-	-0,5404 <b>0,0206*</b>	-0,5645 <b>0,0147*</b>	0,4401 0,0676 ns
IS							-	0,9815 <b>0,0000***</b>	-0,5421 <b>0,0201*</b>
Viento								-	-0,5631 <b>0,0150*</b>

Con respecto a la relación que existe entre la abundancia de larvas y la temperatura, Ramírez (2009), señala que la temperatura del agua es el factor que controla la temporada reproductiva. Al respecto, Miller y Kendall (2009) mencionan que las aguas con temperaturas más cálidas afectan de manera positiva la sobrevivencia de las larvas de peces y lo relacionan con una menor viscosidad del agua, lo que permite a las larvas una mejor locomoción, lo cual les favorece al permitir que estén menos expuestas a la depredación y facilitando además su alimentación. Por otro lado, Marcano (2014) expresa que los periodos de calma, en combinación con temperaturas moderadas y altas, son elementos que condicionan las ventanas ambientales que permiten el crecimiento de las larvas de peces.

La relación inversa que existe entre el índice de surgencia y la velocidad del viento con la abundancia de las larvas, podría asociarse al hecho que los peces son particularmente vulnerables durante sus etapas tempranas de vida. En este caso, Miller y Kendall (2009) refieren que la turbulencia afecta la sobrevivencia de las larvas, por lo que los ambientes con mucha turbulencia afectan negativamente la cantidad de larvas al no permitirles encontrar presas para su adecuada alimentación, siendo uno de los múltiples factores que afectan la abundancia, distribución y composición del ictioplancton en el medio marino. Al parecer, la estrategia reproductiva de muchas especies en la zona sería desovar antes del período de surgencia, con el objeto de evitar, en primera instancia, una elevada mortandad de larvas debido al efecto mecánico provocado por la turbulencia generada con el incremento de los vientos y de la intensidad de la surgencia en sí (Bakun y Parrish, 1982), y en segundo lugar, para tratar de garantizar una mayor cantidad de alimento disponible a las postlarvas cuando las floraciones alcancen sus máximos valores (Cervigón, 2005). En términos generales, se puede observar que el desarrollo y distribución del ictioplancton está relacionado con las condiciones bióticas y abióticas del medio que condicionan áreas para el desove e inciden en el desarrollo y crecimiento de los primeros estadios de vida de los peces. Principalmente influyen la temperatura, el índice de surgencia, y la velocidad del viento, siendo esto comparable con los resultados obtenidos por otros autores para el oriente venezolano (Fariña, 2009; Henríquez, 2013; Ramos, 2016; Ramírez, 2017).

## Descripción taxonómica

A continuación, se muestra una lista con la composición de larvas de peces identificadas en la zona central del Parque Nacional Mochima, además se da una breve descripción de cada especie según los caracteres morfológicos que sirvieron para ser ubicadas en cada taxa (Tabla 32).

Tabla 32. Composición de larvas de peces por taxa descritos para ejemplares colectados en zona central del Parque Nacional Mochima.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i>
		<i>Sardinella aurita</i>
Aulopiformes	Synodontidae	Synodontidae sp. 1
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diaphus garmani</i>
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Lepophidium profundorum</i>
		Ophidiidae sp. 1
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil</i> sp.
Atheriniformes	Atherinidae	Atherinidae sp. 1
		<i>Atherinomorus stipes</i>
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hemirhamphus</i> sp.
		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	Scorpaenidae sp. 1
Perciformes	Apogonidae	<i>Apogon binotatus</i>
	Bleniidae	<i>Parablennius marmoreus</i>
	Carangidae	<i>Oligoplites</i> sp.
		<i>Selene vomer</i>
		<i>Eucinostomus</i> sp.
	Gobiidae	Gobiidae sp. 1
		Gobiidae sp. 2
	<i>Gobiosoma</i> sp.	
	<i>Microgobius meecki</i>	
	Haemulidae	<i>Haemulon</i> sp.
Labridae	<i>Halichoeres</i> sp.	
	Labridae sp. 1	

Tabla 32. Continuación.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE
Perciformes	Labridae	Labridae sp. 2
		Labridae sp. 3
		Labridae sp. 4
		Labridae sp. 5
		Pomacanthidae
	Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>
	Rachycentridae	<i>Rachycentron canadum</i>
	Scombridae	<i>Auxis thazard</i>
	Serranidae	<i>Epinephelus</i> sp.
	Sparidae	<i>Calamus</i> sp.
		<i>Diplodus argenteus</i>
		<i>Sphyraena barracuda</i>
	Pleuronectiformes	Sphyraenidae
Achiiridae		<i>Achirus</i> sp.
Cynoglossidae		<i>Symphurus</i> sp.
Tetraodontiformes	Paralichthyidae	<i>Paralichthys</i> sp.
	Ostracidae	<i>Laptophrys</i> sp.

#### Orden Clupeiformes

##### Familia Clupeidae (sardinas)

En la familia se incluyen larvas que presentan un cuerpo típico clupeiforme, alargado más o menos comprimido lateralmente, ojos laterales, boca terminal, generalmente pequeña, que posee una sola aleta dorsal en posición más o menos central en la mayoría de las especies (Cervigón, 1991) y un espacio entre el margen posterior de la aleta dorsal y el margen anterior de la aleta anal (Moser *et al.*, 1984). En general, presentan una hilera de melanóforos en la parte ventral (Matsuura y Olivar, 1999). La aleta anal se origina después de la aleta dorsal. Usualmente poseen entre 37-59 vértebras (Beltrán-León y Ríos, 2000). Se encontraron dos especies representantes de esta familia: *Harengula jaguana*, estas larvas que presentaron un cuerpo alargado; con un intestino largo y recto (Apéndice 1).

La otra especie que se identificó fue *Sardinella aurita*. Presentó un cuerpo

alargado, comprimido lateralmente, boca pequeña terminal, ojos en posición lateral, intestino recto, largo y anillado en su parte posterior. Pigmentos presentes en la parte inicial y al final del intestino. Entre el ano y la aleta caudal se les visualizó a casi todos los ejemplares unos pigmentos redondeados (Apéndice 2).

## Orden Aulopiformes

### Familia Synodontidae (peces lagarto)

Larva con un cuerpo alargado y tubular; intestino recto, que usualmente alcanza cerca del 70% de la longitud del cuerpo; carecen de vejiga natatoria; sin espinas en la cabeza; ojos de forma redondeada, aleta adiposa, presentan en postflexión 6 a 12 manchas de pigmentos circulares a ovoides a lo largo del intestino (Fahay, 2007). Presentan de 39 a 67 vértebras (Beltrán-León y Ríos, 2000). La familia Synodontidae está representada en Venezuela por 3 géneros y 7 especies. La única especie encontrada se clasificó como Synodontidae sp., presentando solo tres manchas intestinales, claramente circulares.

## Orden Myctophiformes

### Familia Myctophidae (peces linterna)

Se caracterizan por presentar ojos grandes y mandíbulas moderadas o grandes. Tienen dientes pequeños, estrechamente apretados. La boca es terminal en la mayoría de las especies. Hay una sola aleta dorsal seguida de una aleta adiposa soportada por una placa cartilaginosa. La aleta anal está por debajo o ligeramente posterior a la base de la aleta dorsal. Las aletas pélvicas son abdominales y tienen ocho radios en la mayoría de las especies. Las aletas pectorales tienen tamaños variados y están débilmente formadas o incluso ausentes, todo depende de la especie (Richards, 2005).

#### *Diaphus garmani*

Larvas que presentan un cuerpo de tipo delgado con una serie de melanóforos postanal persistente.

## Orden Ophidiiformes

### Familia Ophidiidae (perlas)

Larvas encontradas en esta familia, presentan principalmente un cuerpo de tamaño o proporción moderada o alargada, con boca grande y oblicua. Las aletas pélvicas migran en dirección anterior con el desarrollo. Generalmente con pigmentación inicial en la región branquiostegial. El número de vértebras es variable, abarcando desde 48 hasta 91 (Beltrán-León y Ríos, 2000). Se encontraron dos representantes de esta familia.

#### *Lepophidium profundorum*

Presenta un cuerpo tamaño o proporción alargada a moderada, con la cabeza de tamaño mediano, ojos pequeños redondeados y boca dentada y oblicua. Presentan pigmentos puntiformes a nivel ventral.

#### Ophidiidae sp.

Larva que además de presentar las características distintivas de la familia, posee ojos grandes y redondeados.

## Orden Mugiliformes

### Familia Mugilidae (lisas)

Esta familia comprende un grupo de larvas alargadas, comprimidas lateralmente y relativamente robustas, densamente pigmentadas, con 34 vértebras, sin espinas preoperculares en la cabeza, con intestino alargado y aletas pélvicas subadominales. Vejiga natatoria pequeña (Richards, 2005). Solo se distinguió una especie de la familia, *Mugil* sp., presentando un cuerpo robusto con ojos redondos grandes. Pigmentos en la parte dorsal y ventral, más abundantes en la zona lateral de su cuerpo, es una larva altamente pigmentada. Intestino moderadamente largo, engrosado en su inicio y disminuye el grosor en la parte terminal.



## Orden Atheriniformes

### Familia Atherinidae (tinicalos)

Las larvas de esta familia tienen el cuerpo alargado, comprimido lateralmente, cabeza amplia pero muy corta y hocico corto, ojos grandes redondeados ovoides, con un número de miómeros entre 37 y 38. Presentan un intestino corto, el estómago profusamente reducido y generalmente se encuentra pigmentado (Leis y Rennis, 1983).

Se identificaron dos especies para esta familia, Atherinidae sp., además de presentar las características de la familia, posee pigmentos puntiformes a nivel ventral y algunos sobre la cabeza (Apéndice 3). La otra especie que se identificó fue *Atherinomorus stipes*. Presentó cuerpo alargado, estómago corto pigmentado, identificándose primordialmente por la presencia de tres pigmentos en la cabeza.

## Orden Beloniformes

### Familia Hemiramphidae (maraos)

Las larvas de esta familia se caracterizan principalmente por presentar un cuerpo densamente pigmentado, alargado; ojos grandes; aletas pectorales de moderado tamaño; extremo de la mandíbula inferior se proyecta por delante de la mandíbula superior (Richards, 2005). Se distingue *Hemirhamphus* sp., por presentar todo el cuerpo cubierto de pigmentos puntiformes, los cuales alcanzan incluso la aleta caudal. También se identificó a *Hyporhamphus unifasciatus*, mostrando una pigmentación densa, no puntiforme, siguiendo la línea media a ambos lados del cuerpo y la región dorsal; zona ventral visceral no pigmentada; pedúnculo caudal no pigmentado; los pigmentos dorsales siguen una secuencia de manchas gruesas discontinuas características.

## Orden Scorpaeniformes

### Familia Scorpaenidae (peces escorpiones)

Larvas con 23-25 vértebras; cuerpo robusto; cabeza grande, con espinas que se desarrollan en distintas etapas del crecimiento de las larvas dependiendo las especies;

espinas preoperculares; aletas pectorales grandes, en forma de “ala”, generalmente pigmentadas; intestino corto (Richards, 2005). Se distinguió Scorpaenidae sp., siendo la única especie encontrada de esta familia en el trabajo, presentando aletas pectorales poco desarrolladas y muy pigmentadas; con pigmentos a ambos lados del rostro, y pigmentos puntiformes a nivel ventral y en la masa visceral. Sin pigmentos en la porción dorsal del cuerpo.

## Orden Perciformes

### Familia Apogonidae (peces cardinales)

Las larvas de esta familia presentan un cuerpo alto, la vejiga natatoria en posición anterior; intestino enrollado; presentan de 23 a 24 miómeros. La cabeza es grande, con un hocico corto, una boca grande que llega al centro de los ojos, con dientes pequeños y viliformes (Richards, 2005).

Entre las muestras colectadas, se identificó la especie *Apogon binotatus*, presentando una cabeza gruesa y corta, parte anterior del cuerpo bastante prominente. Cola larga y estrecha. Dos aletas dorsales bien definidas. Aletas pectorales pigmentadas.

### Familia Blenniidae (peces perro)

Los blénidos presentan larvas con formas alargadas, cabeza corta redondeada y amplia; con pigmentos en la parte superior; ojos grandes; hocico truncado. Poseen un número de miómeros entre 30 y 36. Con intestino corto, reducido, globoso, pigmentado; con una serie de pigmentos ventrales desde el final del intestino hasta el pedúnculo caudal. Aletas pectorales amplias (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Richards, 2005). La especie *Parablennius marmoreus* es la única identificada para esta familia en este trabajo, se distingue, principalmente por la ausencia de pigmentación en las aletas pectorales, y por espinas preoperculares pequeñas y delgadas. (Apéndice 4).

### Familia Carangidae (jureles)

Las larvas de los carángidos encontradas se distinguen por presentar cuerpo

robusto, ancho, con espinas preoperculares desarrolladas, generalmente con cresta supraoccipital. Generalmente presentan 24 miómeros (máximo 26) (Richards, 2005). Se encontraron dos especies para esta familia:

*Oligoplites* sp.

Sin cresta supraoccipital ni supraocular. Cuerpo densamente pigmentado excepto en el pedúnculo caudal.

*Selene vomer*

Presenta una cresta supraoccipital, así como aletas pélvicas bien desarrolladas y pigmentadas (Apéndice 5).

Familia Gerreidae (mojarras)

Las larvas de los gérridos presentan un intestino reducido, con una corta longitud preanal, sin espinas en el preopérculo o con espinas reducidas. Masa visceral pigmentada, al menos a nivel superior y posterior del peritoneo. Pigmentos seriados en posición ventral, hasta el pedúnculo caudal. Con ojos grandes. Con 24 miómeros (Beltrán-León y Ríos, 2000; Richards, 2005). Se distingue a *Eucinostomus* sp., por presentar cuerpo moderado, cabeza redondeada, ojos grandes, boca pequeña, trompa puntiaguda; con pigmentación en el dorso de la cabeza, a ambos lados entre el opérculo y el preopérculo, a nivel dorsal posterior a la aleta y una franja vertical en la base de la aleta caudal (postflexión) (Apéndice 6).

Familia Gobiidae (sapitos, brujitas)

Dentro de los góbidos se incluyen larvas con un cuerpo alargado; cabeza algo redondeada, boca terminal grande, intestino largo y recto, vejiga natatoria notoria y de aspecto translúcido. Ausencia de espinas operculares. Ojos redondos y grandes (Álvarez-Cadena y Flores-Coto, 1981; Fahay, 2007). Se lograron identificar cuatro especies de esta familia:

#### Gobiidae sp. 1

Cuerpo alargado comprimido dorso ventralmente hasta el pedúnculo caudal y cabeza moderada y redonda. Ojos moderados. Trompa pequeña. Vejiga natatoria pigmentada. Pigmentos ventrales a nivel de las aletas pélvicas, y seriados desde el extremo del intestino hasta el pedúnculo caudal. Intestino mediano y delgado.

#### Gobiidae sp. 2

Cuerpo alargado con cabeza pequeña y comprimida. Ojos de tamaño moderado y redondeados, trompa mediana. Presenta una banda de pigmentos a nivel marginal. Se diferencia del Gobiidae sp. 1 por presentar intestino largo y segmentado.

#### *Gobiosoma* sp.

Larva con intestino largo y el ano localizado por detrás de la mitad del cuerpo; una vejiga natatoria conspicua y pigmentada en su superficie dorsal; se caracteriza también por presentar un cuerpo delgado y alargado, con una banda pigmentaria en posición ventral hasta finalizar la aleta anal.

#### *Microgobius meecki*

Cuerpo moderado; cabeza de dimensiones moderada, deprimida y ojo dorsal redondeado, moderado, boca grande dentada, preopérculo aserrado. Intestino delgado.

#### Familia Haemulidae (corocoros)

En esta familia se incluyen larvas con un cuerpo moderado y una serie ventral de pigmentos postanales; con 26 miómeros; sin pigmentación sobre la cabeza; con intestino de mediano tamaño que alcanza casi la mitad del cuerpo. Con presencia de 26-27 vértebras (Richards, 2005). La única especie identificada para esta familia en este trabajo, fue *Haemulon* sp., presentando un intestino que ocupa menos de la mitad de la longitud total del cuerpo y con una banda de pigmentos en la línea media del cuerpo poco apreciables.

## Familia Labridae (loros, doncellas)

En los lábridos se encuentran larvas alargadas, comprimidas lateralmente, con una aleta dorsal que se origina sobre las pectorales o sobre la cabeza, con el pedúnculo caudal alto y el intestino largo. Sin espinas desarrolladas en la cabeza y con pigmentación escasa (Richards, 2005). Como representantes de esta familia se tiene:

### *Halichoeres* sp.

Se distingue por presentar el cuerpo sin pigmentación salvo por unas manchas negras circulares, presentando una en la aleta dorsal, dos en la aleta anal y tres a nivel intestinal.

### Labridae sp. 1

Cuerpo alargado, ojos grandes y redondeados, boca moderada. Presenta un intestino corto, y una serie de pigmentos puntiformes a nivel ventral (Apéndice 7).

### Labridae sp. 2

Presenta un cuerpo alargado, ojos grandes y redondeados, boca pequeña y terminal. Se diferencia del Labridae sp. 1 por presentar un intestino alargado, que llega hasta la mitad del cuerpo, y no presenta pigmentos.

### Labridae sp. 3

Al igual que los demás lábridos encontrados, presenta un cuerpo alargado, ojos grandes y redondeados. Una boca pequeña, pero sobre sale el labio inferior. Intestino más largo que el Labridae sp. 1, pero más corto que Labridae sp. 2, presenta una serie de pigmentos ventrales distribuidos en forma de serie.

### Labridae sp. 4

Con pigmentos ventrales, no dispuestos en serie, sino que se encuentran a nivel marginal. Presentan un intestino alargado y enrollado, lo que lo diferencia de los otros lábridos encontrados, con una cabeza alargada y boca puntiaguda.

Labridae sp. 5

Sin pigmentos, con un intestino corto y boca puntiaguda.

#### Familia Pomacanthidae (cachamas)

Se incluyen en esta familia larvas con cuerpo pigmentado en el dorso, en la porción ventral y siguiendo la línea lateral, con espinas preoperculares desarrolladas, sin cresta supraoccipital (Richards, 2005). En esta familia se identificó una sola especie, Pomacanthidae sp., caracterizada por presentar una pigmentación a ambos lados del cuerpo.

#### Familia Pomacentridae (peces damisela)

En esta familia se encuentran larvas con 26 vértebras, generalmente con corta longitud preanal, alargadas en preflexión pero llegan a ser altas con el crecimiento. Intestino densamente pigmentado en la mayoría de las especies. En los primeros estadios (tallas menores a 3 mm) ya hay pigmentación sobre la cabeza (Richards, 2005).

Como representante de esta familia, se identificó a *Abudefduf saxatilis*, presentando en preflexión melanóforos sobre la masa visceral, la cual se muestra densamente pigmentada.

#### Familia Rachycentridae (bacallao, peje negro)

Esta familia se encuentra representada por una sola especie, *Rachycentron canadum*, caracterizada porque presentan un cuerpo densamente pigmentado en preflexión, salvo en la porción ventral de la masa visceral y a ambos lados de la parte superior del cuerpo hasta la zona posterior previa al pedúnculo caudal, donde la pigmentación es total. El pedúnculo caudal carece de pigmentos hasta la flexión.

#### Familia Scombridae (atunes)

Esta familia se distingue por presentar larvas con el cuerpo fusiforme alargado, que tienen entre 31 y 66 vértebras; cabeza y boca grandes, con dientes que se evidencian

desde etapas tempranas del desarrollo, la boca puntiaguda (Beltrán-León y Ríos, 2000). Se encontró una sola especie, *Auxis thazard*, esta especie posee 39 vértebras, la ocurrencia de espinas preoperculares; sin cresta supraoccipital; sin pigmentos en la frente, sólo a nivel medio y dorsal de la cabeza; pigmentos sobre la sínfisis cleitral. Es la única especie del género en Venezuela.

#### Familia Serranidae (meros)

Es difícil caracterizar a las larvas de esta familia, debido a que presentan diferencias morfológicas entre los subgrupos que la conforman. Aunque se pueden encontrar características comunes entre la familia, destacando un cuerpo robusto; cabeza proporcionalmente grande; espinas en las aletas, generalmente alargadas la segunda dorsal y las pélvicas; el número de vértebras está entre 22 y 26, frecuentemente 24 (Richards, 2005). Se identificó una sola especie para esta familia, *Epinephelus* sp., presentando aletas pélvicas, y la segunda dorsal muy alargadas, rígidas hasta el extremo, con gran número de espínulas evidentes a ambos lados.

#### Familia Sparidae (sargos, cagalonas)

Larvas variables en forma y pigmentación dependiendo de la especie, con 24 vértebras. El intestino es corto y generalmente enroscado. Aproximadamente el mismo número de radios en aletas anal y dorsal (Richards, 2005).

Se distingue a *Calamus* sp., por presentar pigmentos en la porción ventral seriados hasta el pedúnculo caudal y en la base de la aleta caudal; cuatro melanóforos ventrales espaciados desde la porción gular hasta el extremo del intestino; extremo anterior de la mandíbula superior con pigmentos puntiformes (Apéndice 8).

También se identificó a *Diplodus argenteus*, siendo separado por presentar melanóforos en posición ventral y en la superficie del intestino; además de numerosos pigmentos en el cerebro medio (Apéndice 9).

### Familia Sphyraenidae (barracuas, picuas)

La familia incluye larvas de cuerpo alargado, con 24 vértebras, cabeza alargada, boca grande y prominente, con la mandíbula inferior proyectada más adelante que la superior, dientes caninos. Aletas dorsales ampliamente separadas; las pélvicas abdominales con aparición generalmente tardía (Beltrán-León y Ríos, 2000). Se identificaron dos especies en el área estudiada:

*Sphyraena barracuda* la cual se distingue por tener la boca más larga desde etapas tempranas; el extremo del hocico redondeado en vista dorsal, dientes alargados y erectos.

La otra especie fue *Sphyraena guachancho*, presentando un cuerpo alargado, boca grande y muy puntiaguda, la mandíbula inferior extendida más allá de la superior. Se diferencia de otras especies por la forma del hocico. Ojos pequeños. Intestino alargado, el cual abarca un 60-70% del cuerpo. Presenta 24 miómeros. Melanóforos rodeando el área del hocico, y un par de filas de estos a lo largo de la zona dorsal del cuerpo, hasta el pedúnculo caudal.

### Orden Pleuronectiformes

#### Familia Achiiridae (lenguados derechos)

Las larvas de esta familia se caracterizan principalmente por presentar un cuerpo alto, región frontal de la cabeza que cae abruptamente. Además, también presentan un intestino grande; sin radios pélvicos o dorsales extendidos y presentan entre 27 y 29 miómeros (Richards, 2005). Para esta familia solo se identificó *Achirus* sp., presentando un cuerpo lateralmente comprimido con una prominencia en la mitad de la cabeza. También presentan una trompa corta y su cuerpo se encuentra densamente pigmentado. Presenta un tentáculo dorsal largo, que tiende a confundirse con un radio (Apéndice 10).

#### Familia Cynoglossidae (lenguas de vacas)

Las larvas de esta familia presentan el cuerpo simétrico y comprimido; intestino corto y enrollado, típico de pleuronectiformes, pero proyectado hacia afuera del cuerpo.



En el Atlántico Centro-Occidental la familia está representada por un solo género: *Symphurus* (Cervigón, 1996; Beltrán-León y Ríos, 2000). Se distinguió una especie de este género entre las muestras colectadas, *Symphurus* sp., la cual presenta cuerpo alargado a moderado, cabeza pequeña redondeada con trompa corta, ojos grandes a moderados y redondeados. Presenta pigmentos a nivel del ventral.

#### Familia Paralichthyidae (peces planos)

Las larvas de esta familia tienen la forma clásica de los pleuronectiformes, pero el intestino no se proyecta hacia afuera del cuerpo. Generalmente presentan espinas en la cabeza cuyo grado de desarrollo y momento de aparición varía entre las especies (Richards, 2005).

#### *Paralichthys* sp.

Cuerpo aplanado y bastante alto, cerebro protuberante. Estómago prominente con intestino corto. Ausencia de las espinas alargadas de la aleta dorsal características de la familia.

#### Orden Tetraodontiformes

#### Familia Ostraciidae (Peces tronco)

Larvas con cuerpo alto, ancho y esférico a casi cuadrado en corte transversal; pigmentación densa en casi todo el cuerpo; boca pequeña, localizada claramente por delante del nivel de los ojos, con labios ensanchados. La cabeza y el tronco están encerrados en un saco dérmico. Radios pectorales en número entre 11 y 13 (Richards, 2005). Se obtuvo un solo ejemplar que se identifica como *Laptophrys* sp., que además de presentar las características de la familia, también presenta una pigmentación densa a nivel dorsal, y una pigmentación densa en la zona media superior del cuerpo.

## CONCLUSIONES

El número de especies encontrados (41 especies) es alto para las áreas costeras de Venezuela, siendo *Sardinella aurita* y *Harengula jaguana* las especies que dominaron según su abundancia.

Se registró la presencia de un número importante de familias de peces (26 familias), entre las que se destacan: Clupeidae, Labridae, Achiiridae y Gerreidae, como las más abundantes para la zona central del PNM.

Se hizo evidente la existencia de un patrón de distribución de la abundancia temporal (periodos y meses), pero no se observó un patrón de distribución espacial definido con respecto a las estaciones y a las distancias a la costa, durante los muestreos realizados.

Las condiciones de la zona central del PNM, muestran ser mejores para las poblaciones de clupeidos que para las otras familias, basados en su abundancia.

La abundante presencia de huevos y larvas tempranas en las muestras ratifica el uso de estas zonas como sitio de desove y de cría de peces, especialmente los de importancia comercial, debido a la presencia de *Sardinella aurita*, del carángido *Selene vomer*, y de los sparidos *Calamus* sp. y *Diplodus argenteus*.

Los meses de junio, agosto y octubre 2016 fueron los que presentaron la mayor densidad de larvas en las estaciones muestreadas, mientras que diciembre 2015, febrero y junio 2016 presentaron la mayor densidad de huevos, durante el periodo de muestreo.

Los bajos valores obtenidos para los índices ecológicos (diversidad, equitabilidad y riqueza específica) indican que la comunidad de larvas de peces de la zona central del PNM no se encuentra distribuida homogéneamente y que ocurren agregaciones importantes de ciertas especies en particular.

La alta biomasa zooplanctónica coincidió con las mayores abundancias larvales en las estaciones durante los meses de muestreo, relacionándose ésta con el enriquecimiento de las aguas marinas, combinados posiblemente con la mayor frecuencia de alimento.

Las variaciones temporales fueron más importantes que las espaciales, en la

determinación de la composición ictioplanctónica.

La temperatura, el índice de surgencia y la velocidad de los vientos, se consideraron los factores más importantes entre las variables ambientales, por su influencia en los patrones de distribución y abundancia de los huevos y larvas de peces en la zona central del PNM.

## **RECOMENDACIONES**

Entre los aspectos que se consideran importantes para una mejor comprensión de las dinámicas de estas comunidades se recomienda:

Realizar estudios detallados con respecto al ciclo de vida de las especies de peces presentes en el Parque Nacional Mochima, que incluyan efectuar comparaciones entre las especies presentes en la zona externa y la zona interna del parque.

Efectuar colectas de larvas y huevos de peces en diferentes fases lunares y estimar si esta variable tiene alguna influencia en la diversidad y abundancia larval.

Ejecutar calados a distintas profundidades y extender las distancias con intervalos de 50 a 100 metros, tanto dentro de la plataforma como fuera de ella, para determinar si los peces están utilizando más las aguas neríticas o las de mar afuera para desovar.

Utilizar redes con mayor diámetro de boca, así como los muestreos en diferentes direcciones (horizontales, verticales y oblicuos), y con periodos de tiempo más largos, para la obtención de un mayor componente ictioplanctónico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, T. 2005. Análisis ictioplanctónico de dos áreas costeras del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Tesis de maestría. Postgrado de Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Allen, T.; Marcano, L.; Marín, B. y Márquez, B. 2009. Abundancia del ictioplancton y macrozooplancton en el suroeste del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 43(4): 501-526.
- Álvarez-Cadena, J. y Flores-Coto, C. 1981. Clave para identificación de familias de peces de la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 8(1): 199-208.
- Alvera-Azcárate, A.; Barth, A.; Weisberg, R.; Castañeda, J.; Vandembulcke, L. y Beckers, J. 2011. Thermocline characterization in the Cariaco Basin: A modelling study of the thermocline annual variation and its relation with winds and chlorophyll-a concentration. *Continental Shelf Research*, 31(1): 73-84.
- Anónimo. 2013. "Parque Nacional Mochima". <<http://parquemochima.com.ve/>> (29/04/2018).
- Aparicio, R. 2003. Revisión de las características oceanográficas de la plataforma nororiental de Venezuela. En: *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela*. Freón, P. y Mendoza, J. (eds). IRD Éditions. París, Francia. Págs. 171-205.
- Araguainamo, F. 2014. Variación temporal y espacial del ictioplancton capturado con trampas de luz, entre el Islote Caribe y la Laguna de Chacopata, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Arjonilla, M. y Blasco, J. 2003. Análisis de nutrientes en aguas estuáricas. Efecto de la salinidad. *Ciencias Marinas*, 29(4): 389-395.
- Aronés, K. y Nakazaki, C. 2019. Ictioplancton y eufáusidos frente a la costa peruana durante el otoño 2015. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 34(2): 473-488.
- Ayala-Rodríguez, G.; Ordóñez-López, U.; Meiners, C. y Marín-Hernández M. 2016. Listado taxonómico, aspectos ecológicos y biogeográficos de las larvas de peces del Sistema Arrecifal Veracruzano, suroeste del Golfo de México (junio 2011-junio 2013). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(2): 255-264.
- Bakun, A.; McLain, D. y Mayo, F. 1974. The mean annual cycle of coastal upwelling of western North America as observed from surface measurements. *Fisheries Bulletin*, 72: 834-846.
- Bakun, A. y Parrish, R. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. *CalCOFI Reports*, 23: 99-112.
- Balza, M.; Marín, B. y Silva, A. 2013. Abundancia espacial del ictioplancton en el Caño

- Mánamo durante la época de sequía en el delta del río Orinoco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52(1): 79-92.
- Beaugrand, G. 2004. Continuous Plankton Records: plankton atlas of the North Atlantic Ocean (1958-1999). I. Introduction and methodology. *Marine Ecology and Progress Series*, Suplemento 2004: 11-75. Recuperado de: <http://www.int-res.com/journals/maps/cpr-plankton-atlas-2004/>.
- Bellwood, D. y Wainwright, P. 2002. The history and biogeography of fishes on coral reefs. En: *Coral reef fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Sale, P. (ed). Elsevier. San Diego, USA. Págs. 5-32.
- Beltrán-León, B. y Ríos, R. 2000. *Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano*. Tomo I. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA. Buenaventura, Colombia.
- Blaber, S. y Blaber, T. 1980. Factors affecting the distributions of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology*, 17: 143-162.
- Bonnells, D.; Okuda, T.; Bonilla, J.; Gamboa, B. y Cedeño, G. 1990. Algunas características hidrográficas en la Región Circunvecina a la Isla de Margarita. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 29(1-2): 27-41.
- Bordhore, C.; Bayle, J. y Ramos, A. 2001. Composición y variabilidad del ictioplancton costero en la reserva marina de Tabarca, sudeste ibérico. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17(1-2): 61-71.
- Bowden, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Ellis Horwood Ltd. New York, USA.
- Bray, J. y Curtis, J. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Briceño, R. 2000. Abundancia, distribución y composición del ictioplancton del suroeste del estado Nueva Esparta, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Boca de Río, Venezuela.
- Briceño, R. y Marín, B. 1997. *Distribución y abundancia larvaria de bregmacerotidos (Pisces: Bregmacerotidae) en aguas neríticas del Sur de la Isla de Margarita, Venezuela*. Resumen Expandido. Instituto Oceanográfico de la Universidad de Sao Pablo, Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar, Federacao das Industrias do Estado de Sao Pablo. Sao Pablo, Brasil. Págs. 113-114.
- Calderón, G.; Ayora, G. y Elías, E. 2016. Distribución y abundancia del ictioplancton dentro la primera milla náutica frente a la provincia de Santa Elena, Ecuador. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 12(1): 1390-5767.
- Castellanos, P.; Varela, R. y Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 154: 55-76.

- Castillo-Elías, B.; Gervacio-Jiménez, H.; Bedolla-Solano, R.; García-Domínguez, Y. y Mendoza-Almazán, E. 2017. Evaluación de la calidad del agua en el canal meándrico lagunar de Coyuca de Benítez, Guerrero. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4(5):57-69.
- Cedeño, K. 2008. Composición, distribución y abundancia de huevos y larvas de peces arrecifales de la costa sur del Golfo de Cariaco (ensenada de Turpialito), estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Cervigón, F. 1991. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen I. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 1993. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen II. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 1996. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen IV. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 44: 3-28.
- Ciechomski, J. 1981. Ictioplancton. En: *Atlas de zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Boltovskoy, D. (ed). Publicación Especial del INIDEP. Mar de Plata, Argentina. Págs. 829-860.
- Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18:117-143.
- Clarke, K. y Green, R. 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Marine Ecology Progress Series*, 46:213-226.
- Clarke, K. y Warwick, R. 1994. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Natural environment Research council, Plymouth, England.
- Clesceri, L.; Greenberg, A. y Trussell, R. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, España.
- Cognetti, G.; Sará, M. y Magazzú, G. 2001. *Biología marina*. Editorial Ariel. Barcelona, España.
- Colina, H. 2018. Composición, abundancia y distribución de la familia Temoridae (Copepoda: Calanoida) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Cova, M. 2018. Estudio de la entrada y asentamiento demersal de larvas y juveniles de peces aledaños a comunidades coralinas de la ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Cowen, R. 2002. Larval dispersal and retention and consequences for population

- connectivity. En: *The ecology of fishes on coral reefs*. Sale, P. (ed). Academia Press. San Diego, USA. Págs. 149-170.
- Cury, P. y Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fishes Aquatic Science*, 46: 670-680.
- Cushing, D. 1969. The regularity of the spawning season of some fishes. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 33: 81-92.
- Deloach, N. y Human, P. 2007. *Reef fish behavior*. New World Publications, INC. Jacksonville, USA.
- Dominici-Arosemena, A.; Brugnoli-Olivera, B.; Solano-Ulate, S. y Ramírez-Coghi, A. 2000. Ictioplancton de la zona portuaria del Limón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 48(2-3): 439-442.
- Durán, C. 2000. Evaluación colorimétrica de la bahía de Mochima durante agosto-diciembre, 1997. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Escarria, E.; Beltrán-León, B. y Giraldo, A. 2006. Ictioplancton superficial de la cuenca del océano Pacífico colombiano. *Investigaciones Marinas*, 34(2): 169-173.
- Esteve, M. 1985. Distribution, abundance and recruitment patterns of fish larvae around Cubagua Island, Venezuela. Tesis de maestría. Postgrado de Ciencias Marinas, Universidad de Miami. Miami, USA.
- Fahay, M. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *Journal Northwest Atlantic fishes of Science*, 4: 1-423.
- Fahay, M. 2007. *Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean*. Volumen I-II. Pub NAFO. Nova Scotia, Canadá.
- Fariña, A. 2009. Variación espacio-temporal del ictioplancton sobre fondos coralinos costeros e insulares de las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Agregado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Fariña, A. y Méndez, E. 2009. Variación estacional de la estructura comunitaria de peces en dos arrecifes: rocoso-coralino y de octocorales, en el Bajo Las Caracas, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(1): 153-162.
- Fariña, A.; Méndez, E.; Rabascal C.; Márquez, A.; Rojas, M.; Peñuela, J.; Rondón, J. y Flores, E. 2014. Cambios mensuales e intradiarios de la ictiofauna asociada a una playa arenosa en isla Caracas este, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 53(2): 171-183.
- Fariña, A.; Méndez, E.; Sant, S. y Zapata-Vívenes, E. 2008. Diferencias en la composición de especies de peces entre un arrecife rocoso-coralino y uno de 106 octocorales en el Bajo Las Caracas, estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Centro*



- de Investigaciones Biológicas*, 42(2): 165-185.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 26(1-2): 97-110.
- Ferraz-Reyes, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 28(1-2): 47-56.
- Flores, C.; Fuentes, M.; Zavala, G. y Añorva, S. 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un Compendio. *Hidrología*, 19(1): 49-76.
- Freitas, D. y Muelbert, J. 2004. Ichthyoplankton distributions and abundance off southeastern and southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47: 601-612.
- Freón, P.; El Khattabi, M.; Mendoza, J. y Guzmán, R. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. *Marine Biology*, 128: 363-372.
- Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. Year to year changes of upwelling. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 4: 223-233.
- Gallego, J. y Giraldo, A. 2018. Variación espacial y temporal de larvas de peces en una bahía hipersalina del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 47(1): 117-141.
- Gasca, R.; Segura, L. y Suárez, E. 1996. El zooplancton marino. En: *Introducción al estudio del zooplancton marino*. Gasca, R. y Suárez, E. (eds). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Chetumal, México. Págs. 1-36.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad en el nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21(3): 140-146.
- Gómez, A. y Chanut, J. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 32(1-2): 2744.
- Gómez, A. y Granado, A. 1986. Observaciones sobre huevos y larvas de tres especies de peces sapos (Batrachoididae) en la Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 25(1-2): 99-106.
- González, A. 1984. Estudio preliminar sobre huevos y larvas de peces en el estrecho de Maracaibo y la Bahía de Tablazo. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 16: 97-117.
- González-Armas, R.; Funes-Rodríguez, R. y Amador-Buenrostro, A. 2008. Estructura de la comunidad de larvas de peces en una montaña submarina del Golfo de California. *Hidrobiológica*, 18(1): 77-88.
- González-Bencomo, E. 1997. Composición y abundancia del ictioplancton en la costa

- oriental y occidental del estrecho del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 31(1): 22-56.
- Guzmán, H. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 36(2A): 191-207.
- Heath, M. 1992. Field investigations of the early life stages of marine fishes. *Advances in Marine Biology*, 28: 1-173.
- Henríquez, E. 2007. Abundancia y distribución del ictioplancton en la plataforma externa de la fachada atlántica de Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Henríquez, E. 2013. Variación temporal y espacial de la abundancia y composición del ictioplancton asociado a la relación ARN/ADN del zooplancton en la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de maestría. Postgrado en Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Hernández, F.; Powers, S. y Graham, W. 2010. Seasonal variability in ichthyoplankton abundance and assemblage composition in the northern Gulf of Mexico off Alabama. *Fishery of Bulletin*, 108: 193-207.
- Hernández, U.; Valdez, J. y Zavala, F. 2006. Composición y abundancia del ictioplancton durante la temporada de estiaje en la Laguna de Tampamacho, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola*, 6(1): 138-149.
- Herrera, A.; Marín, B.; Brito, A. y Ramos, E. 2010. Dos métodos de muestreo de larvas y estadios pelágicos tempranos de peces sobre los ecosistemas marinos costeros: Una comparación realizada en la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 62: 246-251.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapports et Proces-Verbaux des Rèunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 20: 1-228.
- Houde, E. 2002. Mortality. En: *Fishery science: the unique contributions of early life stages*. Fuiman, L. y Werner, R. (eds). Blackwell Science. Oxford, England. Págs. 64-87.
- Jara, P. 2015. Calidad del agua de mar del estero Huaylà y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de larvas de *Litopenaeus vannamei*. Trabajo de grado. Departamento de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Machala. El Oro, Ecuador.
- Johannes, R. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes*, 3: 65-84.
- Kendall, A. y Matarese, A. 1994. Status of the early life history descriptions of marine teleosts. *Fisheries Bulletin*, 92: 725-736.
- Kingsford, M. 1988. The early life history of fish in coastal waters on northern New

- Zealand: A review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 22: 463-479.
- Konopka, A. 1993. Distribution and activity of microorganisms in lakes: effects of physical processes. En: *Aquatic microbiology and ecological approach*. Ford, T. (ed). Blackwell Scientific Publications Inc. Cambridge, England. Págs. 47-68.
- Krebs, C. 1989. *Ecological methodology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row. New York, USA.
- Kruskal, W. y Wallis, W. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260): 583-621.
- Lalli, C. y Parsons, T. 2006. *Biological oceanography*. Segunda edición. Elsevier Butterworth Heinemann. Oxford, England.
- Lasiak, T. 1984. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short-term fluctuations. *Estuarine Coastal Shelf of Science*, 18(3): 459-483.
- Lasker, R. 1981. *Marine fish larvae Morphology, ecology and relation to fisheries*. University of Washington Press. Seattle, USA.
- Leis, J. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bulletin of Marine Science*, 53(2): 362-392.
- Leis, J. 2004. Vertical distribution behavior and its spatial variation in late-stage larvae of coral-reef fishes during the day. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 37(2): 65-88.
- Leis, J. 2006. Are larvae of demersal fishes plankton or nekton. *Advances in Marine Biology*, 51: 59-141.
- Leis, J. y Hay, A. 2003. Larval development of *Achoerodus viridis* (Pisces: Labridae), the Australian eastern blue groper. *Ichthyological Research*, 51: 46-51.
- Leis, J. y Rennis, D. 1983. *The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes*. University Press of Hawaii. Honolulu, USA.
- Leis, J.; Wright, K. y Johnson, R. 2007. Behaviour that influences dispersal and connectivity in the small, young larvae of a reef fish. *Marine Biology*, 153: 103-117.
- López, C. 1986. Composición, abundancia y distribución de las comunidades zooplanctónicas en el embalse de Manuelote (río Socuy, estado Zulia). Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- López, H. 1972. Distribución y abundancia estimada de huevos de sardina (*Sardinella aurita*) en la región oriental de Venezuela. 1968-1969. Caracas. *Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 42: 27.
- López-Marcano, J.; Núñez, J.; Ariza, L.; Silva, A.; Castillo, O.; Ruíz, L.; Medina, L. y

- Araujo, D. 2019. Evaluación ecológica de la comunidad íctica continental del caño Mánamo en la zona alta del delta del río Orinoco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 58(1): 56-72.
- López-Peralta, R. 1993. Estudio preliminar del ictioplancton en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe colombiano). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 32(1-2): 79-90.
- Luckhurst, B. y Powles, H. 1986. Ichthyoplankton of the central venezuelan coast, composition, abundance and seasonality. *Northeast Gulf Science*, 8(21): 129-141.
- Madrigal, E. 1985. Dinámica pesquera de tres especies de corvinas (Sciaenidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de maestría. Postgrado de Ciencias Marinas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Mago, Y.; Marín, B. y Ruiz, L. 2003. Larvas de peces de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Saber*, 15(1-2): 96-98.
- Manickland, S. 1994. Distribution and abundance of flat fish of the South American continental shelf from Suriname to Colombia. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(3-4): 441-452.
- Marcano, L. 2014. Determinación de la ventana óptima de sobrevivencia de *Anchoa hepsetus* en la Laguna de Chacopata, estado Sucre, Venezuela. Tesis de maestría. Postgrado en Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, España.
- Marín, B. 1996. Transport et recrutement du Muge argente *Mugil curema*, dans une lagune cotière tropicale. Thèse de doctorat. Department de Biologie, Faculte de Sciences et Genies, Université Larval. Québec, Canadá.
- Marín, B. 2016. Patrones de distribución y abundancia del ictioplancton en el nororiente de Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Titular. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Marín, B.; Díaz, O. y Briceño, R. 1995. Aspectos descriptivos de los ovocitos y postlarvas de tinicalo *Xenomelaniris brasiliensis* (Qouy y Gaimard) (Pisces: Atherinidae). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 34(1-2): 41-47.
- Marín, B. y Dodson, J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver Mollet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of north-eastern Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 48: 389-398.
- Marín, B.; Lodeiros, C.; Figueroa, D. y Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista científica, FCV-LUZ*, 14(2): 133-139.
- Márquez, B. 2016. Dinámica del mesozooplancton en el sector oriental (saco) del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Tesis doctoral. Departamento de Biología, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

- Martínez, A. 2011. Variabilidad temporal de la composición y abundancia de larvas de peces de la Laguna de Chacopata y zonas adyacentes, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Martínez, A.; Marín, B.; Núñez, J. y Ariza, L. 2015. Variabilidad temporal de la composición y abundancia de larvas de peces de la Laguna de Chacopata y zonas adyacentes, estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 54(1): 25-37.
- Martínez-Aguilar, T.; Giraldo, A. y Rodríguez-Rubio, E. 2010. Ictioplancton en la zona costera del Pacífico colombiano durante la fase terminal de El Niño 2006-2007. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(1): 151-166.
- Matsuura, Y. y Olivar, M. 1999. Fish larvae. En: *South Atlantic zooplankton*. Boltovskoy, D. (ed). Tomo II. Backhuys publishers. Leiden, Países Bajos. Págs. 1445-1496.
- McFarland, W.; Brothers, E.; Ogden, J.; Shulman, M.; Bermingham, E. y Kotchian-Prentiss, M. 1985. Recruitment patterns in young French grunts *Haemulon flavolineatum* (family Haemulidae), at St Croix, Virgin Island. *Fishery Bulletin of the United States*, 83: 413-426.
- Medina, M.; Araya, M. y Vega, C. 2004. Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona Norte de Chile. *Investigaciones Marinas*, 32(1): 33-47.
- Menares, B. y Sepúlveda, J. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas*, 33(1): 91-100.
- Méndez, E.; Manrique, R. y Cervigón, F. 1988. *La ictiofauna de la Bahía de Mochima*. Estación de Investigaciones Marinas de Mochima. Fundaciencia. Caracas, Venezuela.
- Miller, B. y Kendall, A. 2009. *Early life history of marine fishes*. University of California Press. Los Ángeles, USA.
- Miller, P.; Watson, L. y Leis, B. 1979. *An atlas of common nearshore marine fishes larvae of the Hawaiian Island*. University of Hawaii. Sea Grant College Program, Miscellaneous Report UNIHI-SEAGRANT-MR. Honolulu, USA.
- Monente, J. 1993. El Mar de Venezuela II. Costa Atlántica. Variables químicas. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 52(138): 181-211.
- Montoya, M. 2017. Composición y variabilidad espacial de los ensamblajes ictioplanctónicos asociados a tres islas del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Carabobo. Bárbula, Venezuela.
- Moser, H.; Richards, W.; Cohen, D.; Fahay, M.; Kendall, A. y Richardson, S. 1984. Ontogeny and systematic of fishes. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists*, 1: 350.

- Muñoz, R. 2018. Crustáceos decápodos asociados a raíces sumergidas del mangle (*Rhizophora mangle* L. 1758) en el Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Narváez, Y. 2010. Abundancia, distribución y composición del ictioplancton entre la zona norte de la Península de Araya y zona sur de las islas de Coche y Cubagua durante el periodo de surgencia. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Nelson, J. 1994. *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, Inc. New York, Estados Unidos.
- Norcross, B. y Shaw, R. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113: 153-165.
- Núñez, J. 2011. Evaluación ecológica y aspectos poblacionales en peces de praderas de *Thalassia testudinum*, en la región costera del noroeste del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Tesis de maestría. Postgrado en Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Nybakken, J. 1988. *Marine biology. An ecological approach*. Harper and Row, Publishers. New York, USA.
- Ocaña-Luna, A. y Sánchez-Ramírez, M. 2016. Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 123-132.
- Okuda, T. 1975. Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 14: 251-268.
- Okuda, T. 1978. Condiciones hidrográficas de las aguas superficiales de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 21(1-2): 3-12.
- Okuda, T. 1982. Rate of water renewal and phosphate input in the Gulf of Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 21(1-2): 3-12.
- Okuda, T. 1985. Evaluación estequiométrica de la descomposición de la materia orgánica en aguas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 24: 213-22
- Okuda, T.; Álvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 17(1-2): 69-88.
- Okuda, T.; Benítez, J.; García, A. y Fernández, E. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 7: 7-37.
- Omorí, M. e Ikeda, T. 1992. *Methods in marine zooplankton ecology*. Krieger Publishing. Company Malabar. Florida, USA.
- Ordóñez-López, U.; Huchin-Sel, R.; Peniche-Pérez, J.; Gallegos-Fernández, S.; Sosa-

- Pinto, R. y Vásquez-Yeomans, L. 2013. Variación temporal del ictioplancton colectado con trampas de luz en los puertos de Chuburná y Yucalpetén, Yucatán, México. *Hidrobiológica*, 23(2): 265-273.
- Pielou, E. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pineda, J.; Hare, J. y Sponaugle, S. 2007. Larval transport and dispersal in the coastal ocean and consequences for population connectivity. *Oceanography*, 20(3): 22-39.
- Rabascall, C. 2009. Composición y estructura comunitaria de la ictiofauna presente en cuatro playas arenosas del extremo noroccidental de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Ramírez, I. 2009. Peces del Golfo de Cariaco, Venezuela aspectos estudiados. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 48(2): 201-213.
- Ramírez, N. 2017. Caracterización biótica y espacial del ictioplancton en zonas neríticas del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Ramos, E. 2016. Abundancia y composición de larvas de peces de las familias Labridae, Clupeidae, Carangidae y Lutjanidae en dos biotopos diferentes en la Bahía de Mochima. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Richards, W. 2005. *Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the Western Central North Atlantic*. Volumen I-II. CRC Press. Boca Raton, USA.
- Rodríguez, J. 2009. Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008. *Revista Pensamiento Actual*, 9(12-13): 125-134.
- Rodríguez-Quintal, J.; Herrera-Reveles, A.; Colmenares M. y Rodríguez, C. 2011. Estructura de la comunidad íctica arrecifal en el Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(1): 31-40.
- Rothschild, B. 1986. *The dynamics of marine fish populations*. Academic Press. Massachusetts, USA.
- Rueda-Roa, D. 2000. Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la Cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998). Tesis de maestría. Postgrado de Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Rueda-Roa, D. y Muller-Karger, F. 2013. The southern Caribbean upwelling system:

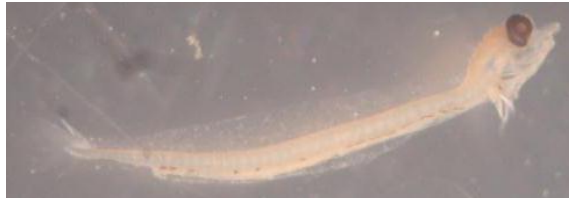
- Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep Sea Research I*, 78: 102-114.
- Rueda-Roa, D.; Tal, E. y Muller, F. 2018. Description and Mechanisms of the Mid-Year Upwelling in the Southern Caribbean Sea from Remote Sensing and Local Data. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(36): 1-19.
- Sabatés, A. 2004. Diel vertical distribution of fish larvae during winter-mixing period in the north western Mediterranean. ICES. *Journal of Marine Science*, 61: 1243-1252.
- Sale, P. 1991. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. San Diego, California, USA.
- Sampey, A.; Meekan, M.; Carleton, J.; McKinnon, A. y McCormick, M. 2004. Temporal patterns in distributions of tropical fish larvae on the North-west Shelf of Australia. *Marine and Freshwater Research*, 55: 473-487.
- Sánchez-Ramírez, M. y Ocaña-Luna, A. 2015. Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en una laguna hipersalina del oeste del golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica*, 25(2): 175-186.
- Senior, W. 2009. Estudio de las características físico-químicas de la Bahía de Mochima, estado. Sucre, Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Titular. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Shannon, E. y Weaver, N. 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois Press. Illinois, USA.
- Simpson, J. 1965. Estudio de las primeras etapas de desarrollo de la raba amarillo, *Cetengraulis edentulus* (Cuvier), en el oriente de Venezuela. *Serie Recursos y Explotación Pesquera, Ministerio de Agricultura y Cría*, 1(1): 1-23.
- Simpson, J. y González, G. 1967. Algunos aspectos de las primeras etapas de la vida y el medio ambiente de la sardina *Sardinella anchovia* en el oriente de Venezuela. *Serie Recursos y Explotación Pesquera, Ministerio de Agricultura y Cría*, 1(2): 38-92.
- Smith, P. y Lasker, R. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. *Rapports et Proces-Verbaux des Rèunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 173: 77-84.
- Sokal, R. y Rohlf, F. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Freeman. New York, USA.
- Sponaugle, S.; Fortuna, J.; Grorud, K. y Lee, T. 2003. Dynamics of larval fish assemblages over a shallow coral reef in the Florida Keys. *Marine Biology*, 143: 175-189.
- Suthers, I.; Bowling, L.; Kobayashi, T. y Rissik, D. 2009. Chaper 4. Sampling methods for plankton. En: *Plankton. A guide to their ecology and monitoring for water quality*. Suthers, I. y Rissik, D. (eds). CSIRO Publishing. Victoria, Australia.



Págs. 73-114.

- Taylor, G.; Muller-Karger, F.; Thunell, R.; Scranton, M.; Astor, Y.; Varela, R.; Troccoli, L.; Lorenzoni, L.; Fanning, K.; Hameed, S. y Doherty, O. 2012. Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(47): 19315-19320.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 1967. *Lagunas costeras, un simposio*. Memoria del Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras (origen, dinámica y productividad). UNAM-UNESCO. Ciudad de México, México. Págs. 28-30.
- Walsh, J. 1988. *On the nature of continental shelves*. Academic Press. London, England.
- Whitfield, K. 1996. A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 51(1): 79-89.
- Yáñez-Arancibia, A.; Amézcu-Linares J. y Day, J. 1980. Estuarine perspectives. En: *Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in Southern Gulf of Mexico*. Kennedy, V. (ed). Academic Press Inc. New York, USA. Págs. 465-482.

## APÉNDICES



Apéndice 1. *Harengula jaguana*. (LS: 2,08 mm)



Apéndice 2. *Sardinella aurita*. (LS: 2,15 mm)



Apéndice 3. Atherinidae sp. (LS: 1,37 mm)



Apéndice 4. *Parablennius marmoratus*. (LS: 2,34 mm)



Apéndice 5. *Selene vomer*. (LS: 1,85 mm)



Apéndice 6. *Eucinostomus* sp. (LS: 2,38 mm)



Apéndice 7. Labridae sp. 1. (LS: 1,89 mm)



Apéndice 8. *Calamus* sp. (LS: 1,93 mm)



Apéndice 9. *Diplodus argenteus*. (LS: 2,15 mm)



Apéndice 10. *Achirus* sp. (LS: 1,90 mm)

## HOJAS DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON EN LA ZONA CENTRAL DEL PARQUE NACIONAL MOCHIMA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA
<b>Subtítulo</b>	

#### Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Rondón R., Mariana R.	<b>CVLAC</b>	25 352 698
	<b>e-mail</b>	<i>marirond95@gmail.com</i>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

#### Palabras o frases claves:

Ictioplancton
Abundancia
Distribución
Ecología
Mochima

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

### Resumen (abstract):

Los ecosistemas marinos-costeros son caracterizados por poseer una amplia variedad de hábitats, cuyos ambientes son utilizados como áreas de crianza, alimentación, reclutamiento, asentamiento e inicio de dispersión de muchas especies de peces marinos. Durante el presente estudio se evaluó la composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima, donde se llevaron a cabo muestreos bimestrales, desde diciembre del 2015 hasta octubre del 2016, cubriendo periodos de surgencia, transición y calma. La colecta de las muestras se realizó en un barco tipo peñero, con calados oblicuos de 10 minutos de duración, a una velocidad de 2 nudos, con una red tipo Bongo de 35 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas de poro de 333  $\mu\text{m}$ . Los calados se realizaron en tres estaciones, a 2 m de profundidad, y a 10, 25 y 50 m de distancia de la costa. Las variables fisicoquímicas se determinaron *in situ*. Con análisis multivariados se estudió la relación entre las variables fisicoquímicas y el ictioplancton, además se determinó la contribución de las especies que favorecieron la similitud de los grupos de larvas, espacial y temporalmente. Se colectaron un total de 13 167 huevos y 2 671 larvas de peces. Las larvas se ubicaron taxonómicamente siendo distribuidas en 11 órdenes, 27 familias y 41 especies, estimándose los máximos valores de densidad larval en octubre 2016 (87,31 larvas/100  $\text{m}^3$ ) y el mínimo durante febrero 2016 (0,14 larvas/100  $\text{m}^3$ ). En cuanto a la densidad de huevos, ésta resultó ser mayor en diciembre 2015 (225,92 huevos/100  $\text{m}^3$ ) y menor en octubre 2016 (4,95 huevos/100  $\text{m}^3$ ). Con respecto a la abundancia, las familias más representativas fueron Clupeidae, Labridae, Achiriidae y Gerreidae. Las especies con mayor abundancia relativa en la zona de estudio fueron *Harengula jaguana* (79,89%), *Sardinella aurita* (10,26%), Labridae sp.1 (2,10%), *Achirus* sp. (1,61%) y *Eucinostomus* sp. (1,50%). La diversidad se consideró baja, encontrándose el máximo valor de ésta en el mes de junio 2016 (1,03 bits/ind). La abundancia y distribución del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima estuvo relacionada con las condiciones ambientales características de esta zona, encontrándose las mayores densidades de larvas durante el periodo de lluvias (octubre 2016). La temperatura, la velocidad del viento y el índice de surgencia se consideraron como las variables que mostraron una influencia en la abundancia ictioplanctónica. El rango de distribución espacial de los huevos y larvas de peces, sugiere que esta zona es utilizada por los peces como área de desove, crianza y refugio de sus larvas.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Narváez R., Mariela	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	18 416 876
	e-mail	<i>mnarvaezruiz@gmail.com</i>
	e-mail	
Longart R., Yelipza	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	9 458 959
	e-mail	<i>ylongart@yahoo.com</i>
	e-mail	
Cedeño G., Katiana M.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	14 660 867
	e-mail	<i>katianac7@gmail.com</i>
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2021	06	18

Lenguaje: spa.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

### Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TG-rondónm.doc	Word 1997-2003

### Alcance:

**Espacial:** Nacional (Opcional)

**Temporal:** Temporal (Opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciado en Biología

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Licenciado

**Área de Estudio:** Biología

### Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE SUCRE

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE SISTEMA DE BIBLIOTECA	Cordialmente,	
RECIBIDO POR <i>Mazzei</i>		
FECHA <i>5/8/09</i> HORA <i>5:30</i>	<b>JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO</b>	Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

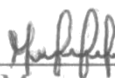
JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela



## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



---

Mariana R. Rondón R.  
AUTORA



---

Mariela Narváez R.  
TUTORA