



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

ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ICTIOPLANCTÓNICA EN LOS MÁRGENES
DE LOS MEANDROS DEL CAÑO MANAMO, DELTA DEL ORINOCO,
VENEZUELA
(Modalidad: Tesis de Grado)

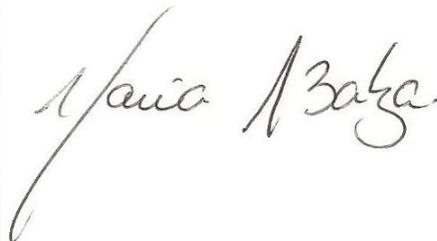
ARACELYS DEL VALLE BRAVO GUZMÁN

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

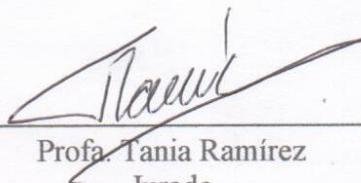
CUMANÁ, 2019

ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ICTIOPLANCTÓNICA EN LOS MÁRGENES
DE LOS MEANDROS DEL CAÑO MANAMO, DELTA DEL ORINOCO,
VENEZUELA

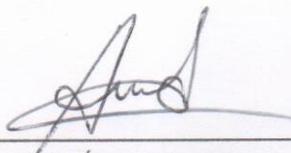
APROBADO POR:



Profa. María Alejandra Balza Bravo
Asesor



Profa. Tania Ramírez
Jurado



Prof. Ángel Fariña
Jurado

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN	VIII
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	7
Área de estudio.....	7
Trabajo de campo.....	7
Trabajo de laboratorio	11
Análisis estadístico.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Abundancia y distribución espacial	15
Abundancia y distribución temporal	17
Descripción taxonómica.....	21
Abundancia relativa	28
Frecuencia de ocurrencia.....	28
Índices ecológicos	34
Variables fisicoquímicas	43
Análisis de componentes principales	61
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA	74
HOJAS DE METADATOS	86

DEDICATORIA

A mis padres Yamillet Guzmán y Rafael Bravo por darme apoyo, disciplina y sus consejos valiosos cuando más lo necesitaba.

A mi hija Danna Sophia Maita Bravo.

A mi esposo Daniel Maita por apoyarme y darme aliento en mis momentos de decadencia.

A mis hermanos Leidymar Bravo y Nelson Bravo.

A mis abuelos Aracelys Rondón, Enmanuel Bravo, Leida Yegrez y Elezar Guzmán.

En fin a todos los que estuvieron a mi lado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, fuerza y salud para culminar otra de mis metas.

A mis padres por apoyarme a lo largo de mi carrera, moral y económicamente.

A mi esposo por estar siempre a mi lado dándome ánimos para seguir adelante.

A mi asesora la Dra. María A. Balza B. y al Dr. Baumar Marín por su ayuda e inculcarme sus conocimientos para llevar a cabo dicho trabajo.

A mi amiga, comadre y hermana Daniela Rendón por estar siempre a mi lado apoyándome, ayudándome y dándome aliento para culminar.

A la Dra. Brightdoom Márquez por prestarme su laboratorio.

A todos gracias...

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la densidad de larvas de peces en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones..... 16
- Tabla 2. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la densidad de larvas de peces en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses. 19
- Tabla 3. Composición taxonómica, abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia de las familias y especies de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. 31
- Tabla 4. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la riqueza específica (S) en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones. 35
- Tabla 5. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la riqueza específica (S) en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses. 36
- Tabla 6. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la Shannon-Wiener (H') en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses. 38
- Tabla 7. Resumen de la estadística descriptiva de las variables fisicoquímicas registradas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011..... 43
- Tabla 8. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la temperatura del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses. 45
- Tabla 9. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al oxígeno disuelto del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones. 46
- Tabla 10. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al oxígeno disuelto del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses. 46

Tabla 11. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la salinidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.	48
Tabla 12. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la conductividad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.	50
Tabla 13. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la salinidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.	52
Tabla 14. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al pH del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.	54
Tabla 15. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la transparencia del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.	56
Tabla 16. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la transparencia del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.	56
Tabla 17. Análisis <i>a posteriori</i> de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la profundidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.	56
Tabla 18. Autovalor y porcentaje de varianza explicado por cada componente en el análisis de componente principal (ACP) realizado para la región fluvial (delta superior y medio) en el caño Manamo, delta del Orinoco.	61
Tabla 19. Matriz de correlación de rango Spearman entre los diferentes factores (bióticos y abióticos) analizados en las estaciones del delta superior y medio del caño Manamo, delta del Orinoco.	63
Tabla 20. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por regiones en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.	65
Tabla 21. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por regiones en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.	65

Tabla 22. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por sectores en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.	66
Tabla 23. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por sectores en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.	66
Tabla 24. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por épocas en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.	67
Tabla 25. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por épocas en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.....	67
Tabla 26. Resultados del análisis de correspondencia canónica (ACC) para las taxa de las larvas de peces y las variables ambientales en el delta superior del caño Manamo, delta del Orinoco.....	68
Tabla 27. Correlación de las variables ambientales con los ejes del análisis de correspondencias canónica (ACC) en el caño Manamo, delta del Orinoco, entre diciembre de 2010 y octubre de 2011.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del caño Manamo señalando con círculos y números las cuatro estaciones en el delta superior (DS) y delta medio (DM).	8
Figura 2. Esquema de la sectorización lateral del caño Manamo según su geomorfología.	9
Figura 3. Esquema y fotografía de las redes de ictioplancton empleadas en los calados en el caño Manamo, delta del Orinoco.	10
Figura 4. Composición porcentual y variación de la abundancia de larvas de peces colectadas por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	17
Figura 5. Composición porcentual y variación de la abundancia de larvas de peces colectados por épocas (A) y por meses (B) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	18
Figura 6. Fotografía de una larva de Atherinidae sp. 1.	22
Figura 7. Fotografía de una larva de <i>Strongylura marina</i>	22
Figura 8. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 1.	24
Figura 9. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 2.	25
Figura 10. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 3.	25
Figura 11. Fotografía de una larva de Loricariidae sp. 1.	26
Figura 12. Variación espacial de la riqueza específica por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	37
Figura 13. Variación espacial de la diversidad de Shannon-Wiener (H') por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	39
Figura 14. Variación espacial de la equidad de Lloyd y Ghelardi (J') por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	40
Figura 15. Variación espacial de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	44
Figura 16. Variación espacial del oxígeno disuelto (mg/l) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.	47

Figura 17. Variación espacial de la salinidad en el agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.....	49
Figura 18. Variación espacial de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011....	51
Figura 19. Variación espacial del pH del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.....	53
Figura 20. Variación espacial de la transparencia (m) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011....	55
Figura 21. Variación espacial de la profundidad (m) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011....	57
Figura 22. Variación promedio mensual de la densidad del ictioplancton y los registros mensuales de la precipitación en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.....	58
Figura 23. Análisis de componentes principales en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.....	62
Figura 24. Ordenación nMDS de la estructura comunitaria de larvas de peces por regiones (A), sectores (B) y épocas (C) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.....	64
Figura 25. Análisis de correspondencias canónica entre las taxa de larvas de peces, los índices ecológicos y las variables fisicoquímicas en el caño Manamo, delta del Orinoco, entre diciembre de 2010 y octubre de 2011. Especies ▲: Clupeidae sp. 1 (Clu); Engraulidae sp. 1 (Eng); Sciaenidae sp. 1 (Sc1); Sciaenidae sp. 2 (Sc2); Pimelodidae (sp. 1) (Pim), Chilomycterus antillarum (Chi) y Microphis brachyurus (Mic). Índices ecológicos: Riqueza específica (S), Diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Lloyd & Ghelardi (J').	69

RESUMEN

Los márgenes de los meandros proporcionan sitios de preferencia para algunas especies de peces que utilizan sus particulares como microhábitat. En el caño Manamo, delta del Orinoco se estudió la abundancia y distribución espacial y temporal del ictioplancton en los meandros, estableciendo relaciones entre las larvas de peces con algunas variables fisicoquímicas. Se analizaron muestras de ictioplancton colectadas bimestrales desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 a lo largo del caño Manamo en cuatro estaciones, que abarcaron las regiones del delta superior y medio, y se sectorizaron según la geomorfología del meandro en márgenes cóncavos y convexos. Las variables fisicoquímicas se determinaron *in situ*. Las larvas se ubicaron taxonómicamente y se analizó la estructura comunitaria. Con análisis multivariados se estudió la relación entre las variables fisicoquímicas y el ictioplancton, y además se determinó la contribución de las especies que favorecieron la similitud de los grupos de larvas espacial y temporalmente. En el plano espacial los mayores registros de ictioplancton se localizaron en las estaciones del delta medio y en los márgenes convexos. Temporalmente, la mayor ocurrencia de ictioplancton se registró durante los meses de la época de lluvia, evidenciando que está intrínsecamente relacionada con el incremento del desove. Los análisis estadísticos comprobaron diferencias significativas en la abundancia y distribución de las larvas. La comunidad ictioplanctónica estuvo conformada por Clupeiformes (96), Perciformes (3%) y Siluriformes (1%). Las familias ictioplanctónicas distintivas de los meandros fueron Atherinidae, Belonidae, Haemulidae y Loricariidae. La especie más abundante y principal contribuyente de similitud tanto espacial como temporalmente fue Engraulidae sp. 1. Los índices ecológicos S, H' y J' no mostraron diferencias significativas, probablemente debido a ciertas semejanzas del sistema en el estuario superior o delta fluvial. La abundancia y distribución del ictioplancton en los meandros del caño Manamo fue determinada espacialmente por la salinidad y conductividad, mientras que temporalmente por la precipitación. Este estudio demuestra la importancia de los meandros para diversidad de hábitat y grupos de peces a través de la comparación de tipos de microhábitat y sus funciones ecológicas.

Palabras clave: hábitat, ecología larvaria, peces, estuario.

INTRODUCCIÓN

La palabra estuario proviene del latín *aestuarium*, que significa pantano o canal, que deriva del latín *aestus*, que significa marea o movimiento ondulante. Los estuarios son entornos de transición entre la tierra y el océano, donde agua dulce procedente de los ríos se mezcla con agua salada oceánica (Day *et al.*, 1989; 2013; Devlin y Pan, 2018).

La interacción de la descarga del río con la marea define el patrón de circulación básica del estuario y el grado de estratificación vertical y longitudinal. Las variaciones en el nivel del mar marcan la más profunda influencia marina en el continente a lo largo del valle del río, que se puede detectar a veces hasta cientos de kilómetros tierra adentro (Day *et al.*, 1989; Perillo y Cuadrado, 2013; Rossi *et al.*, 2016; Devlin y Pan, 2018).

En el mundo existen diferentes clases de estuarios que varían de acuerdo con su geomorfología, los factores físicos presentes, el aporte fluvial y diversos factores biológicos y humanos (Perillo y Cuadrado, 2013; Devlin y Pan, 2018). Entre ellos se encuentran los estuarios de antiguos valles fluviales, antiguos valles glaciares (fiordos y fiardos), los formados por influencia fluvial (dominados por mareas y deltas) y los estuarios estructurales (Perillo *et al.*, 1999; Day *et al.*, 2013).

Los deltas se forman cuando un río penetra en el mar o en un lago y toda su carga se sedimenta formando un montículo extenso y de suave pendiente que al ir creciendo obliga al río a fluir sobre él para llegar a la desembocadura. Los deltas se presentan en regiones de regresión marina, donde el continente le gana espacio al mar, y no donde las corrientes se llevan los sedimentos (Coleman *et al.*, 2008). El nombre de delta se debe a la forma de la desembocadura del río Nilo, que asemeja a la letra griega delta (Δ), (Ordeix *et al.*, 2009).

El delta del Orinoco se originó durante el Plioceno (final de la era Terciaria) y continuó en el Pleistoceno y Holoceno (era Cuaternaria) actual y subactual, mediante la interacción de procesos fluviales, fluviomarinos y marinos (Vila, 1964; Warne *et al.*, 2002). El río Orinoco ingresó a la amplia planicie marino costera ya formada donde encontró sedimentos mal consolidados; allí se desplazó en forma errática, formó islas, caños principales y marginales, así como meandros dando inicio a la formación del

abanico deltaico (Monente *et al.*, 2017). Diversos estudios indican que la región deltaica se inicia cerca de la población de Barrancas del Orinoco, a unos 150 km aguas arriba de la desembocadura al océano con respecto a el caño Manamo y 280 km con respecto a Río Grande (Warne *et al.*, 2002; Silva, 2005; Lasso *et al.*, 2010; Monente *et al.*, 2017).

Los ecosistemas estuarinos son considerados zonas con importante valor biológico y ecológico, que funcionan como “guarderías o criaderos” (Gibson, 1994; Able *et al.*, 1999; Beck *et al.*, 2001; Ramos *et al.*, 2017). De hecho, poseen zonas con buena disponibilidad de refugio y alimento; que, anudado a los altos niveles de productividad en interacción con elevadas concentraciones de nutrientes, generan las condiciones favorables para la presencia de un amplio número de taxa en estadios tempranos de vida, dentro de los cuales se encuentran muy bien representados los peces (Pauly, 1994; Barletta *et al.*, 1998; 2003; Day *et al.*, 2013; Gao *et al.*, 2018).

Paralelamente a su capacidad como guarderías, los sistemas estuarinos son reconocidos como altamente inestables por presentar gradientes marcados de variación en algunas de sus propiedades fisicoquímicas, donde la distribución de sus organismos puede depender de esas fluctuaciones. Los gradientes de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez del agua, limitan el uso que los peces y demás organismos dan al estuario. Según Whitfield (1999) esta es la razón por la cual usualmente los sistemas estuarinos se caracterizan por una baja diversidad ictiofaunística (Bulger *et al.*, 1993; Albaret *et al.*, 2004; Day *et al.*, 2013; Paighambari *et al.*, 2017).

Generalmente, las distintas especies desarrollan diferentes estrategias, ligadas a diversas funciones vitales, las cuales las condicionan para mantenerse presentes en los distintos ambientes (Nakatani *et al.*, 2001; González *et al.*, 2010; Komoroske *et al.*, 2014; Ollivier *et al.*, 2017). Evidentemente, los estímulos para que ocurra la reproducción de los peces en el ambiente natural tiene dos orígenes, endógeno y exógeno. Los de origen endógeno son la sumatoria del desencadenamiento de acciones hormonales, principalmente de la hipófisis, mientras que los exógenos están dados principalmente por variaciones cíclicas en las condiciones ambientales, los cuales son responsables de que finalmente los peces desoven (Senhorini y Landines, 2005).

Indudablemente, existen variaciones anuales en los patrones reproductivos de las

especies, especialmente relacionadas con el área y el tiempo de desove. Estas fluctuaciones frecuentemente dependen de las condiciones ambientales requeridas por las especies o para la reproducción exitosa de las poblaciones de acuerdo con su ciclo de vida. En consecuencia, la dinámica entre los procesos reproductivos y las condiciones ambientales afectan directamente la distribución de las especies, así como también el desove (Vazzoler, 1996; Gogola *et al.*, 2013; Balza *et al.*, 2018; Rousseau *et al.*, 2018).

El espectro completo de la distribución y composición de especies de larvas y juveniles de peces en relación con la dinámica de cambios de las características hidrográficas de los estuarios es poco conocido (Saperdonti *et al.*, 2008; Brida *et al.*, 2010; Jayachandra *et al.*, 2013; Komoroske *et al.*, 2014; Rousseau *et al.*, 2018).

En este sentido, los grandes sistemas fluviales se encuentran entre los ecosistemas más afectados por las acciones antrópicas, las que producen alteraciones que pueden perturbar la reproducción, el desarrollo larvario o alterar el crecimiento de los peces (Copp, 1991; Ligon *et al.*, 1995; Mérigot *et al.*, 2017; Valenti *et al.*, 2017). En el caso del delta del Orinoco, el caño Manamo está controlado por una ataguía (Volcán, construida en 1965), que redujo del 11% al 1% la descarga total anual del río (Colonnello y Medina, 1998; Ponte *et al.*, 1999; Lasso *et al.*, 2004). En consecuencia, el cierre parcial del caño modificó el flujo de sus aguas, alterándose el transporte de sedimentos (ocasionando la colmatación de caños, erosión y formación de islas) y la calidad del agua (Monente *et al.*, 2017).

La geomorfología de los cauces de los ríos es el resultado de una diversidad de factores hidráulicos, sedimentológicos, geológicos, tectónicos, resistencia a la erosión, entre otros elementos que controlan la forma y deformación de estos (Einstein, 1926; Farreras, 2006; Bravard y Petit, 2009). En los ríos con meandros el flujo helicoidal del agua juega un papel de suma importancia en su formación. Los meandros son secuencias de curvas pronunciadas en un flujo principal, que varían alternadamente su sentido de derecha a izquierda, y viceversa, con un aspecto sinuoso acompañado de un flujo secundario turbulento, transversal y bidimensional que perturba al principal. Esto origina un flujo tridimensional helicoidal alternante en los meandros, que causa una distribución de esfuerzos que produce turbulencia en los márgenes de los taludes externos o cóncavos

de las curvas y su transporte transversal en los márgenes de los taludes internos o convexos que favorece la retención de materiales (Farreras, 2006; Parsapour-Moghaddam y Rennie, 2018; Sylvester *et al.*, 2019).

En cada sección transversal a lo largo de una curva fluvial se desarrolla una fuerza centrífuga que actúa hacia la parte exterior de la curva. Esta fuerza es menor cerca del fondo, donde la velocidad disminuye como consecuencia de la fricción, y mayor al alejarse del mismo (Einstein, 1926; Coleman y Huh, 2003; Seminara, 2006). Los ríos con meandros pueden tener varias formas en un mismo lugar, lo que depende del régimen hidrológico y de la carga en sedimentos, todos los elementos de las cuencas, los meandros se desplazan por erosión de margen externa (convexa) y sedimentación en la margen interna (cóncava) (Coleman y Huh, 2003; Rocha, 2009; Parsapour-Moghaddam y Rennie, 2018; Sylvester *et al.*, 2019).

Los márgenes de los meandros proporcionan sitios de preferencia para la ocurrencia de algunas especies de peces que utilizan la vegetación acuática como microhábitat (Oliveira y Ferreira, 2008; Reynalte-Tataje *et al.*, 2008; Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza, 2014; Nagayama y Nakamura, 2017). En relación con esto, los estudios de ictiopláncton han demostrado ser de gran utilidad, ya que permiten obtener la localización de las áreas y temporadas de desove, la estimación de la abundancia en función de la fracción reproductora de la población y datos más precisos acerca de la detención y explotación de nuevos recursos pesqueros. Además, el conocer la distribución de los estadios tempranos de peces en áreas y periodos de tiempo, ayuda a definir parte de la estructura tan compleja de una población que está separada en distintos stocks desovantes. Los aportes de estos estudios sirven para tener un mayor conocimiento de la dinámica de las poblaciones de peces y por ende realizar un mejor manejo y administración de los recursos pesqueros (Smith y Richardson, 1979; Saville y Schnack, 1981; Hsieh *et al.*, 2011).

En este orden de ideas, el estudio de la biología de los peces no puede estar completo si se desconoce la historia natural de los estadios tempranos de vida y lamentablemente existe un gran vacío en el conocimiento de las larvas de peces costeras tropicales y más aun de sistemas estuarinos y fluviales. Una de las principales causas de

ello, es su complejidad taxonómica que se intensifica en los ambientes tropicales y subtropicales con alta diversidad (Leis y Trnski, 1989; Leis, 1993; Neira *et al.*, 1998; Saperdonti *et al.*, 2008; Rousseau *et al.*, 2018).

El delta del Orinoco, posee una diversidad íctica poco conocida, aunque se pueden mencionar los estudios realizados por Fernandes-Yepey (1967), quien publicó la primera lista de especies conocida del delta del Orinoco y los inventarios no publicados de 250 especies de Lundberg *et al.* (1979). Asimismo, se publicaron varios listados de especies para el delta del Orinoco (Novoa, 1982; Ponte y Lasso, 1994; Ponte *et al.*, 1999). De estas, el 68% resultó ser dulceacuícola, el 20% netamente estuarina y un 12% fueron especies marinas que penetran temporalmente estos ambientes.

Posteriormente, Lasso *et al.* (2004) presentaron el único listado disponible de las especies íctica (939) para Venezuela en la cuenca del Orinoco. Ortaz *et al.* (2007) evaluaron la ictiofauna en cinco áreas del delta del Orinoco (abarcando los delta superior, medio e inferior) identificando 80 especies con siete nuevos registros para el área. Lasso *et al.* (2009) actualizaron, corrigieron y ampliaron la lista de peces dulceacuícolas, marinos y estuarinos del delta del río Orinoco, elaborando una lista de 438 especies, con nueve nuevos registros para la región; agrupadas en 20 órdenes, 82 familias y 281 géneros. Silva-Acuña (2010) reportó para el caño Manamo 89 especies de peces. Por su parte, Lasso y Sánchez-Duarte en el 2011 investigaron las pesquerías del delta, con miras a ofrecer una visión científica de la riqueza piscícola del Orinoco, contribuir al manejo sustentable de los recursos y dar un aporte a todas aquellas comunidades que habitan en las riberas del río y del oriente del país.

Actualmente, son escasos los estudios ictioplanctónicos en el delta del Orinoco. Entre ellos se encuentran, los estudios de Balza *et al.* (2013) sobre la abundancia espacial del ictiopláncton en el caño Manamo durante los periodos de sequía y lluvia. Asimismo, Marín *et al.* (2013) reportaron la ocurrencia preferencial de larvas y huevos de peces en las estaciones estuarinas del caño Manamo. López en el 2015, estudio la estructura comunitaria del ictioplancton en dos periodos en la zona estuarina del caño Manamo. Balza *et al.* (2018) reportaron la dinámica espacial y temporal del ictioplancton en el caño Manamo.

En virtud de la relevancia del delta del Orinoco, incluyendo el caño Manamo, el cual podría ser una zona de reproducción y cría de importantes especies comerciales. Se hace necesario evaluar los recursos ictiológicos de importancia ecológica y económica.

En este sentido, el presente trabajo constituye un valioso aporte sobre el conocimiento de la abundancia y composición de ictioplancton en los márgenes de los meandros del caño Manamo en el delta del Orinoco, Venezuela. Este estudio permitirá conocer y comprender como varía el ictioplancton en los márgenes de un canal principal en un delta tropical y la influencia de las variables ambientales sobre el mismo.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El delta del Orinoco se ubica frente al océano Atlántico al noreste de Venezuela, entre 09°20' y 08°23' N y desde 60°38' y 62°22' W; incluye los estados Delta Amacuro y Monagas y es parte de la reserva de la biosfera Delta del Orinoco (Lasso *et al.*, 2010). El abanico deltaico ocupa 18 810 km² y está conformado por una compleja red hidrográfica de caños, brazos de ríos, riachuelos, lagunas y zonas anegadizas, que se intercomunican entre sí, formando islas de diferentes dimensiones parcialmente inundables (Ponte *et al.*, 1999; Lasso *et al.*, 2004).

El cauce del Orinoco se divide en tres grandes cursos de agua en el ápice del delta (Punta Cabrián). Primero aparece el mayor distributario, Río Grande con dirección oeste-este que vierte sus aguas por la desembocadura de Boca Grande al Océano Atlántico. Seguidamente, surgen los caños Manamo y Macareo hacia el norte y el noroeste, respectivamente transportado el flujo residual (Lara *et al.*, 1997; Lasso *et al.*, 2010; Lasso y Sánchez-Duarte, 2011; Monente *et al.*, 2017).

La ataguía del caño Manamo fue construida aproximadamente 15 km aguas arriba de Tucupita, capital del estado Delta Amacuro para crear una extensa zona agrícola al controlar los regímenes de inundación en la sección superior a través del drenaje de los suelos permanentemente inundados (Colonnello y Medina, 1998).

El caño Manamo está situado a lo largo de la zona limítrofe noroccidental del estado Delta Amacuro con el estado Monagas, este caño atraviesa los municipios Tucupita y Pedernales hasta su salida al océano (09°00' y 10°10' N y 61°40' y 62°30' W; Figura 1). El recorrido del caño Manamo inicia en el delta superior, atravesando el delta medio y desembocando al océano Atlántico en el delta inferior.

De campo

Para la realización de este proyecto de investigación, se efectuaron colectas bimestrales de ictioplancton desde diciembre de 2010 a octubre de 2011 a lo largo del caño Manamo en cuatro estaciones, conocidas como San Rafael (estación 1), Caño la Iglesia (estación 2), El Guamal (estación 3) y Winamorena (estación 4), durante los

periodos de sequía y lluvia. Dichas estaciones fueron seleccionadas del macroproyecto LOCTI adscrito al Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Delta Amacuro (INIA) intitulado “Caracterización bioecológica de la ictiofauna dulceacuícola, estuarina y marina de los caños Manamo, Macareno y Río Grande en el delta del río Orinoco; estado Delta Amacuro” financiado por el INIA y TOTAL GAS & OIL, Venezuela.

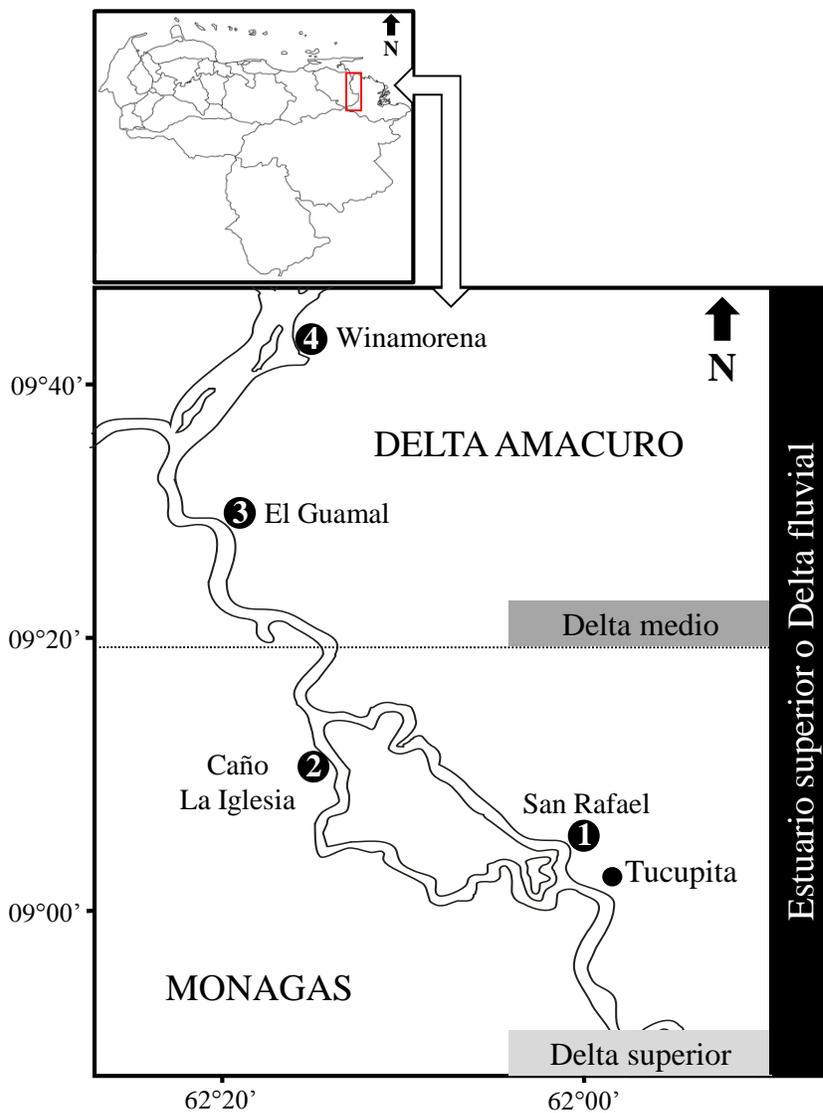


Figura 1. Mapa del caño Manamo señalando con círculos y números las cuatro estaciones de muestreo.

Las estaciones seleccionadas en el caño Manamo abarcaron las regiones del delta superior y medio (delta fluvial) y se georeferenciaron con un GPSmap 276C marca Garmin. Las cuatro estaciones seleccionadas fueron las siguientes:

Para el delta superior (DS):

Estación 1: San Rafael (09° 04' N y 62° 05' W).

Estación 2: Caño La Iglesia (09° 15' N y 62° 19' W).

Para el delta medio (DM):

Estación 3: El Guamal (09° 24' N y 62° 24' W).

Estación 4: Winamorena (09° 40' N y 62° 22' W).

Todas las estaciones fueron sectorizadas según la geomorfología del cauce del caño (meandros) en margen cóncavo y margen convexo (Figura 2).

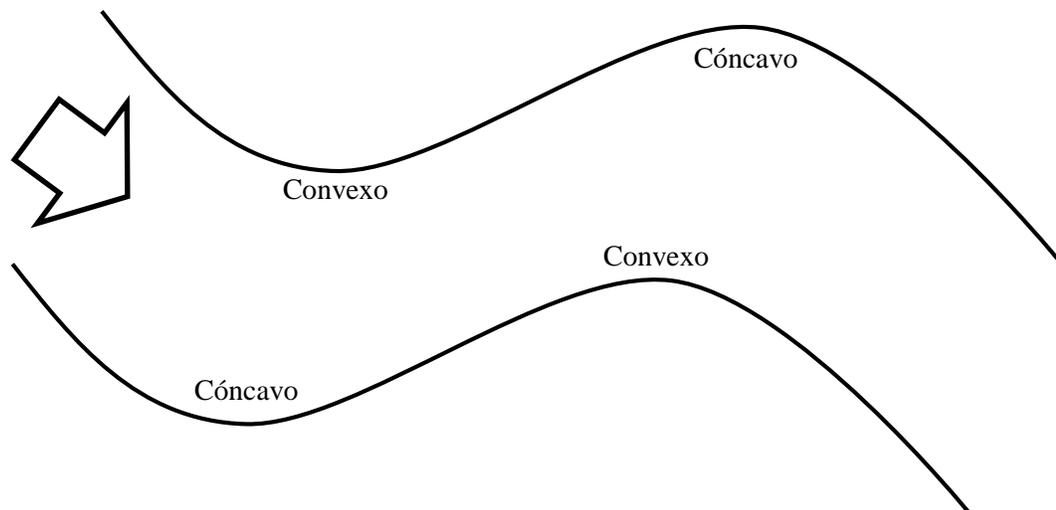


Figura 2. Esquema de la sectorización lateral del caño Manamo según su geomorfología.

Durante las campañas en cada una de las estaciones se colectaron muestras de ictioplancton por duplicado con el empleo de dos redes de plancton tipo estándar modificadas de abertura de malla de 550 μm y diámetro de boca de 30 cm (Figura 3). Los arrastres superficiales se realizaron desde una embarcación tipo bote con motores

fuera de borda durante 15 min a una velocidad aproximada de 2 nudos. Las muestras de ictioplancton se almacenaron en envases de plástico de 1 l previamente rotulados con el nombre de la estación. Se fijaron con formaldehído al 4% neutralizado con tetraborato de sodio (bórax) y se trasladaron a la sede del INIA Delta Amacuro a temperatura ambiente. Posteriormente, fueron transportadas al laboratorio de zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela donde fueron procesadas.

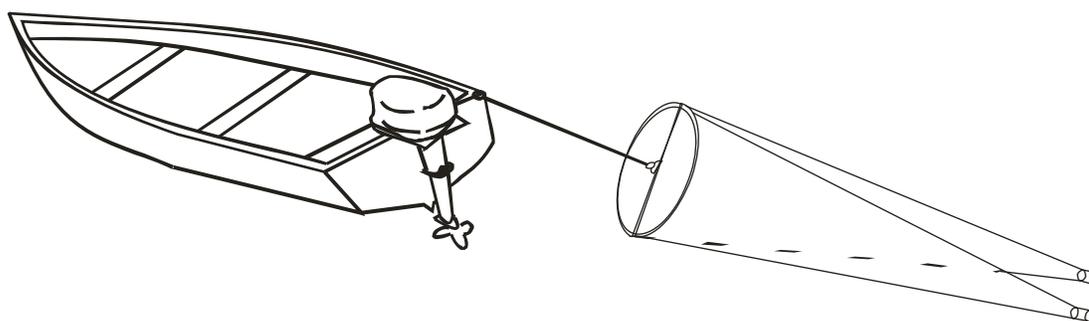


Figura 3. Esquema y fotografía de las redes de ictioplancton empleadas en los calados en el caño Manamo, delta del Orinoco.

In situ, se determinaron las variables fisicoquímicas: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (mg/l), salinidad (ppt) y conductividad ($\mu\text{S/cm}$), con el empleo de una sonda multiparamétrica YSI modelo 63. El pH se determinó con el empleo de tiras indicadoras de pH (0-14) con escala colorimétrica marca Merck. Adicionalmente, se realizaron mediciones de la profundidad con una cuerda amarrada a un lastre y la transparencia se

midió con un disco de Secchi, luego se midió la cuerda con una cinta métrica de 0,1 mm de precisión. La división de Hidrología, Meteorología y Oceanología del ministerio del Ambiente, seccional Monagas, proporcionó los registros de precipitaciones de la estación de San José de Buja (09° 32' N y 62° 41' W).

De laboratorio

En el Laboratorio de Zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela se efectuó la separación de las larvas de peces del resto de material de deriva, para lo cual se utilizó una lupa estereoscópica marca LW Scientific, placas de Petri, pipetas Pasteur, pinceles y pinzas entomológicas. Una vez separado el material de deriva, se procedió al recuento total de larvas de cada una de las muestras.

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

$$V = \pi \times r^2 \times D$$

dónde:

$$\pi = 3,1416$$

r^2 = radio de la boca de la red

D = distancia (m)

El cálculo de la distancia (D) se determinó con la aplicación de la fórmula:

$$D = v \times t$$

dónde:

v = velocidad

t = tiempo de calado

La abundancia total de larvas se reportó como el número de larvas en 100 m³ de agua (ind/100 m³).

Consecutivamente, las larvas se ubicaron taxonómicamente, hasta el nivel taxonómico más bajo posible. La clasificación se logró con base en los caracteres merísticos, morfométricos, las descripciones morfológicas y algunas otras características

como pigmentación, distribución de los cromatóforos, entre otros descritos en textos de claves de identificación (Nakatani *et al.*, 2001; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Cervigón, 1991; 1996; Ahlstrom y Moser, 1981; Richards, 2005). A las especies no identificadas de cada familia se les asignó una numeración indicando la presencia de un morfotipo (por ejemplo: Clupeidae sp. 1).

Se calculó el índice de frecuencia de ocurrencia (FO), según la ecuación:

$$FO = m/M \times 100$$

dónde:

m = n° de muestreos en los cuales la especie o la familia estuvo presente

M = n° total de muestreos realizados

También se determinó la abundancia relativa (AR) por especie y por familia, según la ecuación:

$$AR = m/M \times 100$$

Dónde:

m = n° total de larvas colectadas por especie o por familia

M = n° de larvas colectadas por mes

Índices ecológicos

La diversidad de las especies se estimó calculando el índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener (1948) descrito por Krebs (1989), que expresa la dominancia de una o más especies en la comunidad. El índice de equidad (J') de Lloyd y Ghelardi (1964), según Krebs (1989), que permite cuantificar la abundancia relativa de cada especie, y el número de individuos en relación con el número total.

Tanto la diversidad de Shannon-Wiener (1948) como la equidad de Lloyd y Ghelardi (1964), se calcularon mediante el programa Multi-Variate Statistical Package (MVSP).

Análisis estadístico

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 a pesar de ser transformados, se aplicaron análisis no paramétricos con las pruebas Kruskal-Wallis en el caso de tener más de dos grupos y la de Mann-Whitney-Wilcoxon en el caso de comparar dos grupos (Zar, 1999), mediante el programa Statgraphics plus versión 5.1. Cuando las diferencias fueron significativas para pruebas Kruskal-Wallis se aplicaron pruebas *a posteriori* para comparar el rango de las medianas (Conover, 1980).

Las pruebas se aplicaron para determinar la existencia o no de diferencias entre la abundancia de larvas, las distintas variables fisicoquímicas y los índices ecológicos. Las diferencias espaciales se determinaron en las cuatro estaciones (1 San Rafael, 2 Caño La Iglesia, 3 El Guamal y 4 Winamorena), las dos regiones del delta (DS y DM) y los dos sectores del cauce (margen cóncavo y conexo del meandro). Las diferencias temporales entre los seis meses (dic-10, feb-11, abr-11, jun-11, ago-11 y oct-11) y las dos épocas (sequía y lluvia) de muestreo. Como variables independientes se utilizaron las estaciones, las regiones del delta, los sectores del cauce, los meses de muestreo y las épocas. Como variables dependientes la abundancia de larvas, las distintas variables fisicoquímicas y los índices ecológicos (Zar, 1999). Se utilizó un nivel de significancia alfa de 0,05 para todos los análisis (Montgomery, 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de cajas y bigotes (boxplot) para proporcionar una mejor representación visual de los análisis.

Se aplicaron correlaciones de Spearman entre las distintas variables fisicoquímicas y la densidad de larvas, debido a que no se cumplieron los supuestos de normalidad. La influencia de las variables ambientales en la abundancia y distribución del ictioplancton se evaluó utilizando un análisis de datos descriptivos o Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir la dimensionalidad de las variables. Los ejes del ACP con autovalores superiores a 1,00 fueron aceptados para la interpretación, de acuerdo con el criterio de Kaiser-Guttman (Jackson, 1993). Las variables abióticas con autovectores mayores a 0,40 se consideraron como biológicamente importantes (Hair *et al.*, 1984). Los resultados fueron graficados con uso de gráficos biplot (Johnson y Wichern, 1992), empleando el programa Statgraphics plus versión 5.1.

Para establecer si existían o no diferencias en la estructura comunitaria de larvas

entre las estaciones, regiones, sectores, meses y épocas se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para las mismas y un análisis de similitud (ANOSIM). Para estos análisis se empleó el programa PRIMER v.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; Clarke y Gorley, 2006).

Para el ANOSIM se realizó una prueba estadística Global R la cual varía desde $R < 0$ (grupos indistinguibles uno del otro) hasta $R = 1$ (cuando no hay similitud entre los grupos; Clarke, 1993; Clarke y Gorley, 2006). Para reconocer aquellas especies que son responsables de la similitud dentro de los grupos y la disimilitud entre los grupos se realizó un SIMPER (Clarke, 1993; Clarke y Gorley, 2006). Los porcentajes de disimilitud, así como la contribución de cada especie a estas diferencias, se determinaron mediante la prueba SIMPER. Con el fin de examinar la relación entre la comunidad de larvas de peces en las tres regiones establecidas en el caño Manamo y en las dos épocas de estudio, se realizó un análisis de clasificación y ordenación utilizando el coeficiente de similaridad de Bray-Curtis para los datos biológicos y la distancia Euclidiana para los datos abióticos (Kruskal y Wish, 1978; Clarke, 1993). Los datos bióticos fueron transformados a $\log(x+1)$ y los abióticos a raíz cuarta.

La relación de las especies de larvas de peces con las variables ambientales, se determinó con un análisis de correspondencias canónica (ACC) y se consideró la frecuencia de ocurrencia de las especies ($> 5\%$ de FO) pertenecientes a las familias más representativas en el caño Manamo durante el estudio. Los datos abióticos fueron previamente transformados a raíz cuarta.

En los gráficos biplot del ACC las variables estarán representadas con flechas (vectores), que irradian desde el origen de ordenación. La longitud del vector ambiental exhibe la fortaleza de la relación entre la variable ambiental que representa el vector y la variable biológica (especies) analizada (Ter Braak, 1986; Ter Braak y Verdonshot, 1995). El análisis fue realizado con el programa Multivariate Statistical Package versión 3.12 (MVSP 1985-2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 96 muestras de ictioplancton analizadas de los DS y DM del caño Manamo, delta del Orinoco se obtuvo un total de 19 891 larvas/100 m³. Las elevadas densidades de captura de larvas, sugieren que estos ambientes se caracterizan como lugares de preferencia para la cría de estadios de vida temprana de los peces. Esta particularidad puede estar relacionada con las características presentes en los meandros del caño Manamo, como la ocurrencia de una densa cobertura de macrófitas en los márgenes, ofreciendo abrigo y alimento en abundancia para larvas y juveniles de peces. Además, algunas especies utilizan estos ambientes como áreas de desove (Nakatani *et al.*, 2001, Nagayama *et al.*, 2012; Wolter *et al.*, 2016; Nagayama y Nakamura, 2017).

Abundancia y distribución espacial

La composición porcentual bimestral del total de larvas de peces colectados presentó el menor porcentaje (20%) en la región del DS, con respecto al DM (80%) (Figura 4A). Igualmente, la estación 2 (Caño La Iglesia) mostró un porcentaje mínimo (8%) de larvas, mientras que la estación 4 (Winamorena) el máximo (70%) (Figura 4B). En cuanto a los márgenes de los meandros, el margen cóncavo registró menor porcentaje (48%) de larvas, con respecto al margen convexo con mayor porcentaje (52%) (Figura 4C).

En este sentido los valores mínimos de densidad de larvas de peces en las regiones se observaron en el DS (3972 larvas/100 m³) con una mediana de 36 larvas/100 m³ (2 - 550 larvas/100 m³), mientras que los mayores valores de densidad se reportaron en el DM (15 919 larvas/100 m³) con una mediana de 242 larvas/100 m³ (1 - 1270 larvas/100 m³). Se evidenció que existen diferencias significativas en la abundancia de larvas entre las regiones ($U = 1745,00$; $p < 0,05$) (Figura 4A).

Por estaciones, los menores registros se detectaron en la estación 2 (Caño La Iglesia 1653 larvas/100 m³) con una mediana de 30 larvas/100 m³ (5 - 426 larvas/100 m³) y los máximos en Winamorena (estación 4, 13 908 larvas/100 m³) con una mediana de 532 larvas/100 m³ (97-1270 larvas/100 m³). Se comprobó la

existencia de diferencias significativas en la abundancia de larvas entre las estaciones encontrándose que la estación 4 reveló mayores valores con respecto a las otras estaciones que formaron un grupo (KW = 48,07; $p < 0,05$; Figura 4B, Tabla 1).

Tabla 1. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la densidad de larvas de peces en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Mediana	Grupos
Caño La Iglesia	24	30,0	
El Guamal	24	38,5	
San Rafael	24	46,5	
Winamorenna	24	532	

Las diferencias en la abundancia de larvas entre las estaciones y regiones podrían atribuirse a la cercanía del DM al delta inferior (DI) o estuario medio (Perillo y Cuadrado, 2013) del delta del Orinoco, donde se ha reportado una alta densidad de huevos y larvas de peces en el DI (Balza *et al.*, 2013; 2018). El área del DI se caracteriza por presentar aguas poco profundas y ricas en nutrientes con corrientes reducidas, con abundantes manglares que sirven como áreas de cría para los organismos.

En este sentido, Laprice y Donson (1990; 1993) establecen que los mecanismos que generan variabilidad ambiental para las especies estuarinas pueden reducirse a dos componentes. El primero corresponde a la presencia de gradientes longitudinales y verticales de los parámetros fisicoquímicos. El segundo es dinámico, la variabilidad ambiental espacial. Las especies pelágicas son transportadas por las corrientes de mareas y se mueven aguas arriba y aguas abajo, de acuerdo con el desplazamiento de estas masas de agua.

En cuanto a la densidad de larvas por sectores, la menor ocurrencia se determinó en el margen cóncavo del meandro (9543 larvas/100 m³) con una mediana de 70 larvas/100 m³ (2 - 1270 larvas/100 m³), con respecto al margen convexo en el caño (10 348 larvas/100 m³) con una mediana de 67 larvas/100 m³ (1 - 1125 larvas/100 m³). Se demostró que existen diferencias significativas en la abundancia de larvas entre los sectores estudiados (U = 1537,00; $p < 0,05$) (Figura 4C).

Al asociar las diferencias en la densidad de larvas de peces en los márgenes del caño con el proceso de formación de los meandros, encontramos que en un cauce la erosión y socavación ocurren en el margen exterior o cóncavo, mientras que el depósito de sedimentos sucede a lo largo del margen interior o convexo (Farreras 2006; Nagayama y Nakamura, 2017; Sylvester *et al.*, 2019). Consecuentemente, se puede indicar que el margen convexo actuó ligeramente como una zona de retención y por ende presentó mayor abundancia de ictioplancton que el margen cóncavo que funcionó como una zona de remoción.

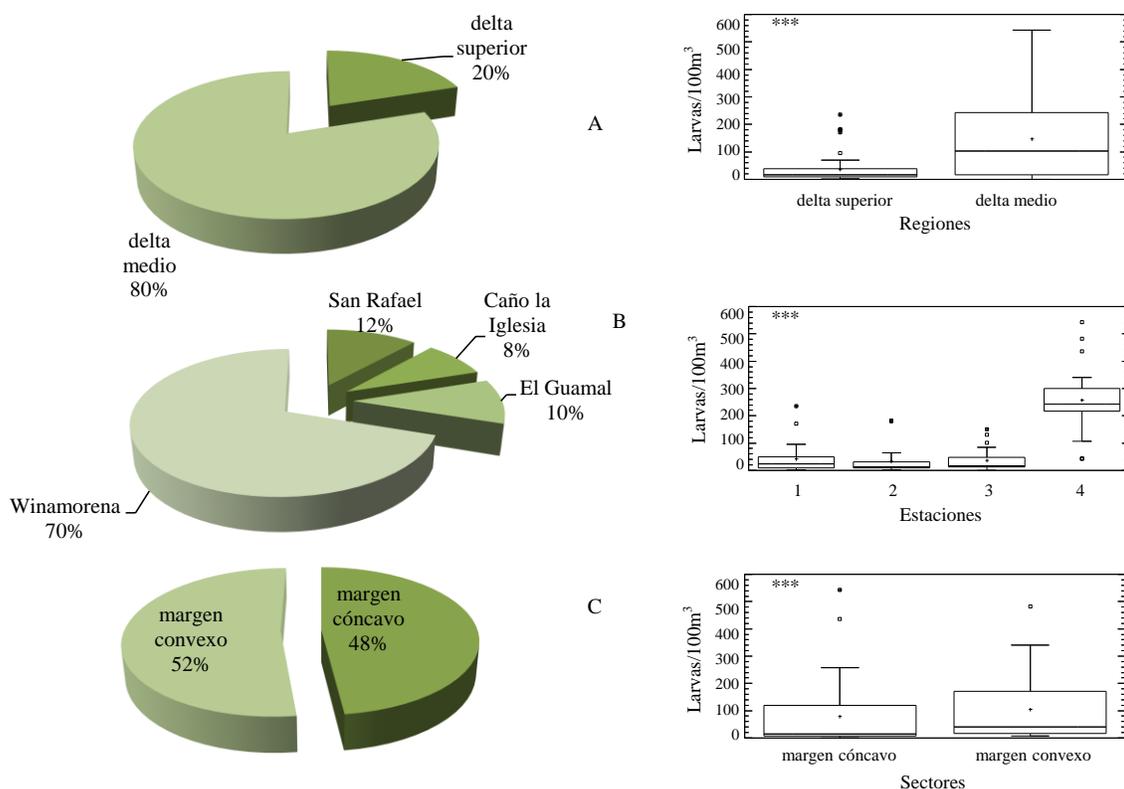


Figura 4. Composición porcentual y variación de la abundancia de larvas de peces colectadas por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Abundancia y distribución temporal

La composición porcentual bimestral del total de larvas de peces colectadas estuvo representada por un mínimo de (44%) durante la época de sequía, de tal modo

que el máximo porcentaje (56%) se determinó para la época de lluvia (Figura 5A).

De igual forma, durante agosto y octubre de 2011 se registraron los menores porcentajes (13%), mientras que el mayor porcentaje (30%) se determinó para junio de 2011 (Figura 5B).

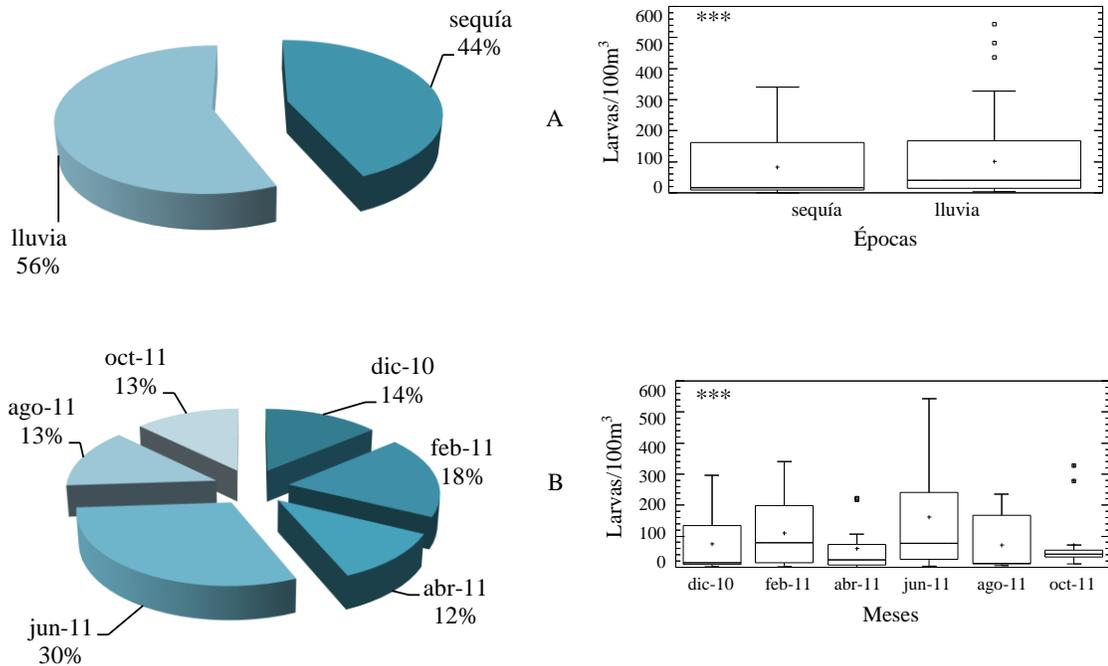


Figura 5. Composición porcentual y variación de la abundancia de larvas de peces colectados por épocas (A) y por meses (B) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Los menores valores de densidad de larvas de peces se detectaron durante la época de sequía (8667 larvas/100 m³) con una mediana de 38 larvas/100 m³ (1 - 690 larvas/100 m³), mientras que durante la época de lluvia (11 224 larvas/100 m³) aumentaron a una mediana de 91 larvas/100 m³ (7 - 1270 larvas/100 m³) (Figura 5A). Se comprobó que existen diferencias significativas en la abundancia de larvas entre las épocas (U = 1499,50; p < 0,05).

La abundancia bimestral de larvas registró los menores valores durante abril de

2011 (2262 larvas/100 m³) con una mediana de 30 larvas/100 m³ (3 - 690 larvas/100 m³) y los mayores valores durante junio del mismo año (6041 larvas/100 m³) con una mediana de 184 larvas/100 m³ (7 - 1270 larvas/100 m³). Se evidenció que existen diferencias significativas en la abundancia de larvas entre los meses, observándose que en junio se presentaron los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron un grupo (KW = 12,71; p < 0,05; Figura 5B; Tabla 2).

Tabla 2. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la densidad de larvas de peces en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Mediana	Grupos
abr-11	16	29,5	
dic-10	16	31,0	
oct-11	16	54,0	
ago-11	16	92,5	
feb-11	16	179,5	
jun-11	16	183,5	

Para el delta del Orinoco históricamente se ha descrito una marcada estacionalidad del flujo de agua al océano, regido por la alternancia de los periodos de lluvia y sequía que condicionan los caudales de los ríos y caños. Las máximas descargas se han originado entre junio y septiembre, mientras que el flujo mínimo se ha observado entre diciembre y abril (Novoa, 2002; Lasso *et al.*, 2010; Monente *et al.*, 2017). Esta dinámica cíclica del régimen hidrológico de algunos caños del delta tiene una marcada influencia sobre los cambios estacionales que se observan en la estructura y composición de la comunidad biótica y muy particularmente de la fauna acuática (Novoa, 2002; Lasso-Sánchez-Duarte, 2011).

En un ambiente lotico, el inicio de la maduración gonadal de las especies migratorias está fuertemente influenciado por la temperatura, aunque las crecientes aparecen como factor desencadenante del desove (Lowe-McConnel, 1999). De hecho, algunos autores señalan que el ascenso del nivel de las aguas en el delta del Orinoco

desencadena un aumento de la reproducción de la mayoría de la ictiofauna (Novoa y Ramos, 1982; Lasso *et al.*, 2010; Rousseau *et al.*, 2018; Balza *et al.*, 2018). En consecuencia, la abundancia ictioplanctónica resultó mayor durante la época de lluvia (junio-octubre) en comparación con la de sequía (diciembre-abril). Sin embargo, cambios climáticos globales como ENOS (El Niño – Oscilación del Sur), han alterado los patrones de precipitación históricamente registrados en el norte de Suramérica (Méndez *et al.*, 2017).

El ENOS en su fase fría (La Niña), es un evento que se manifiesta principalmente por enfriamiento de las aguas del océano Pacífico tropical central y oriental, favoreciendo el incremento de lluvias sobre las regiones del Caribe y la cordillera Andina del norte de Suramérica. Durante el desarrollo del fenómeno de La Niña, el mar Caribe presenta altas temperaturas superficiales lo que genera una alta evaporación y un incremento significativo de la humedad. Efectivamente, en Venezuela durante los últimos días de noviembre 2010, la situación general anteriormente descrita, estuvo acompañada de frentes fríos provenientes del noroeste y del norte e impulsados por la alta presión del suroeste de Norteamérica. Estos frentes fríos incidieron sobre el cinturón de norte costero de Venezuela, originando episodios constantes de precipitación, que se prolongaron hasta el primer trimestre del año 2011. El patrón espacial de la presión atmosférica sobre el mar Caribe, particularmente sobre su parte meridional, favoreció la formación de vaguadas en la troposfera media, que llegaron a intensificarse y luego debilitarse (Rodríguez y Andressen, 2011; Balza, 2014), lo que explicó de cierta manera la variación del régimen hidrológico en el delta.

En este sentido el fenómeno La Niña se presentó en 2010-2011 y fue evidente en los altos registros pluviométricos para la zona del delta del Orinoco en diciembre 2010 y febrero 2011. Esta alteración en el patrón de lluvias en el área deltaica afectó positivamente la abundancia de larvas de peces durante diciembre 2010 y febrero de 2011 (meses de sequía), en los cuales se esperarían escaso desove y un menor registro de ictioplancton. Por consiguiente, los cambios climáticos globales implican variaciones en la cantidad y frecuencia de la lluvia, por lo que cabe esperar efectos directos sobre la

dinámica hidrológica y biológica de los ríos en Venezuela (Méndez *et al.*, 2017).

Descripción taxonómica

El total larvas colectadas en los meandros del delta superior y delta medio del caño Manamo, del delta del Orinoco fueron ubicados en 9 órdenes, 14 familias, 15 géneros y 19 especies (Tabla 3). Adicional a esto se encontraron 31 larvas que debido a su grado de deterioro no se lograron ubicar dentro de ninguno de los grupos identificados.

A continuación, se presenta una breve descripción de las larvas de peces según los caracteres merísticos, morfométricos, morfológicos, entre otros que valieron para ubicarlas en cada taxa.

REINO ANIMAL

FILUM CHORDATA

CLASE OSTEICHTHYES

ORDEN ATHERINIFORMES

FAMILIA ATHERINIDAE

Cuerpo alargado y ligeramente comprimido en su parte anterior de color blanco dorsal y centralmente. Lados del cuerpo con una banda plateada longitudinal que en su origen tiene una anchura aproximadamente igual a la mitad de la base de la pectoral y posteriormente se ensancha ligeramente hacia el centro. Dos aletas dorsales separadas y ubicadas en la parte posterior del cuerpo, la primera formada por tres a cinco espinas delgadas y flexibles; la segunda, precedida por una espina seguida de un radio simple y 8–9 radios blandos. Anal con 17–22 radios blandos, normalmente 19–20. Pectoral con 14–15 radios. Pélvicas situadas en posición abdominal. Con 40–42 hileras transversales de escamas desde el origen de la pectoral hasta el inicio de la caudal. Ano situado en posición posterior, más cerca del origen de la aleta anal que de la base de las pélvicas.

Larvas de Atherinidae sp. 1 (posiblemente *Atherinella brasiliensis*) exhibieron cabeza pequeña, estomago corto, vejiga natatoria evidente. Ano situado en posición posterior, más cerca del origen de la aleta anal que de la base de las pélvicas (Figura 6).



Orden Atheriniforme
familia Atherinidae
Atherinidae sp. 1

Figura 6. Fotografía de una larva de Atherinidae sp. 1

ORDEN BELONIFORMES

FAMILIA BELONIDAE

Las larvas de *Strongylura marina* presentaron cuerpo alargado en forma de aguja, redondeado en sección transversal. Mandíbulas proyectadas como un pico, maxilar expuesto posteriormente. Aletas dorsal, anal y pélvicas carentes de espinas y situadas en el último tercio del cuerpo. Melanóforos dispersos sobre el cuerpo (Figura 7).



Orden Beloniforme
familia Belonidae
Strongylura marina

Figura 7. Fotografía de una larva de *Strongylura marina*.

ORDEN CLUPEIFORMES

FAMILIA CLUPEIDAE

Las larvas de Clupeiformes presentaron un cuerpo alargado, comprimido o cilíndrico, con intestino recto también alargado y estriado. Con pigmentos seriados a lo largo del intestino. Aletas pélvicas abdominales.

Las larvas de Clupeidae sp. 1 presentaron cuerpo típico Clupeiforme, alargado más o menos comprimido lateralmente. Pigmentación principalmente ventral. Ojos laterales, boca terminal y generalmente pequeña. Posee una sola aleta dorsal en posición más o menos central en la mayoría de los ejemplares y un espacio entre el margen posterior de la aleta dorsal y el margen anterior de la aleta anal. La aleta anal se origina después de la aleta dorsal.

FAMILIA ENGRAULIDAE

Las larvas de Engraulidae sp. 1 presentaron cuerpo e intestino alargado. Son muy parecidas a las larvas de la familia Clupeidae, diferenciándose en la finalización del intestino que termina a mitad del cuerpo y es un poco más grueso que los clupeidos.

ORDEN ELOPIFORMES

FAMILIA ELOPIDAE

Los Elopiformes se caracterizaron por presentar una boca terminal y grande. Los miembros de la familia Elopidae presentaron un maxilar estrecho y largo, su extremo posterior sobrepasó el borde posterior del ojo.

Los ejemplares de *Elops saurus* (posiblemente *Elops smithi*) se identificaron por sus larvas leptocéfalas; las cuales presentaron de 21 a 23 elementos en la aleta dorsal y de 13 a 16 en la anal. El número de miómeros predorsales varió entre 56 a 60.

ORDEN PERCIFORMES

FAMILIA GOBIIDAE

Las larvas de la familia Gobiidae se pudieron separar en general por la forma del cuerpo, el tamaño de los ojos, condiciones de las aletas, patrones de pigmentación y

patrones merísticos.

Las larvas de Gobiidae sp. 1 se caracterizaron por presentar un cuerpo ligeramente alargado, boca y cabeza pequeña. Vejiga natatoria evidente por encima del tracto digestivo y algunos pigmentos en la zona ventral.

Las larvas de Gobiidae sp. 2 se diferenciaron por mostrar un cuerpo alargado de coloración marrón oscura. Aletas dorsal y anal en formación, superpuestas. Aleta caudal en forma de abanico. Cabeza y ojos pequeños. Sin pigmentación aparente.

FAMILIA HAEMULIDAE

Haemulidae sp 1 se caracterizaron a través del conteo de sus vertebras o miómeros el cual fue un total de 33-35 miómeros, cuerpo ligeramente transparente, vejiga natatoria evidente (Figura 8).



Orden Perciforme
familia Haemulidae
Haemulidae sp.1

Figura 8. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 1

Haemulidae sp 2 (posiblemente canario o torroto) se caracterizaron por presentar un intestino corto, cuerpo ligeramente transparente, vejiga natatoria evidente (Figura 9).

Haemulidae sp 3 se ubicaron en esta especie al presentar 33 miómeros, cuerpo ligeramente transparente, vejiga natatoria evidente (Figura 10).



Orden Perciforme
 familia Haemulidae
 Haemulidae sp. 2

Figura 9. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 2



Orden Perciforme
 familia Haemulidae
 Haemulidae sp. 3

Figura 10. Fotografía de una larva de Haemulidae sp. 3

FAMILIA SCIAENIDAE

Todos los esciánidos encontrados se identificaron por dos caracteres bien distintivos: cabezas grandes y anchas y una a dos espinas en la aleta anal.

Las larvas de Sciaenidae sp. 1 se caracterizaron por presentar una cabeza bastante grande y ojos medianos. Cuerpo comprimido y pigmentación en la zona ventral, con estómago evidente.

Las larvas de Sciaenidae sp. 2 son muy parecidas al anterior, sin embargo, la cabeza exhibió forma de polígono y boca grande. Cuerpo bastante delgado, con presencia de pigmentación en forma de una línea ventral. El estómago también fue evidente incluso se pudo observar pequeñas partículas de alimento.

Larimus breviceps ostentaron un cuerpo robusto, con una aleta pectoral distintiva y una aleta caudal lanceolada.

ORDEN PLEURONECTIFORMES

FAMILIA ACHIRIDAE

Los ejemplares de la familia Achiridae se caracterizaron por presentar cuerpo alto y fuertemente comprimido. Aletas dorsal y anal corridas, las cuales terminan cerca de la caudal. Cuerpo pigmentado.

Achirus achirus se caracterizó por poseer el cuerpo y cabeza ancha con cerebro protuberante. La cabeza presentó joroba dorsal y crestas. Mandíbula pequeña y labio inferior prominente. Cuerpo densamente pigmentado. Pequeñas espinas (papilas óseas) en todo el cuerpo y masa visceral grande colgante.

ORDEN SILURIFORMES

FAMILIA LORICARIIDAE

Las larvas de Loricariidae sp. 1 mostraron un cuerpo relativamente aplanado dorso ventral, de color amarillento, ojos lateros superiores, boca y estómago ventral enrollado (Figura 11).



Orden Siluriforme
familia Loricariidae
Loricariidae sp. 1

Figura 11. Fotografía de una larva de Loricariidae sp. 1.

FAMILIA PIMELODIDAE

Las larvas tempranas pertenecientes a esta familia mostraron un cuerpo alargado y escasa pigmentación, con ojos pequeños. El intestino no alcanzó la parte media del cuerpo. Se observaron un par de barbillones.

Las larvas de Pimelodidae sp. 1 tempranas pertenecientes a esta familia mostraron un cuerpo alargado y escasa pigmentación, con ojos pequeños. El intestino no alcanzó la parte media del cuerpo. Se observaron un par de barbillones.

ORDEN SYNGNATHIFORMES

FAMILIA SYNGNATHIDAE

Los Syngnathiformes se determinaron por tener una pequeña boca en el extremo tubular elongado del hocico.

Las larvas de *Microphis brachyurus* exhibieron como carácter distintivo un cuerpo muy largo. Cabeza y hocico largo y delgado, la boca fuertemente oblicua surge por encima de la punta del hocico. Presencia de radios evidentes en la zona dorsal. Un estómago bastante prominente se extiende hasta la mitad del cuerpo. La aleta caudal pequeña y de forma lobulada. Aletas pélvicas diminutas localizadas cerca del medio del cuerpo. Presentaron 9 radios en la aleta caudal.

ORDEN TETRAODONTIFORMES

FAMILIA DIODONTIDAE

Las larvas de Tetraodontiformes se identificaron por la forma del cuerpo, que es de redondeado a moderadamente elongado. Las larvas de la familia Diodontidae fueron de talla pequeña a moderada y presentaron un cuerpo robusto con espinas.

Las larvas de *Chilomycterus antillarum* se caracterizaron por presentar un cuerpo robusto, redondeado y con espinas. Además, con una línea de pigmentos en la zona dorsal. Pequeñas espinas en la cabeza y ojos bastantes grandes. Aletas dorsal y anal superpuestas ubicadas casi al final del cuerpo. Se observó la presencia de abundantes pigmentos en todo el cuerpo.

FAMILIA TETRAODONTIDAE

Las larvas de la familia Tetraodontidae presentaron cuerpo oblongo y talla pequeña a moderada. La aleta pélvica no presentó espinas y las aletas dorsal y anal eran cortas y opuestas una a la otra. Las larvas de *Colomesus psittacus* se caracterizaron por

presentar ≥ 11 radios en la aleta dorsal y ≥ 11 en la aleta anal. Otro aspecto distintivo fue la presencia de 18 miómeros.

Abundancia relativa

Para las dos regiones de estudio la familia dominante fue Engraulidae con un 65,91% en el DS y un 65,63% para el DM. El segundo lugar con mayor abundancia relativa (AR) en ambas regiones lo ocupó Clupeidae, en el DS con un 27,70% (el resto de las familias no alcanzaron el 4%) y en el DM con un 31,58% (el resto de las familias no alcanzaron el 4%). Del mismo modo, la especie dominante fue Engraulidae sp. 1 en ambas regiones con un 65,94% en el DS y un 65,63% en el DM; seguida por Clupeidae sp. 1 con un 27,77% en el DS y un 31,58% en el DM. La abundancia relativa del resto de las especies en las regiones no alcanzó el 3% (Tabla 3).

Para las dos épocas de estudio la familia dominante fue Engraulidae que registró un 69,91% de AR durante la época de sequía y un 62,43% para la de lluvia. La familia Clupeidae ostentó el segundo lugar de AR con un 26,01% para la época de sequía y un 34,51% para la de lluvia. El resto de las familias no alcanzaron el 2% de AR en ambas épocas. Igualmente, la especie con mayor AR fue Engraulidae sp. 1 tanto para la época de sequía (74,98%), como para la de lluvia (63,61%); seguida por Clupeidae sp. 1 con un 23,40% para la época de sequía y con un 32,49% para la de lluvia. El resto de las especies no alcanzó el 1% de AR en ambas épocas (Tabla 3).

Frecuencia de ocurrencia

En las dos regiones de estudio, la familia con mayor frecuencia de ocurrencia (FO) fue Engraulidae, con un 34,31% en el DS y un 30,77% en el DM. Para el DS las familias con mayor FO fueron Clupeidae (27,74%), Sciaenidae (10,95%), Pimelodidae y Diodontidae (5,84%), el resto de las familias no alcanzaron el 5% de FO. Asimismo, para el DM, las familias con mayor FO fueron Clupeidae (28,21%), Sciaenidae (12,18%) y Syngnathidae (5,77%); el resto de las familias no alcanzaron el 5% de FO (Tabla 3).

En cuanto a las especies en las dos regiones de estudio, el taxa con mayor FO fue

Engraulidae sp. 1. En el DS las especies con mayor FO fueron Engraulidae sp. 1 (33,10%), Clupeidae sp. 1 (26,76%), Sciaenidae sp. 1 (7,75%), Pimelodidae sp. 1 (5,63%) y *Chilomycterus antillarum* (5,63%). Igualmente, en el DM las especies con mayor FO fueron Engraulidae sp. 1 (29,01%), Clupeidae sp. 1 (27,78%), Sciaenidae sp. 1 (8,64%), Sciaenidae sp. 2 y *Microphis brachyurus* (5,56%); el resto de las especies no alcanzaron el 5% de FO (Tabla 3).

Para las dos épocas de estudio, la familia con mayor FO fue Engraulidae con el 32,64% para la época de sequía y el 32,21% para la de lluvia. Durante la época de sequía las familias con mayor FO fueron Clupeidae (30,56%) y Sciaenidae (10,42%); el resto de las familias no alcanzaron el 5% de FO. Del mismo modo, durante la época de lluvia las familias con mayor FO fueron Clupeidae (25,50%), Sciaenidae (12,75%), Pimelodidae (6,04%), Syngnathidae y Haemulidae (5,37%), el resto de las familias no alcanzaron el 5% de FO (Tabla 3).

En cuanto a las especies en ambas épocas de estudio, el taxa con mayor FO fue Engraulidae sp. 1. Durante la época de sequía las especies con mayor FO fueron Engraulidae sp. 1 (29,11%), Clupeidae sp. 1 (27,85%), Sciaenidae sp. 1 (11,39%) y Pimelodidae sp. 1 (5,06%); el resto de las especies no alcanzaron el 4% de FO. Durante la época de lluvia las especies con mayor FO fueron Engraulidae sp. 1 (31,56%), Clupeidae sp. 1 (27,11%), Sciaenidae sp. 1 (7,11%), Sciaenidae sp. 2 y *Microphis brachyurus* (5,78%); el resto de las especies no alcanzaron el 5% de FO (Tabla 3).

La comunidad ictioplanctónica en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco estuvo conformada principalmente por Clupeiformes (Engraulidae y Clupeidae), Perciformes (Sciaenidae, Gobiidae y Haemulidae) y Siluriformes (Pimelodidae y Loricariidae), coincidiendo con algunas de las principales familias señaladas en los estudios de pesquerías en el caño Manamo (Lasso *et al.*, 2008; Lasso y Sánchez-Duarte, 2011; López, 2018). Asimismo, la composición ictioplanctónica en el río Caeté (norte de Brazil) estuvo conformada por las mismas familias Sciaenidae (46,5%), Engraulidae (41,9%), Clupeidae (2,8%) y Pimelodidae (2,1%) (Barletta-Bergan *et al.*, 2002). En el estuario de Curuçá (norte de Brazil) Saperdonti *et al.* (2008) señalaron las familias Engraulidae (60%), Sciaenidae (18%) y

Clupeidae (13%) como dominantes. Igualmente, para el estuario Taperaçu (desembocadura del río Caeté) Costa *et al.* (2011) reportaron las mismas familias, coincidiendo con las señaladas en este informe. Lo anterior podría ser atribuido a la uniformidad sugerida por Cervigón (1985) en la ictiofauna desde el golfo de Paria y sur de Trinidad hasta el río Amazonas.

La uniformidad en la ictiofauna se caracteriza por la existencia de una gran área estuarina producto del aporte fluvial de los ríos Orinoco, Esequibo, Coppename, Suriname y Amazonas (Cervigón, 1985). De hecho, investigaciones recientes sobre la ictiofauna en el estuario del río Caeté, Marceniuk *et al.* (2017), señalan que la costa norte de Brasil está bien definida biogeográficamente y es determinada por la influencia de los ríos Orinoco y Amazonas. La pluma de ambos ríos constituyen una barrera costera formada por la descarga de agua dulce y sedimentos que alteran las propiedades físicoquímicas de las aguas costeras de Venezuela hasta el norte de ese país (Briggs, 1995) según Cervigón (1985), la similitud está vinculada en mayor o menor grado a las áreas estuarinas, y se hace patente hasta el sur de Brasil en el caso de algunas familias como Engraulidae y Sciaenidae, pero no en otras pertenecientes al orden Siluriformes (bagres), más directamente relacionados a las aguas dulces o con baja salinidad y cuya distribución se extiende solamente hasta el Amazonas (Balza *et al.*, 2018).

Una particularidad de la composición taxonómica reportada para los márgenes de los meandros en el caño Manamo fue la presencia de las familias Atherinidae, Belonidae, Haemulidae y Loricariidae. Lo anterior es debido a que en publicaciones recientes para la misma área geográfica se señalaron como principales familias Engraulidae, Clupeidae (Clupeiformes), Sciaenidae (Perciformes), Pimelodidae (Siluriformes) y Achiridae (Pleuronectiformes) (Balza *et al.*, 2018). En este sentido, aunque los muestreos de esta investigación y los de Balza *et al.* (2018) fueron simultáneos, las colectas se realizaron en el centro del caño Manamo y no en los márgenes de los meandros. Las evidencias anteriores sugieren que las familias Atherinidae, Belonidae, Haemulidae y Loricariidae tienen preferencia por los microhábitats que proporcionan los márgenes de los meandros del caño Manamo. A este

Tabla 3. Composición taxonómica, abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia de las familias y especies de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Orden/Familia/Especie	Abundancia relativa				Frecuencia de ocurrencia			
	Regiones		Época		Regiones		Época	
	DS	DM	sequía	lluvia	DS	DM	sequía	lluvia
Atheriniformes								
Atherinidae	0,05	0,07	0,06	0,07	1,46	3,21	2,08	2,68
Atherinidae sp. 1	0,05	0,07	0,14	0,05	1,41	3,09	3,80	1,78
Beloniformes								
Belonidae	0,03	0,00	0,01	0,00	0,73	0,00	0,69	0,00
<i>Strongylura marina</i>	0,03	0,00	0,03	0,00	0,70	0,00	1,27	0,00
Clupeiformes								
Clupeidae	27,70	31,58	26,01	34,51	27,74	28,21	30,56	25,50
Clupeidae sp. 1	27,77	31,59	23,40	32,49	26,76	27,78	27,85	27,11
Engraulidae	65,91	65,63	69,91	62,43	34,31	30,77	32,64	32,21
Engraulidae sp. 1	65,94	65,63	74,98	63,61	33,10	29,01	29,11	31,56
Elopiformes								
Elopidae	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	1,92	0,00	2,01
<i>Elops saurus</i>	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	1,85	0,00	1,33
Perciformes								
Gobiidae	0,61	1,02	1,78	0,29	1,46	4,49	3,47	2,68
Gobiidae sp. 1	0,00	0,94	0,19	0,88	0,00	3,70	2,53	1,78
Gobiidae sp. 2	0,61	0,09	0,00	0,23	1,41	1,85	0,00	2,22
Haemulidae	0,51	0,10	0,03	0,29	4,38	3,21	2,08	5,37
Haemulidae sp. 1	0,36	0,10	0,06	0,17	1,41	3,09	2,53	2,22
Haemulidae sp. 2	0,13	0,00	0,03	0,02	3,52	0,00	1,27	1,78
Haemulidae sp. 3	0,03	0,00	0,00	0,01	0,70	0,00	0,00	0,44
Scianidae	3,04	1,07	1,65	1,32	10,95	12,18	10,42	12,75
Scianidae sp. 1	2,08	0,45	0,50	0,84	7,75	8,64	11,39	7,11
Scianidae sp. 2	0,84	0,62	0,19	0,77	4,23	5,56	2,53	5,78
<i>Larimus breviceps</i>	0,03	0,00	0,03	0,00	0,70	0,00	1,27	0,00
Pleuronectiformes								
Achiridae	0,05	0,14	0,27	0,02	0,73	4,49	4,17	1,34
<i>Achirus achirus</i>	0,05	0,14	0,06	0,14	0,70	4,32	1,27	3,11
Siluriformes								
Loricariidae	0,03	0,02	0,05	0,00	0,073	1,92	2,78	0,00
Loricariidae sp. 1	0,03	0,02	0,08	0,01	0,70	1,85	3,80	0,44
Pimelodidae	1,55	0,21	0,05	0,80	5,84	3,21	2,78	6,04
Pimelodidae sp. 1	1,55	0,21	0,11	0,55	5,63	3,09	5,06	4,00
Syngnathiformes								
Syngnathidae	0,18	0,11	0,09	0,15	4,38	5,77	4,86	5,37
<i>Microphis brachyurus</i>	0,18	0,11	0,08	0,14	4,23	5,56	2,53	5,78
Tetraodontiformes								
Diodontidae	0,28	0,01	0,08	0,04	5,84	0,64	3,47	2,68
<i>Chilomycterus antillarum</i>	0,28	0,11	0,14	0,04	5,63	0,62	3,80	2,67
Tetraodontidae	0,08	0,00	0,00	0,03	1,46	0,00	0,00	1,34
<i>Colomesus psittacus</i>	0,08	0,00	0,00	0,02	1,41	0,00	0,00	0,89

Regiones (delta superior (DS) y delta medio (DM)) y épocas (sequía y lluvia).

respecto, diversos autores indican que las riberas de los cauces y los márgenes de los meandros proporcionan microhábitats que favorecen el crecimiento y proveen protección a las larvas de peces durante sus primeras etapas de vida (Reynalte-Tataje *et al.*, 2008; Nagayama *et al.*, 2012; Wolter *et al.*, 2016; Nagayama y Nakamura, 2017; Possatto *et al.*, 2017).

En el caño Manamo la composición taxonómica larvaria se caracterizó por el predominio de los Clupeiformes a lo largo del mismo y en ambas épocas de estudio. Resultados similares fueron reportados para el estuario de Mahury en la Guyana Francesa (Rousseau *et al.*, 2018) donde más de un tercio de la comunidad ictioplanctónica estuvo conformada por Engraulidae. Posiblemente esto se deba a que la fecundidad media suele ser bastante elevada para muchas especies de este orden y en algunos casos, experimentan desoves continuos (Cervigón, 1991). En consecuencia, la alta tasa de fecundidad de los Clupeiformes permitirá explicar la gran abundancia de larvas tanto de Engraulidae como de Clupeidae en el caño Manamo. Posiblemente, las altas densidades de larvas de Engraulidae reportadas para los DS y DM influyeron en la similitud ictioplanctónica revelada para el caño.

El trabajo taxonómico puede resultar difícil. Particularmente se torna engorrosa la identificación en las etapas tempranas de la larva, debido a la escasa o ausente diferenciación de los órganos utilizados para la obtención de caracteres merísticos y la aplicación de claves taxonómicas (Fariña, 2012). En este sentido, los miembros de la familia Engraulidae realmente son muy similares en las primeras etapas de vida, debido a que sus caracteres merísticos y morfométricos aún no están bien definidos. Por lo cual, Saperdonti *et al.* (2008) sugiere el uso de herramientas genéticas moleculares para lograr la identificación taxonómica de las larvas. Lo anterior con el propósito de mejorar los resultados limitados taxonómicamente, que generan cierta pérdida de información sobre la biología y ecología del taxón especie. Fariña (2012) también hacen referencia al uso de estas herramientas moleculares y señala que las pruebas son rápidas y altamente precisas, pudiendo ser integradas con datos ambientales y oceanográficos, que permitan determinaciones de tiempos y lugares de desove, así como dispersión de las larvas. Sin embargo, acota que existen semejanzas genéticas entre especies y entre morfotipos del

género.

En cuanto a los Perciformes, para el delta del Orinoco se han reportado alrededor de 23 especies de Sciaenidae (Lasso y Sánchez-Duarte, 2011) entre ellas existen especies que pueden ser clasificadas como dulceacuícolas, dulceacuícolas ocasionales, estuarinas, estuarinas ocasionales y marinas (Elliott *et al.*, 2007). Esta familia se de peces tolera amplios rangos de salinidad, lo cual les permite habitar estuarios fuertemente afectados por agua dulce (Bonecker *et al.*, 2007). Los Sciaenidae comúnmente se establecen en los estuarios neotropicales (Camargo e Isaac, 2005), lo que explicaría la presencia de Sciaenidae sp. 1 y Sciaenidae sp. 2 en las dos regiones estudiadas del caño durante las dos épocas de estudio.

Entre los Siluriformes, Pimelodidae presentan reproducción sincrónica, regida por el ciclo hidrológico del ambiente. La maduración ocurre al inicio de la temporada de lluvias cuando las aguas suben, momento aprovechado por los bagres maduros para la dispersión de sus productos reproductivos (Escobar y Taphorn, 2006; Silva-Acuña y Barrios, 2013). Los análisis de la AR y FR evidenciaron la estrecha relación que presenta Pimelodidae sp. 1 con la precipitación, y ratifica que las lluvias son el detonante para que diversas especies de peces inicien la reproducción, principalmente del orden Siluriformes (Agostinho *et al.*, 2003; Escobar y Taphorn, 2006; Montoya *et al.*, 2011; Silva-Acuña y Barrios, 2013; Balza *et al.*, 2018). En este sentido, consecutivamente al desove la ocurrencia de larvas productos del desarrollo ontogénico.

La familia Syngnathidae (Syngnathiformes), representada por *Microphis brachyurus* estuvo presente en ambas regiones durante las dos épocas de estudio. Los adultos de *M. brachyurus* (pez trompeta) viven y se reproducen en aguas de hábitat de aguadulce u oligohalinas y se han asociado a la vegetación acuática marginal (Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), como la observada en los márgenes de los meandros del caño Manamo.

Los Tetraodontiformes de la familia Diodontidae representados por *Chilomycterus antillarum*, también estuvieron presentes en las dos regiones y durante las dos épocas de estudio. Esta especie tiene la capacidad de inflar el cuerpo con agua o con aire, como único medio de defensa, convirtiéndose así en una esfera espinosa

inexpugnable (Cervigón, 1996). El tamboril erizo (*Ch. antillarum*) es considerado como una especie rara del delta del Orinoco (Lasso y Sánchez-Duarte, 2011). Sin embargo, larvas de esta especie han sido colectadas en el centro del cauce en las regiones del DS y DM (estuario superior o delta fluvial), DI (estuario medio o delta estuarino) y en la marino estuarina (estuario inferior o delta oceánico) del caño Manamo (Balza *et al.*, 2018). Por último, diversos estudios han demostrado la preferencia de los Tetraodontidae por habitar los márgenes poco profundos de los estuarios, donde puede completar su ciclo de vida (Rocha *et al.*, 2002; Fávaro *et al.*, 2009; Pichler *et al.*, 2015; Possatto *et al.*, 2017).

En otro orden de ideas, las familias Atherinidae, Belonidae Haemulidae y Loricariidae aun cuando no figuraron entre las familias más representativas respecto a su abundancia, son de gran relevancia para el presente trabajo. Estas familias no habían sido reportadas en estudios ictioplanctónicos previos; pero si se habían reportado los juveniles y adultos de estos peces en el caño Manamo por diversos autores (Lasso *et al.*, 2009; Silva-Acuña, 2010; Lasso y Sánchez-Duarte, 2011; López, 2018). En conclusión, se evidencia la afinidad de estas familias por los márgenes de los meandros, en especial del margen convexo donde se cuantificaron mayoritariamente en esta investigación. De esta forma se ratifica también lo descrito por Farreras (2006), el cual explica que el margen cóncavo es de remoción y el margen convexo de asentamiento y retención.

Índices ecológicos

La distribución espacial de la riqueza específica (S) en el caño Manamo por regiones fue menor en el DS con una mediana de dos (2) especies (1 - 8 especies), mientras que en el DM fue mayor con una mediana de tres (3) especies (1 - 8 especies). No evidenciaron diferencias significativas en la riqueza de larvas de peces entre las regiones ($U = 1332,50$; $p > 0,05$; Figura 12A).

Por estaciones la riqueza fue menor en la estación 1 (San Rafael) con una mediana de dos (2) especies (1 - 7 especies), mientras que en la estación 4 (Winamorena) fue mayor con una mediana de cuatro (4) especies (1 - 8 especies). Se demostró la existencia de diferencias significativas en la riqueza entre las estaciones,

observándose que la estación 4 presentó los mayores valores con respecto al resto de las estaciones que formaron un grupo (KW = 11,87; $p < 0,05$; Figura 12B; Tabla 4).

Tabla 4. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la riqueza específica (S) en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
El Guamal	24	2	
Caño La Iglesia	24	3	
San Rafael	24	3	
Winamorena	24	4	

Por sectores se observó coincidencia en la riqueza de los márgenes cóncavo y convexo con una mediana tres (3) especies (1 - 8 especies) para ambos sectores. Igualmente, no se demostró la existencia de diferencias significativas en la riqueza por sectores ($U = 1272,50$; $p > 0,05$) (Figura 12C). Las tres familias con mayor riqueza específica fueron Gobiidae (2 especies), Haemulidae y Sciaenidae (3 especies) cada familia.

La distribución temporal de la riqueza específica por épocas demostró coincidencia entre las épocas de sequía y lluvia registrando una mediana de tres (3) especies (1 - 7 especies) para sequía y (1 - 8 especies) para lluvia. No se observaron diferencias significativas en la riqueza específica de las larvas de peces entre las épocas ($U = 1151,50$; $p > 0,05$; Figura 12D).

Por mes la riqueza específica exhibió menores valores durante diciembre de 2010 (1 - 7 especies) y octubre de 2011 (1 - 5 especies) ambos con una mediana dos (2) especies, mientras que los mayores valores se presentaron en junio de 2011 con una mediana de 5 especies (2 - 8 especies). Se demostró que existen diferencias significativas en la riqueza entre los meses, observándose que junio presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron un grupo (KW = 14,92; $p < 0,05$; Figura 12E; Tabla 5).

La distribución espacial de la diversidad de Shannon-Wiener (H') por regiones presentó menores registros en el DS con una mediana de 0,44 bits/ind (0 - 0,69 bits/ind),

con respecto al DM con una mediana de 0,46 bits/ind (0 - 1 bits/ind). No se evidenciaron diferencias significativas en la diversidad de larvas de peces entre las regiones ($U = 1279,50$; $p > 0,05$; Figura 13A).

Tabla 5. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la riqueza específica (S) en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
oct-11	16	2	
dic-10	16	2	
ago-11	16	3	
abr-11	16	3	
feb-11	16	4	
jun-11	16	5	

Por estaciones la diversidad registró el menor valor en la estación 1 (San Rafael) con una mediana de 0,41 bit/ind (0 - 1 bit/ind), mientras que el mayor valor la estación 4 (Winamorena) con una mediana de 0,48 bit/ind (1 - 8 bit/ind). No se evidenciaron diferencias significativas en la diversidad entre las estaciones ($KW = 2,17$; $p > 0,05$; Figura 13B).

Por sectores la diversidad exhibió menores valores en el margen convexo con una mediana de 0,44 bits/ind (0 - 1 bits/ind), con respecto al margen cóncavo con una mediana de 0,46 bits/ind (0 - 0,70 bits/ind). No se evidenciaron diferencias significativas en la diversidad entre los sectores ($U = 1051,00$; $p > 0,0$; Figura 13C).

La distribución temporal de la diversidad de Shannon-Wiener (H') por épocas registró menores valores durante la época de sequía con una mediana de 0,41 bits/ind (0 - 1 bits/ind), con respecto a la época de lluvia con una mediana de 0,48 bits/ind (0 - 0,72 bits/ind). No se observaron diferencias significativas en la diversidad de las especies de larvas de peces entre las épocas ($U = 1360,00$; $p > 0,05$; Figura 13D).

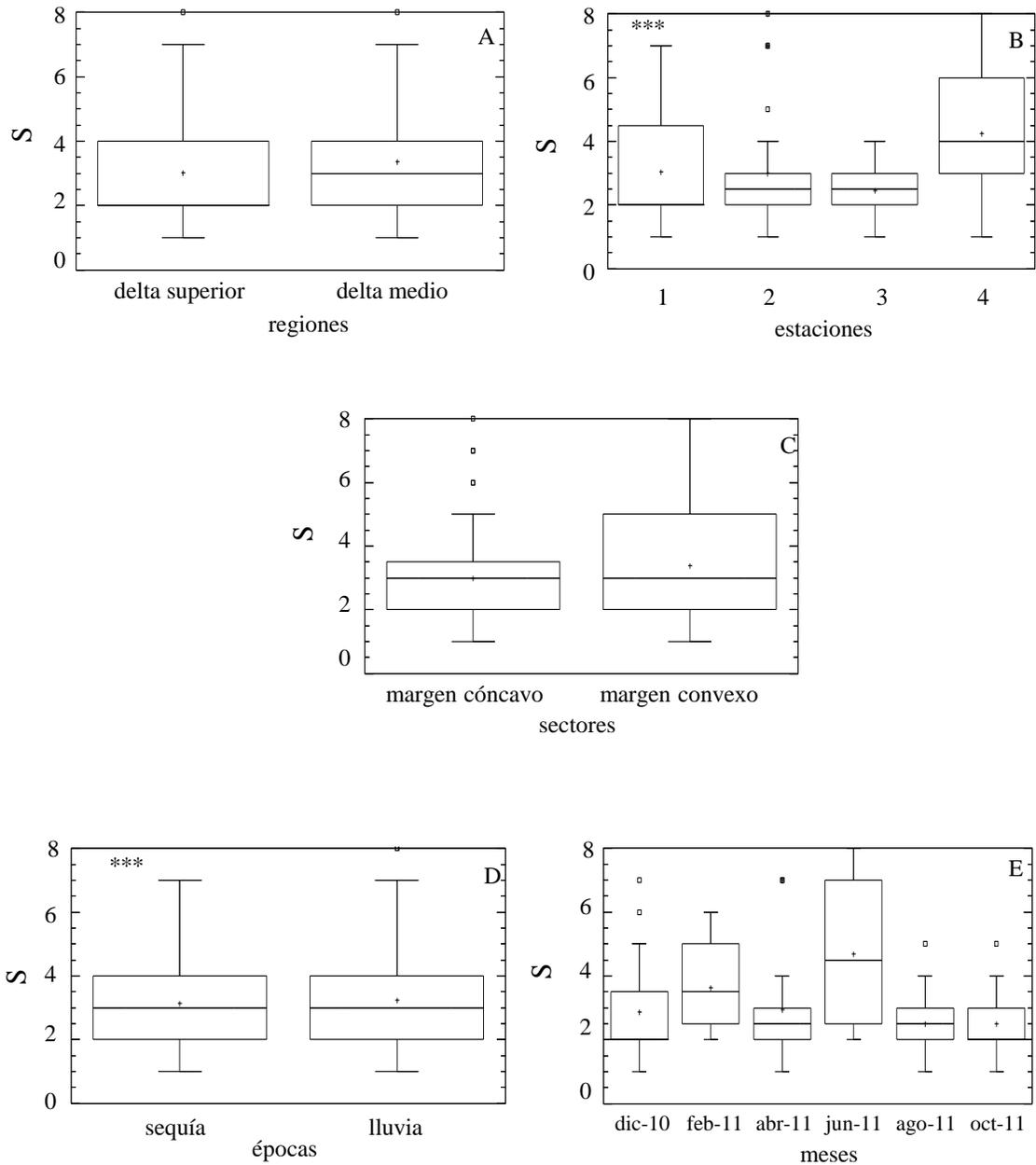


Figura 12. Variación espacial de la riqueza específica por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por mes se reportaron los menores registros en octubre de 2011 con una mediana de 0,35 bit/ind (0 - 0,55 bit/ind) y diciembre de 2010 con una mediana de 0,38 bit/ind (0 - 0,52 bit/ind), mientras que los mayores valores en junio con una mediana de

0,51 bit/ind (0,33 - 0,72 bit/ind) y febrero de 2011 con una mediana de 0,47 bit/ind (0,20 - 1,00 bit/ind). Se evidenciaron diferencias significativas en la diversidad de larvas entre los meses, observándose que junio y febrero presentaron los mayores valores, abril y agosto valores intermedios, y la menor diversidad en diciembre y octubre (KW = 17,16; $p < 0,05$; Figura 13E; Tabla 6).

Tabla 6. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la Shannon-Wiener (H') en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
oct-11	16	0,35	
dic-10	16	0,38	
abr-11	16	0,43	
ago-11	16	0,44	
feb-11	16	0,47	
jun-11	16	0,51	

La distribución espacial del índice de equidad de Lloyd y Ghelardi (J') por regiones mostró menores valores en el DS con una mediana de 0,64 (0 - 1), con respecto al DM con una mediana de 0,68 (0 - 1). No se evidenciaron diferencias significativas en la equidad de larvas de peces entre las regiones ($U = 1265,50$; $p > 0,05$; Figura 14A).

Por estaciones la equidad presentó los valores más bajo en la estación 1 (San Rafael) con una mediana de 0,57 (0 - 1), con respecto a los valores más altos en la estación 3 (El Guamal) con una mediana de 0,71 (0 - 1). No se evidenciaron diferencias significativas en la equidad entre las estaciones (KW = 1,03; $p > 0,05$; Figura 14B).

Por sectores la equidad exhibió los menores valores en el margen convexo con una mediana de 0,62 (0 - 0,97), mientras que los mayores valores se detectaron en el margen cóncavo con una mediana de 0,71 (0 - 1). No se evidenciaron diferencias significativas en la equidad entre los sectores ($U = 962,50$; $p > 0,05$; Figura 14C).

La distribución temporal del índice de equidad de Lloyd y Ghelardi (J') por épocas presentó menores valores durante la época de sequía con una mediana de 0,59 (0 - 1), respecto a la época de lluvia con una mediana de 0,69 (0 - 1). No se observaron

diferencias significativas en la equidad de las especies de las larvas de peces entre las épocas ($U = 1305,00$; $p > 0,05$; Figura 14D).

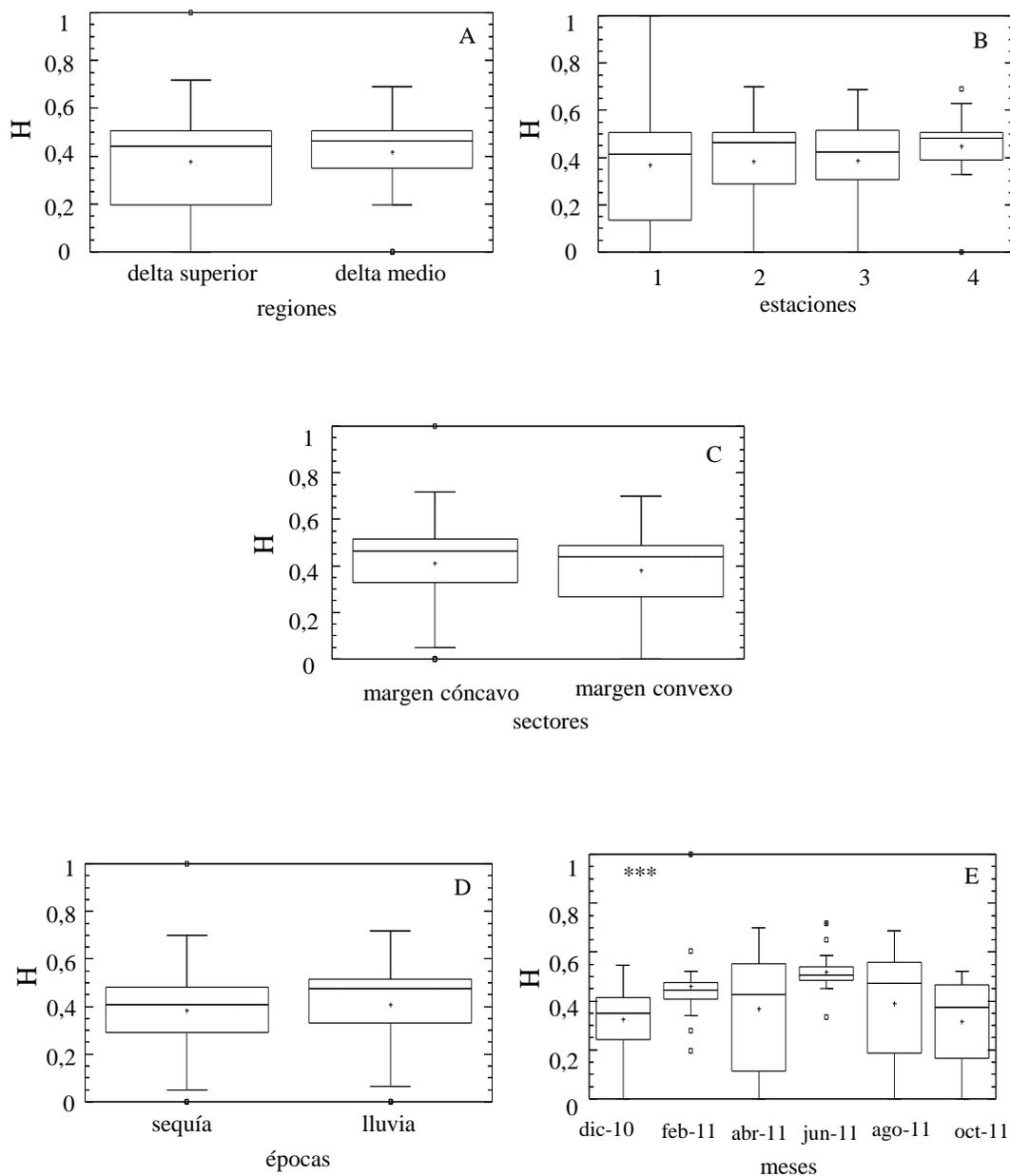


Figura 13. Variación espacial de la diversidad de Shannon-Wiener (H') por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por mes la equidad ostentó menores valores durante diciembre de 2010 con una mediana de 0,46 (0 - 1), mientras que los mayores valores durante agosto de 2011 con una mediana de 0,76 (0 - 1). No se evidenciaron diferencias significativas en la equidad entre los meses (KW = 3,69; $p > 0,05$; Figura 14E).

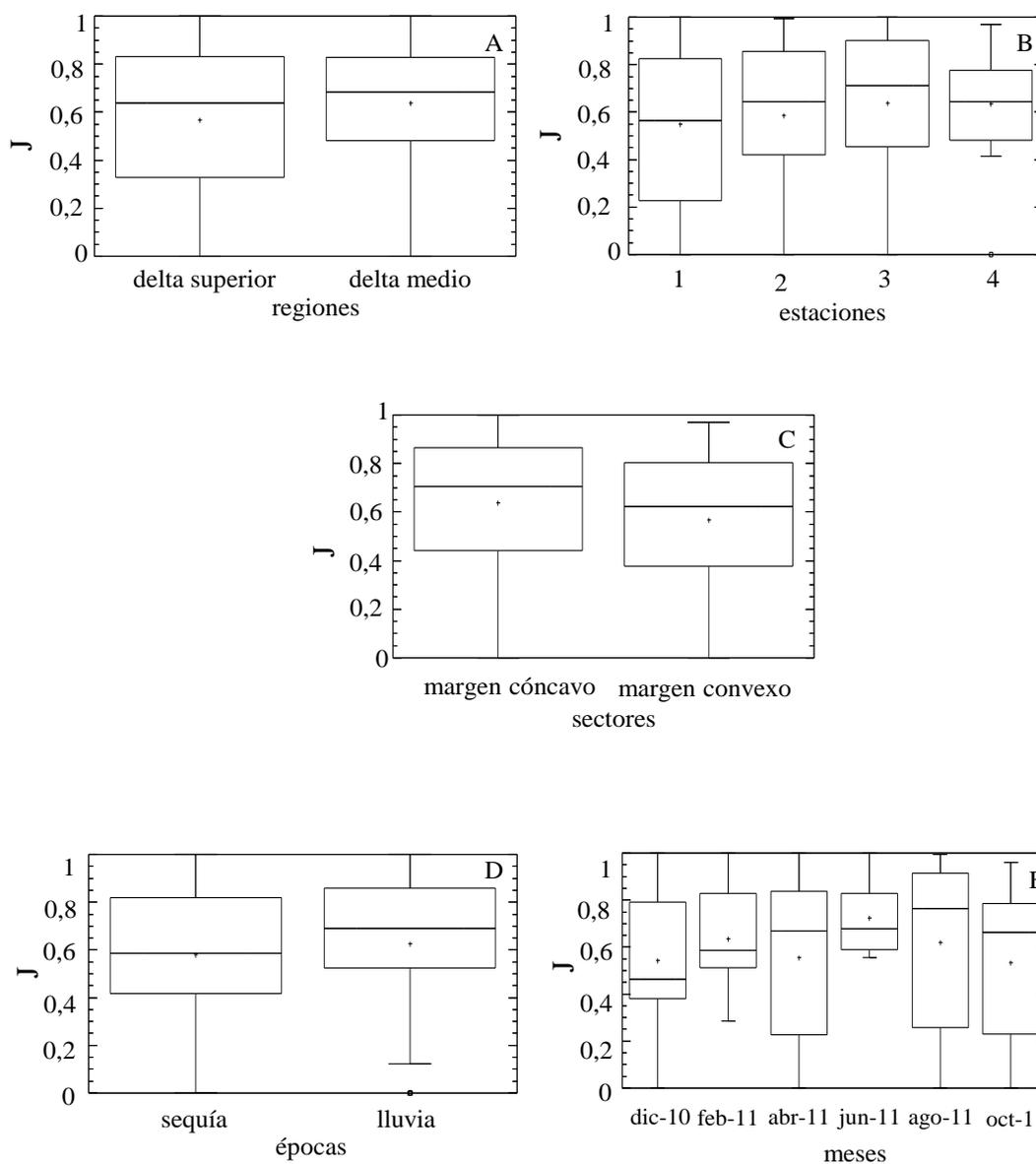


Figura 14. Variación espacial de la equidad de Lloyd y Ghelardi (J') por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C) y temporal por épocas (D) y meses (E) de larvas de peces colectadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

La identificación de la estructura comunitaria de peces en los gradientes ambientales es uno de los desafíos de los ecólogos en los ríos (Gilliam *et al.*, 1993). Además, la riqueza de las especies en estos ecosistemas, puede ser afectada por las condiciones del hábitat (factores locales) y la disposición de los mismos a lo largo de la vertiente del río (Balza, 2014). Sin embargo, en este estudio la riqueza específica (S), el índice de diversidad (H') y la equidad (J') no mostraron diferencias espaciales, indicando que las variantes en las condiciones del entorno en cada región, estación (excepto para la S) y sector no afectaron la proporción de abundancia y diversidad de larvas de peces en el caño.

En este sentido, el estuario superior o delta fluvial (DS y DM) del caño Manamo exhibe algunas semejanzas en sus atributos, como la presencia principalmente de agua dulce y macrófitas acuáticas arraigadas (*Montrichardia arborescens*) y flotantes (*Paspalum repens* y *Eichhornia crassipes*). De hecho, en los márgenes de los meandros se observaron asociaciones de *Montrichardia - Paspalum - Eichhornia*.

La familia Loricariidae en particular tiene afinidad o preferencia por los márgenes con abundante macrófitas acuáticas, ya que les brinda protección y alimento, dado que se alimentan de sus raíces (Sánchez-Hernandez y Bisbal, 2015). De hecho, en esta investigación fueron capturados ejemplares de esta familia que no habían sido reportados en trabajos ictioplanctónicos previos, lo cual reafirma su preferencia por los márgenes de los meandros en las primeras etapas de vida.

En cuanto a la vegetación, la literatura señala que las comunidades arraigadas o flotantes de los caños del delta están formadas por hierbas y, ocasionalmente, sufrútices y arbustos que conforman las llamadas praderas flotantes. Además, resalta que en el DI los mayores valores de salinidad debido a su proximidad al océano, no permiten que sobrevivan las praderas de *Eichhornia* (Olivares y Colonnello, 2000; Monente *et al.*, 2017). De estas evidencias podría inferirse que las condiciones del hábitat favorecen cierta homogeneidad en las comunidades de larvas de peces del delta fluvial. A diferencia de lo reportado por Balza *et al.* (2018), quienes indican heterogeneidad espacial en las cuatro regiones del delta (DS, DM, DI y ME) para los índices ecológicos. Obviamente al incluir las otras regiones que poseen características distintivas, los

factores espaciales (longitudinales como el gradiente salino) afectaron más la distribución de las especies, de acuerdo con el concepto de continuum (Ricklefs, 1998; Rondon y Petrere, 2007).

En el ámbito temporal, en general no se observaron diferencias en los índices ecológicos del ictioplancton. No obstante, se observaron diferencias en la S y H' entre los meses, posiblemente debido a los cambios ocasionados por el incremento de las lluvias durante algunos meses. Ciertamente, los meses de mayor pluviosidad coinciden con los de mayores valores de S y H'. Es probable que no se evidenciaran diferencias entre las épocas debido al evento de La Niña que se experimentó durante el periodo de estudio y que alteró los patrones históricos de lluvia durante la época de sequía.

En ambientes relativamente similares (por ejemplo, el DS y el DM) es factible que las variantes temporales sean más importantes que las espaciales en la determinación de la ocurrencia de las especies (Barletta *et al.*, 2008; Possatto *et al.*, 2017; Gao *et al.*, 2018). Otros investigadores han reportado resultados contrastantes, argumentando según su área y periodo de estudio que la variabilidad espacial es mucho más significativa que la variabilidad temporal (Rondon y Petrere, 2007; Ramos *et al.*, 2017; Balza *et al.*, 2018). Sin embargo, las interacciones ambientales actúan estrechando la selección de especies del pool de especies regional que responde similarmente a los factores ambientales (Peres-Neto y Magnan, 2004). En este sentido, las larvas de Engraulidae sp. 1, Clupeidae sp. 1, Sciaenidae sp. 2, *Microphis brachyurus* y *Chilomycterus antillarum* y Pimelodidae sp. 1 se evidenciaron en los márgenes de los meandros a todo lo largo del caño en el delta fluvial.

Finalmente, los sistemas estuarinos están caracterizados generalmente por una baja diversidad de la ictiofauna, pero una alta abundancia en las pocas especies presentes (Neira *et al.*, 1998; Whitfield *et al.*, 2012; Balza, 2014). La biodiversidad en los estuarios puede verse afectada por una variedad de factores tanto a escala espacial como temporal, provisión y retención de nutrientes, complejidad de la circulación de las aguas, la salinidad, la disponibilidad de oxígeno, régimen de lluvia, variaciones en la vegetación acuática, variedad y extensión de los sedimentos y rango de mareas (Rondon y Petrere, 2007; Gogola *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2017).

Variables fisicoquímicas

Las variables fisicoquímicas evaluadas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 a octubre de 2011 se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Resumen de la estadística descriptiva de las variables fisicoquímicas registradas en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

	Mediana	Mínimo	Máximo
Temperatura °C	29,30	27,90	32,00
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,28	1,48	8,42
Salinidad	0,00	0,00	1,30
Conductividad (µS/cm)	0,06	0,03	2,61
pH	7,00	6,30	8,50
Transparencia (m)	0,47	0,20	1,14
Profundidad (m)	3,47	0,90	11,26
Precipitación (mm)	130,4*	66,30	22,70

*Media aritmética de la precipitación.

La temperatura del agua registró valores entre 27,90 y 32,00°C. En el plano espacial, los mayores registros de la temperatura del agua por regiones se detectaron en el DM con una mediana de 29,40°C (28,00 - 31,40°C), mientras que los menores en el DS con una mediana de 29,25°C (28,20 - 32,00°C). No se evidenciaron diferencias significativas en la temperatura del agua entre las regiones ($U = 1916,00$; $p > 0,05$; Figura 15A).

Por estaciones los mayores registros de la temperatura del agua se detectaron en la estación 3 (El Guamal) con una mediana de 29,60°C (28,20 - 31,40°C), con respecto a la estación 4 (Winamoren) con una mediana de 29,25°C (28,50 - 32,00°C). No se evidenciaron diferencias significativas en la temperatura del agua entre las estaciones ($KW = 4,52$; $p > 0,05$; Figura 15B).

Por sectores los mayores registros de la temperatura del agua se detectaron en el margen convexo con una mediana de 29,35°C (28,00 - 31,80°C), mientras que los menores en el margen cóncavo con una mediana de 29,20°C (27,90 - 31,00°C). No se evidenciaron diferencias significativas en la temperatura del agua entre los sectores ($U = 1220,0$; $p > 0,05$; Figura 15C).

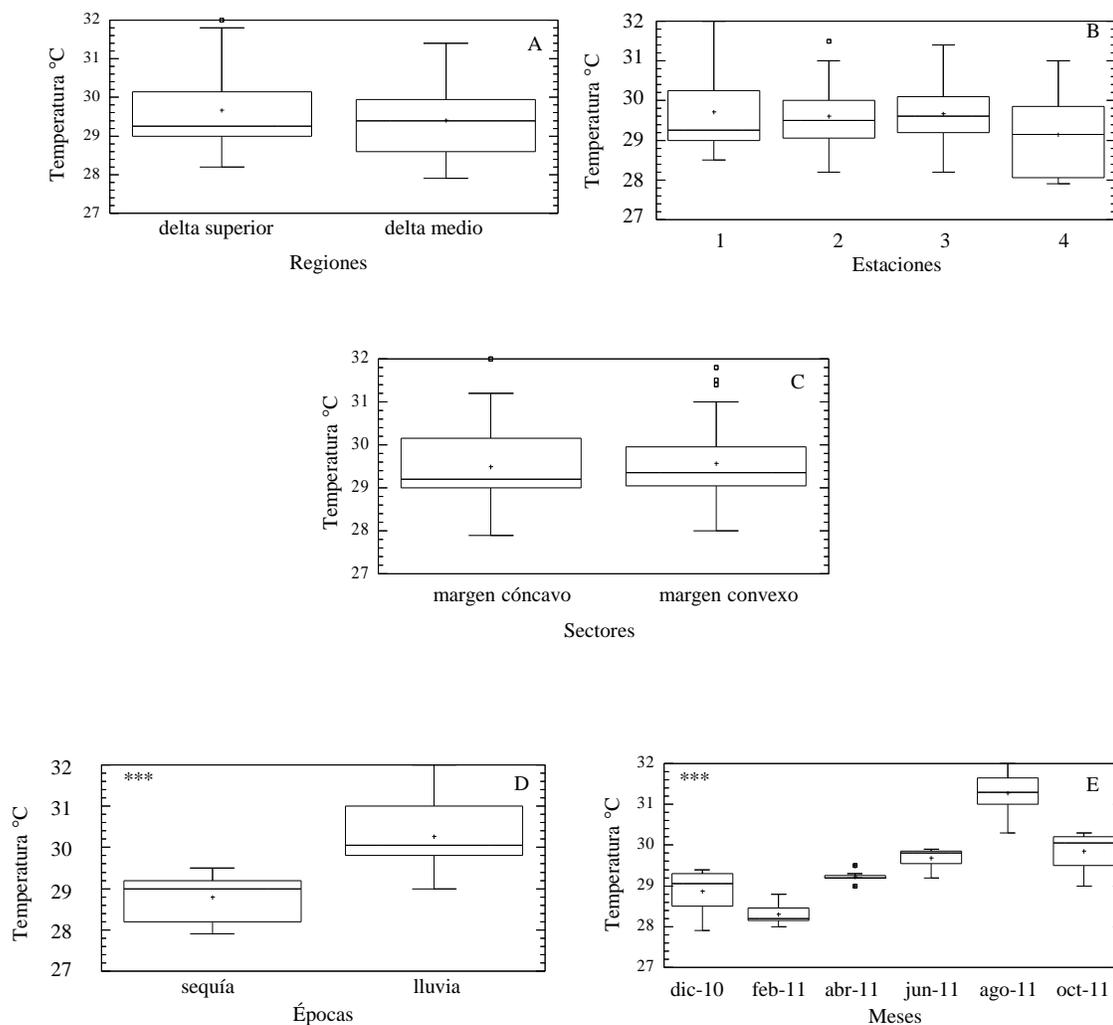


Figura 15. Variación espacial de la temperatura (°C) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

En el ámbito temporal los registros más bajos de la temperatura del agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 30,05°C (27,90 - 32,00°C), con respecto a la época de sequía con una mediana de 29,00°C (28,20 - 29,50°C). Se determinaron diferencias significativas por época ($U = 2170,00$; $p < 0,05$; Figura 15D).

Por mes los valores mínimos de la temperatura del agua se mostraron en febrero de 2011 con una mediana de 28,20°C (28,00 - 28,80°C), mientras que los valores máximos en agosto de 2011 con una mediana de 31,30°C (30,30 - 32,00°C). Se

evidenciaron diferencias significativas en la temperatura del agua entre los meses, observándose que agosto presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron cuatro grupos (KW = 75,39; $p < 0,05$; Figura 15E; Tabla 8).

Tabla 8. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la temperatura del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
feb-11	16	28,20	
dic-10	16	29,05	
abr-11	16	29,20	
jun-11	16	29,80	
oct-11	16	30,05	
ago-11	16	31,30	

El oxígeno disuelto en el agua registró valores entre 1,48 y 8,42 mg/l (Tabla 7). En el plano espacial, los mayores registros del oxígeno en el agua por regiones se detectaron en el DS con una mediana de 4,65 mg/l (1,87 - 8,42 mg/l), mientras que los menores en el DM con una mediana de 3,62 mg/l (1,48 - 7,32 mg/l). Se demostró que existen diferencias significativas en el oxígeno disuelto en el agua entre las regiones (U = 760,00; $p < 0,05$; Figura 16A).

Por estaciones los mayores registros del oxígeno disuelto en el agua se detectaron en la estación 2 (Caño La Iglesia) con una mediana de 5,09 mg/l (1,87 - 8,42 mg/l), con respecto a la estación 4 (Winamoren) con una mediana de 2,82 mg/l (1,48 - 5,59 mg/l). Se evidenciaron diferencias significativas del oxígeno disuelto en el agua entre las estaciones, observándose que las estaciones 4 y 3 presentaron los mayores valores con respecto a las estaciones 2 y 1 (KW = 11,69; $p < 0,05$; Figura 16B; Tabla 9).

Por sectores los mayores registros del oxígeno disuelto en el agua se detectaron en el margen cóncavo con una mediana de 4,24 mg/l (1,57 - 8,42 mg/l), mientras que los menores en el margen convexo con una mediana de 4,37 mg/l (1,48 - 7,34 mg/l). No se evidenciaron diferencias significativas del oxígeno disuelto en el agua entre los sectores (U = 1164,0; $p > 0,05$; Figura 16C).

Tabla 9. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al oxígeno disuelto del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
Winamorena	24	2,82	
El Guamal	24	4,24	
San Rafael	24	4,55	
Caño La Iglesia	24	5,09	

En el ámbito temporal los registros más bajos del oxígeno disuelto en el agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 5,12 mg/l (1,48 - 8,42 mg/l), con respecto a la época de sequía con una mediana de 3,63 mg/l (2,58 - 5,56 mg/l). Se determinaron diferencias significativas por época ($U = 1446,0$; $p < 0,05$; Figura 16D).

Por mes los valores mínimos del oxígeno disuelto en el agua se mostraron en junio de 2011 con una mediana de 1,79 mg/l (1,48 - 2,72 mg/l), mientras que los valores máximos en agosto de 2011 con una mediana de 6,48 mg/l (4,96 - 8,42 mg/l). Se evidenciaron diferencias significativas en el oxígeno disuelto en el agua entre los meses, observándose que agosto presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron cuatro grupos ($KW = 77,68$; $p < 0,05$; Figura 16E; Tabla 10).

Tabla 10. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al oxígeno disuelto del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
jun-11	16	1,79	
abr-11	16	2,79	
dic-10	16	4,34	
feb-11	16	4,42	
oct-11	16	5,74	
ago-11	16	6,48	

La salinidad del agua registró valores entre 0,00 y 1,30 (Tabla 2). En el plano espacial, los mayores registros de la salinidad del agua por regiones se detectaron en el

DM con una mediana de 0,05 ppt (0,00 - 1,30), mientras que los menores en el DS con una mediana de 0,00 (0,00 - 0,10 ppt). Se demostró que existen diferencias significativas en la salinidad del agua entre las regiones ($U = 1652,00$; $p < 0,05$; Figura 17A).

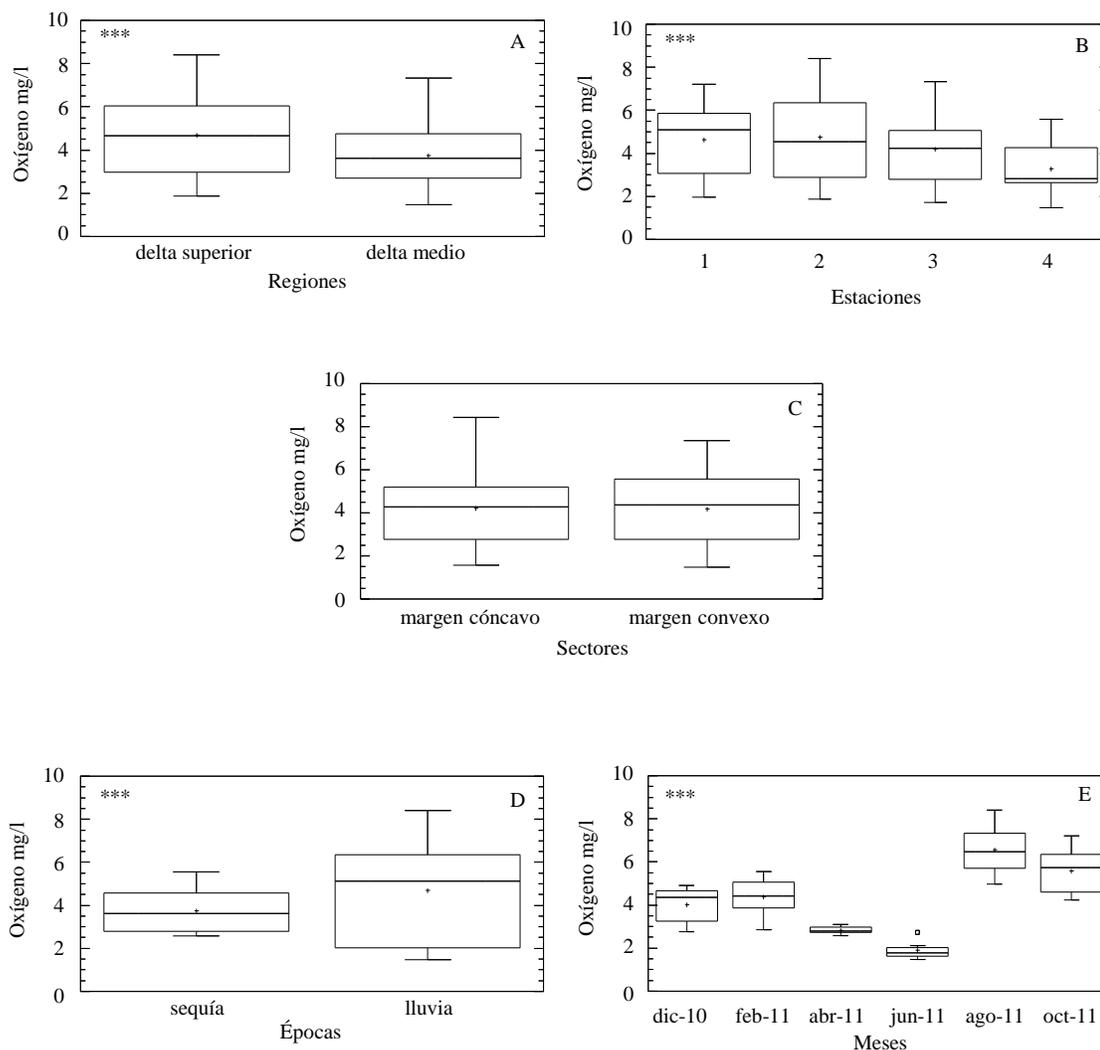


Figura 16. Variación espacial del oxígeno disuelto (mg/l) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por estaciones los mayores registros de la salinidad del agua se detectaron en la estación 4 (Winamorena) con una mediana de 0,01 ppt (0,10 - 1,30), con respecto a las estaciones 1 y 2 (San Rafael y Caño La Iglesia) con una mediana de 0,00 ppt (0,00 -

0,00) para ambas estaciones. Se evidenciaron diferencias significativas en la salinidad del agua entre las estaciones, observándose que la estación 4 presentó los mayores valores con respecto al resto de las estaciones que formaron un grupo (KW = 80,09; $p < 0,05$; Figura 17B; Tabla 11).

Tabla 11. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la salinidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
San Rafael	24	0,0	
El Guamal	24	0,0	
Caño La Iglesia	24	0,0	
Winamorena	24	0,1	

Por sectores se mantuvo constante la salinidad del agua para ambos márgenes (cóncavo y convexo) con una mediana de 0,00 ppt para el margen cóncavo (0,00 - 0,80 ppt) y para el margen convexo (0,00 - 1,30 ppt). No se evidenciaron diferencias significativas en la salinidad del agua entre los sectores ($U = 1158,0$; $p > 0,05$; Figura 17C).

En el ámbito temporal los registros más bajos de la salinidad del agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 0,00 ppt (0,00 - 0,20 ppt), con respecto a la época de sequía con una mediana de 0,00 ppt (0,00 - 1,30). No se determinaron diferencias significativas por época ($U = 1018,0$; $p > 0,05$; Figura 17D).

Por mes los valores mínimos de la salinidad del agua se mostraron en agosto y octubre de 2011 con una mediana de 0,00 ppt (0,00 - 0,10 ppt), mientras que los valores máximos en abril de 2011 con una mediana de 0,00 ppt (0,00 - 1,30 ppt). No se evidenciaron diferencias significativas de la salinidad del agua entre los meses (KW = 2,65; $p > 0,05$; Figura 17E).

La conductividad del agua registró valores entre 0,03 y 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabla 2). En el plano espacial, los mayores registros de la conductividad del agua por regiones se detectaron en el DM con una mediana de 0,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,04 - 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que los menores en el DS con una mediana de 0,04 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,03 - 0,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Se demostró

que existen diferencias significativas en la conductividad del agua entre las regiones (U = 1916,00; p < 0,05; Figura 18A).

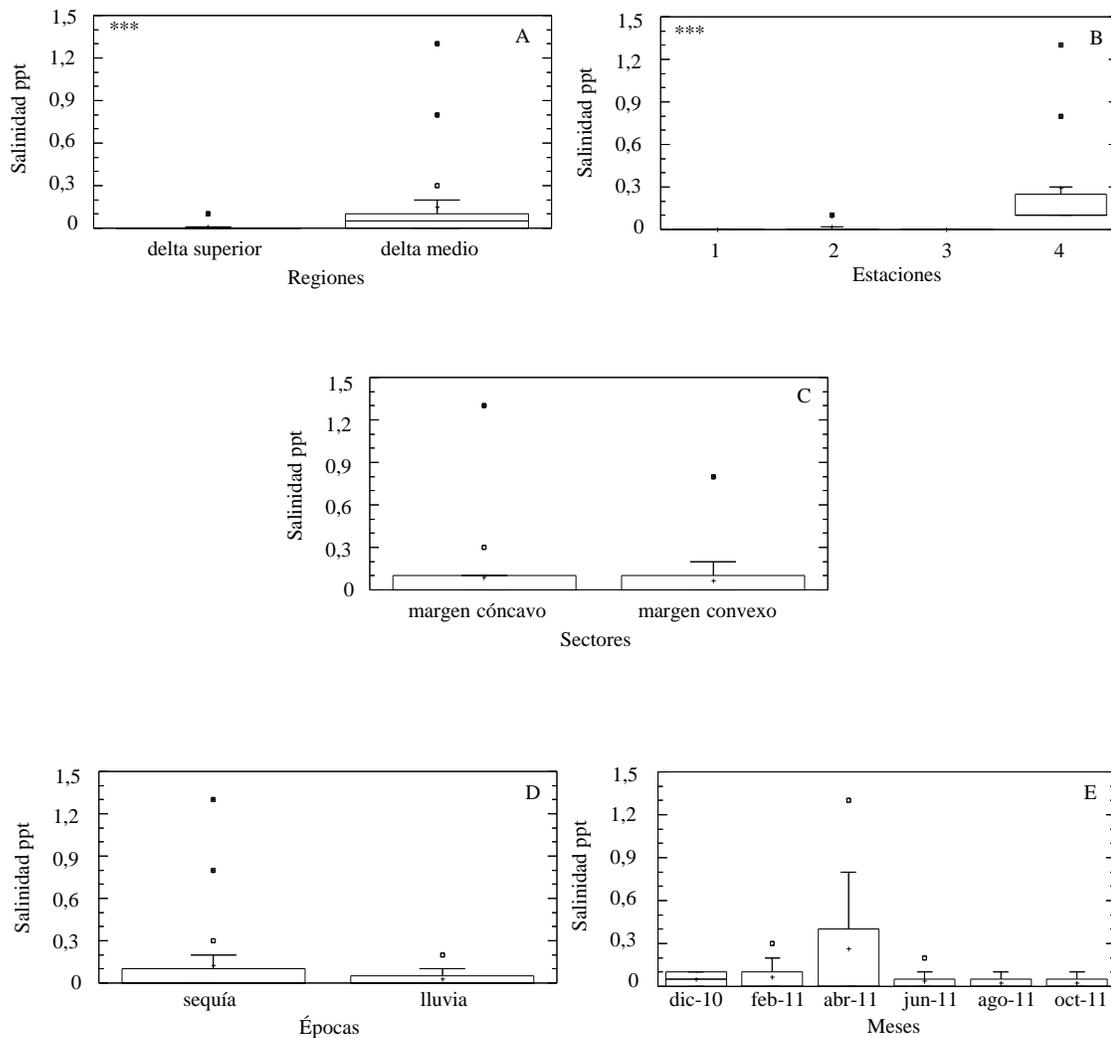


Figura 17. Variación espacial de la salinidad en el agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por estaciones los mayores registros de la conductividad del agua se detectaron en la estación 4 (Winamorena) con una mediana de 0,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,12 - 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con respecto a la estación 3 (El Guamal) con una mediana de 0,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,04 - 0,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Se evidenciaron diferencias significativas en la conductividad del agua

entre las estaciones, observándose que la estación 4 presentó los mayores valores con respecto al resto de las estaciones que formaron un grupo (KW = 68,29; $p < 0,05$; Figura 18B; Tabla 12).

Tabla 12. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la conductividad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
San Rafael	24	0,04	
El Guamal	24	0,06	
Caño La Iglesia	24	0,07	
Winamorena	24	0,22	

Por sectores los mayores registros de la conductividad del agua se detectaron en el margen convexo con una mediana de 0,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,03 - 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que los menores en el margen cóncavo con una mediana de 0,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,03 - 1,87 $\mu\text{S}/\text{cm}$). No se evidenciaron diferencias significativas en la conductividad del agua entre los sectores ($U = 1160,0$; $p > 0,05$; Figura 18C).

En el ámbito temporal los registros más bajos de la conductividad del agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 0,04 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,03 - 0,35 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con respecto a la época de sequía con una mediana de 0,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,04 - 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Se determinaron diferencias significativas por época ($U = 688,0$; $p < 0,05$; Figura 18D).

Por mes los valores mínimos de la conductividad del agua se mostraron en octubre de 2011 con una mediana de 0,04 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,03 - 0,21 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que los valores máximos en abril de 2011 con una mediana de 0,07 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,04 - 2,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Se evidenciaron diferencias significativas en la conductividad del agua entre los meses, observándose que abril presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron un grupo (KW = 17,06; $p < 0,05$; Figura 18E; Tabla 13).

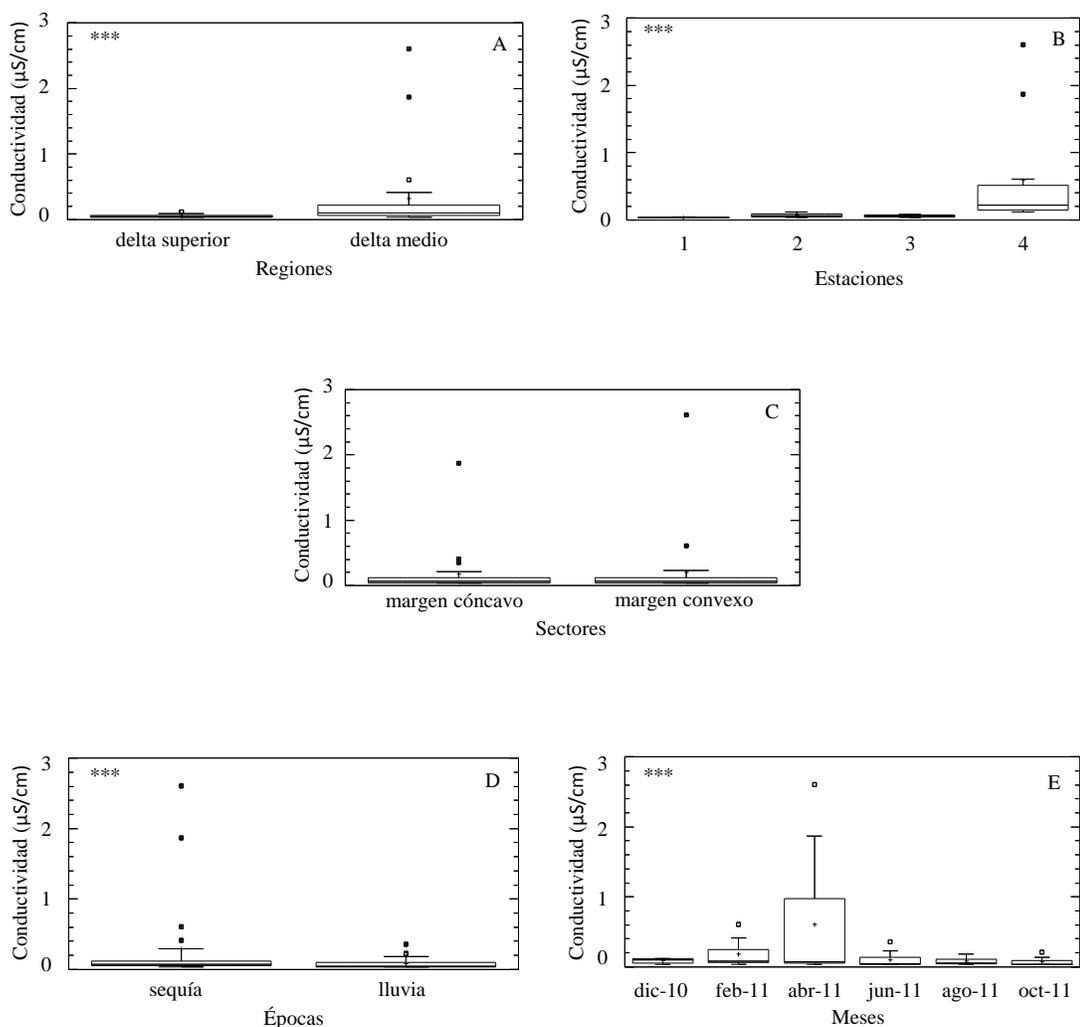


Figura 18. Variación espacial de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

El pH en el agua registró valores entre 7,00 y 8,50 (Tabla 2). En el plano espacial, los mayores registros del pH en el agua por regiones se detectaron en el DM con una mediana de 7,00 (6,30 - 8,50), mientras que los menores en el DS con una mediana de 7,00 (6,40 - 8,00). Se demostró que no existen diferencias significativas en el pH en el agua entre las regiones ($U = 1316,00$; $p > 0,05$; Figura 19A).

Por estaciones los mayores registros del pH en el agua se detectaron en la estación 3 (El Guamal) con una mediana de 7,00 (6,80 - 8,00), con respecto a la

estación 2 (Caño La Iglesia) con una mediana de 6,80 (6,40 - 8,00). No se evidenciaron diferencias significativas del pH en el agua entre las estaciones (KW = 3,36; $p > 0,05$; Figura 19B).

Tabla 13. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la salinidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
oct-11	16	0,04	
ago-11	16	0,05	
dic-10	16	0,10	
jun-11	16	0,04	
feb-11	16	0,08	
abr-11	16	0,07	

Por sectores se mantuvo constante el pH en el agua para ambos márgenes (cóncavo y convexo) con una mediana de 7,00 para el margen cóncavo (6,40 - 8,50) y para el margen convexo (6,30 - 8,00). No se evidenciaron diferencias significativas del pH en el agua entre los sectores (U = 1152,0; $p > 0,05$; Figura 19C).

En el ámbito temporal los registros más bajos del pH en el agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 7,00 (6,50 - 7,50), con respecto a la época de sequía con una mediana de 7,40 (6,30 - 8,50). Se determinaron diferencias significativas por época (U = 794,0; $p < 0,05$; Figura 19D).

Por mes los valores mínimos del pH en el agua se mostraron en junio de 2011 con una mediana de 6,50 (6,50 - 7,00), mientras que los valores máximos en abril de 2011 con una mediana de 8,00 (7,50 - 8,50). Se evidenciaron diferencias significativas del pH en el agua entre los meses, observándose que abril presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron tres grupos (KW = 67,82; $p < 0,05$; Figura 19E; Tabla 14).

La transparencia del agua registró valores entre 0,20 y 1,14 m (Tabla 2). En el plano espacial, los mayores registros de la transparencia del agua por regiones se detectaron en el DS con una mediana de 0,50 m (0,21 - 1,14 m), mientras que los

menores en el DM con una mediana de 0,45 m (0,20 - 1,13 m). Se demostró que no existen diferencias significativas en la transparencia del agua entre las regiones (U =1242,0; $p > 0,05$; Figura 20A).

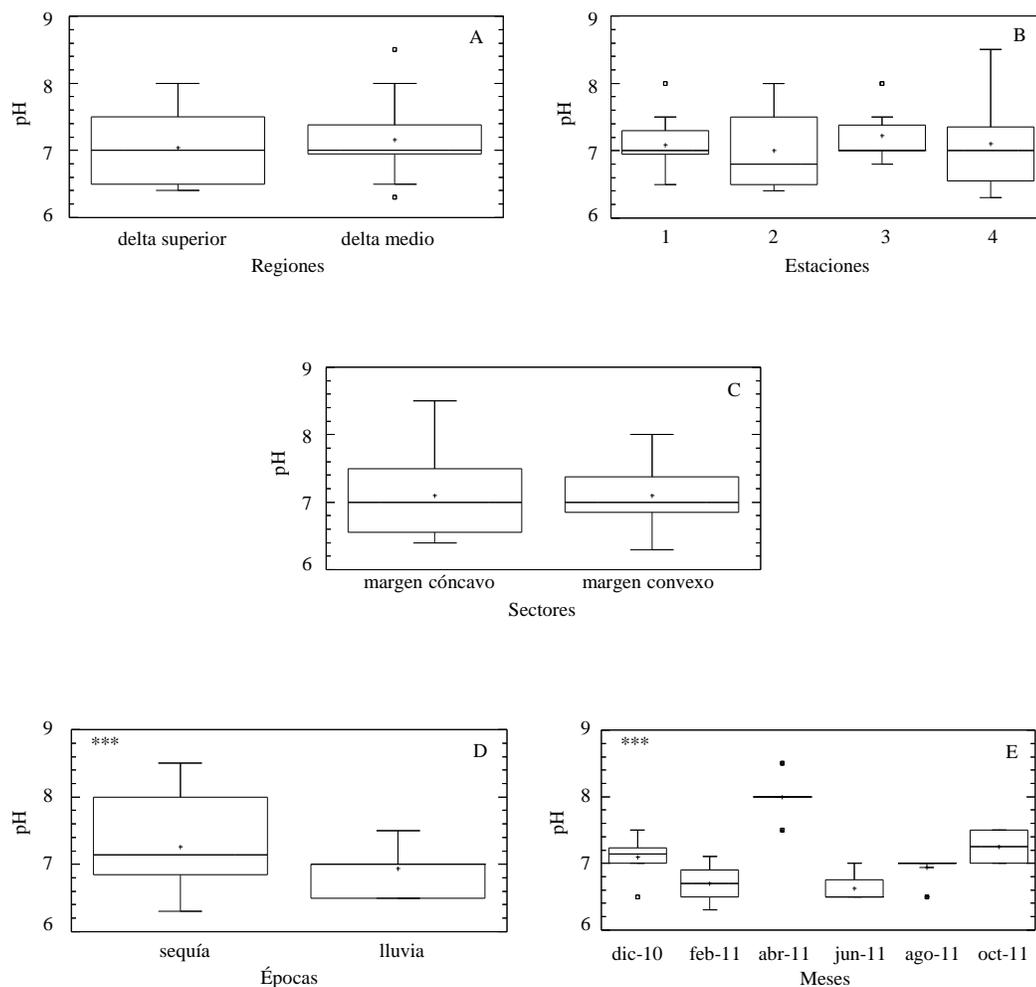


Figura 19. Variación espacial del pH del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por estaciones los mayores registros de la transparencia del agua se detectaron en la estación 2 (Caño La Iglesia) con una mediana de 0,57 m (0,25 - 1,13 m), con respecto a la estación 1 (San Rafael) con una mediana de 0,41 m (0,20 - 0,55 m). Se evidenciaron diferencias significativas en la transparencia del agua entre las estaciones, observándose

que la estación 2 presentó los mayores valores, las estaciones 3 y 4 presentaron valores intermedios, mientras que la estación 1 los menores valores ($KW = 12,29$; $p < 0,05$; Figura 20B; Tabla 15).

Tabla 14. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado al pH del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
jun-11	16	6,50	
feb-11	16	6,70	
ago-11	16	7,00	
dic-11	16	7,14	
oct-11	16	7,25	
abr-11	16	8,00	

Por sectores los mayores registros de la transparencia del agua se detectaron en margen convexo con una mediana de 0,48 m (0,20 - 1,14 m), con respecto al margen cóncavo con una mediana de 0,41 m (0,20 - 0,55 m). No se evidenciaron diferencias significativas en la transparencia del agua entre los sectores ($U = 1262,0$; $p > 0,05$; Figura 20C).

En el ámbito temporal los registros más bajos de la transparencia del agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 0,40 m (0,21 - 1,14 m), con respecto a la época de sequía con una mediana de 0,52 m (0,20 - 1,14 m). No se determinaron diferencias significativas por época ($U = 898,0$; $p > 0,05$; Figura 20D).

Por mes los valores mínimos de la transparencia del agua se mostraron en junio de 2011 con una mediana de 0,24 m (0,21 - 0,32 m), mientras que los valores máximos en octubre de 2011 con una mediana de 0,69 m (0,52 - 1,14 m). Se evidenciaron diferencias significativas de la transparencia del agua entre los meses, observándose que octubre presentó los mayores valores con respecto al resto de los meses que formaron tres grupos ($KW = 57,35$; $p < 0,05$; Figura 20E; Tabla 16).

La profundidad del agua registró valores entre 0,90 y 11,26 m (Tabla 2). En el plano espacial, los mayores registros de la profundidad del agua por regiones se detectaron en el DM con una mediana de 4,39 m (1,90 - 11,26 m), mientras que los

menores en el DS con una mediana de 2,85 m (0,90 - 7,27 m). Se demostró que existen diferencias significativas en la profundidad del agua entre las regiones ($U = 1656,0$; $p < 0,05$; Figura 21A).

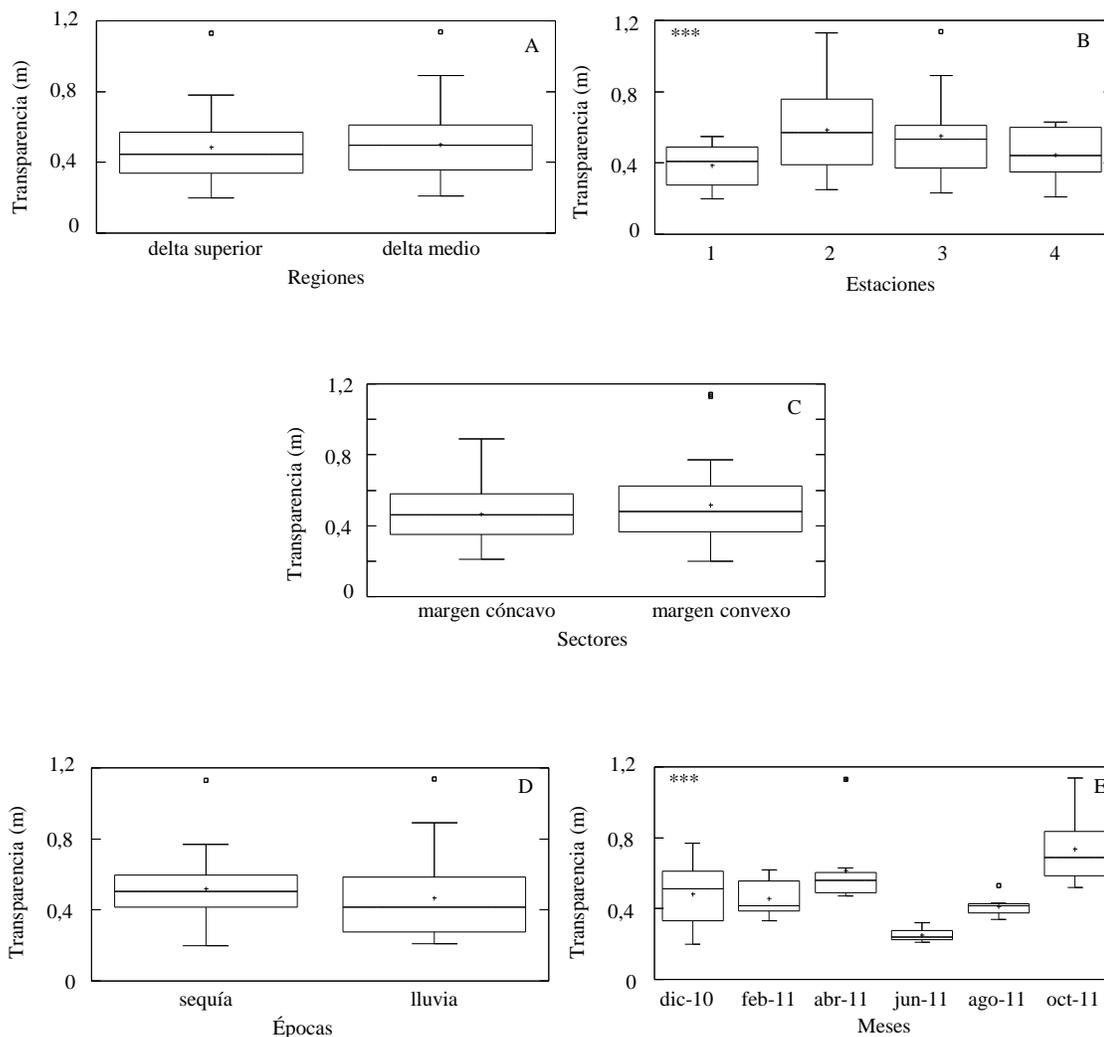


Figura 20. Variación espacial de la transparencia (m) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por estaciones los mayores registros de la profundidad del agua se detectaron en la estación 4 (Winamorená) con una mediana de 6,50 m (3,00 - 11,26 m), con respecto a la estación 1 (San Rafael) con una mediana de 1,73 m (0,90 - 7,00 m). Se evidenciaron

diferencias significativas en la profundidad del agua entre las estaciones, observándose que la estación 4 presentó los mayores valores con respecto a las estaciones 2 y 3 con valores intermedios y la estación 1 con los menores valores (KW = 37,34; $p < 0,05$; Figura 21B; Tabla 17).

Tabla 15. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la transparencia del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
San Rafael	24	0,41	
Winamorena	24	0,44	
El Guamal	24	0,54	
Caño La Iglesia	24	0,57	

Tabla 16. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la transparencia del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre los meses.

Meses	n	Medianas	Grupos
jun-11	16	0,24	
ago-11	16	0,42	
feb-11	16	0,42	
dic-10	16	0,51	
abr-11	16	0,56	
oct-11	16	0,69	

Tabla 17. Análisis *a posteriori* de rango de medianas de KW (95 %) aplicado a la profundidad del agua en los márgenes de los meandros del caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 para determinar la variación entre las estaciones.

Estaciones	n	Medianas	Grupos
San Rafael	24	1,73	
El Guamal	24	3,47	
Caño La Iglesia	24	3,58	
Winamorena	24	6,50	

Por sectores los mayores registros de la profundidad del agua se detectaron en

margen convexo con una mediana de 3,86 m (1,09 - 8,46 m), con respecto al margen cóncavo con una mediana de 2,95 m (0,90 - 11,26 m). Se evidenciaron diferencias significativas en la profundidad del agua entre los sectores ($U = 656,0$; $p < 0,05$, Figura 21C).

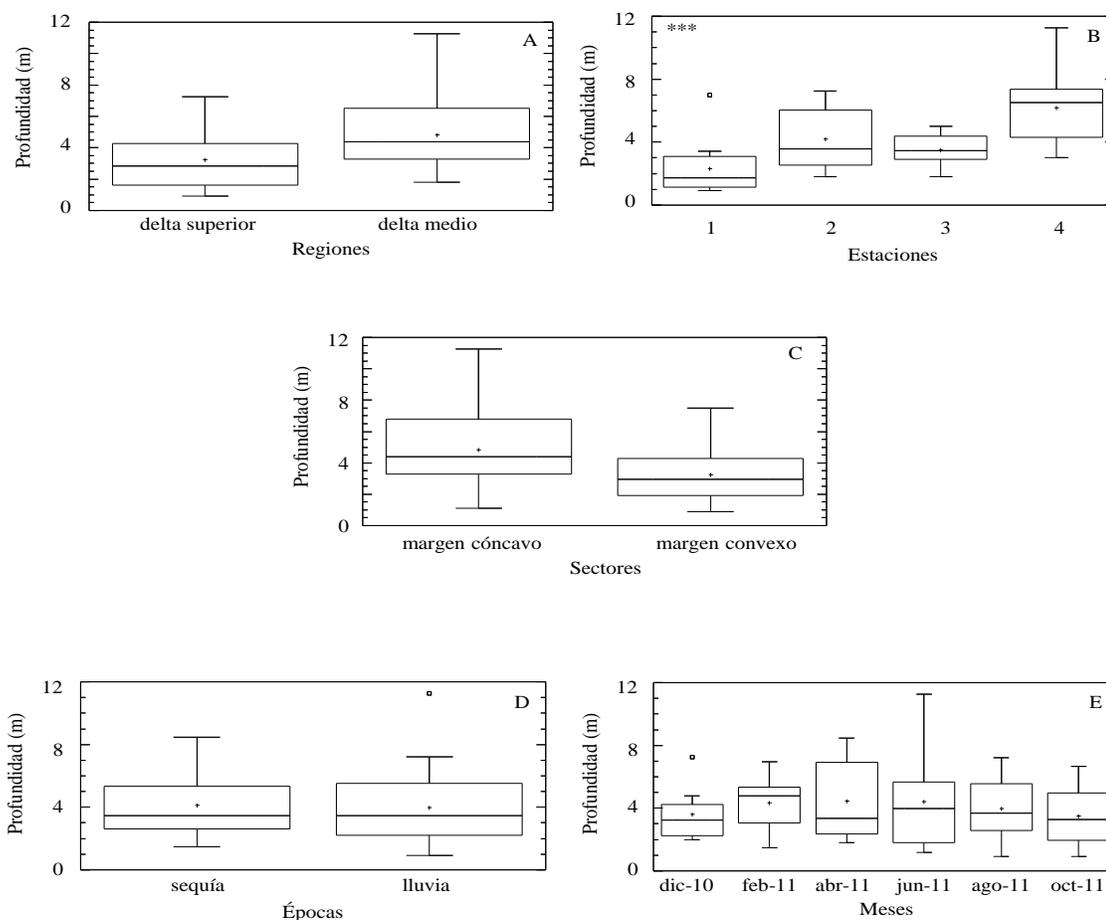


Figura 21. Variación espacial de la profundidad (m) del agua por regiones (A), estaciones (B) y sectores (C), y temporal por épocas (D) y meses (E) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

En el ámbito temporal los registros más bajos de la profundidad del agua se observaron durante la época de lluvia con una mediana de 3,47 m (0,90 - 11,26 m), con respecto a la época de sequía con una mediana de 3,46 m (1,45 - 8,46 m). No se determinaron diferencias significativas por época ($U = 1048,0$; $p > 0,05$; Figura 21D).

Por mes los valores mínimos de la profundidad del agua se mostraron en diciembre de 2010 con una mediana de 3,25 m (2,00 - 7,27 m), mientras que los valores máximos en abril de 2011 con una mediana de 3,34 m (1,80 - 8,46 m). No se evidenciaron diferencias significativas de la profundidad del agua entre los meses (KW =2,60; $p > 0,05$; Figura 21E).

La precipitación (mm) bimestral en el delta del Orinoco varió entre 66,30 y 228,70 mm (Tabla 7). El menor registro de precipitación ocurrió en abril de 2011, mientras que el mayor sucedió en junio de 2011. La variación de la precipitación bimestral se relacionó con la abundancia de ictioplancton (Figura 22) y presentó un $r^2 = 0,71$ ($y = 0,1043x^2 - 23,746x + 2470,8$).

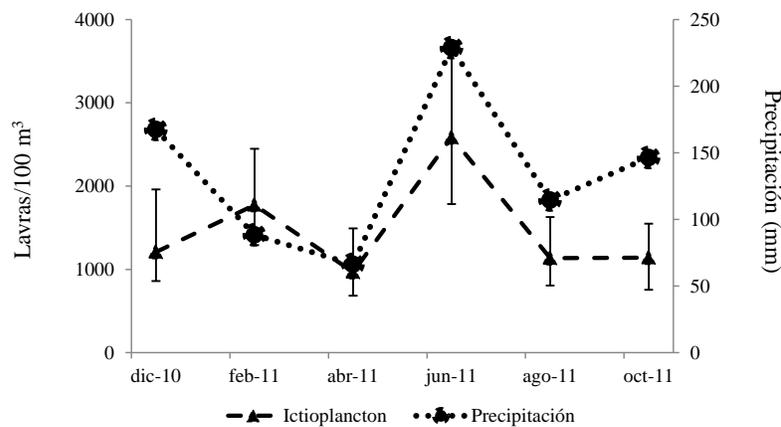


Figura 22. Variación promedio mensual de la densidad del ictioplancton y los registros mensuales de la precipitación en el caño Manano, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

La importancia de las variables ambientales en las comunidades de peces depende de la escala de análisis. A pequeña escala, los factores bióticos juegan un papel importante en la organización de la comunidad. Sin embargo, en los estudios a gran escala, la biogeografía y los factores abióticos son los principales determinantes de las comunidades de peces (Jackson *et al.*, 1993).

En este estudio la mayoría de las variables fisicoquímicas analizadas exhibieron diferencias espaciales y temporales. Asimismo, los patrones registrados son similares a

los señalados en otras áreas estuarinas de regiones tropicales y subtropicales (Barletta-Bergan *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2011; Ziober *et al.*, 2012; Jayachandra *et al.*, 2013; Marceniuk *et al.*, 2017), los cuales están afectados por patrones de precipitación y fenómenos oceanográficos locales y globales.

El delta del Orinoco se caracteriza por presentar una elevada temperatura del agua, que es prácticamente constante a lo largo del año, presentando oscilaciones leves (Martínez *et al.*, 2013; Monente *et al.*, 2017). La temperatura osciló temporalmente, registrándose las más cálidas durante los meses de la época de lluvia, lo que es distintivo para la temporada (Abowei, 2010; Lasso y Sánchez-Duarte, 2011; Balza *et al.*, 2018).

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua registradas fueron similares a las del río Taperaçu en Brasil (Costa *et al.*, 2011). En general, las concentraciones de oxígeno se mantuvieron con valores cercanos a 4,30 mg/L, que reflejan una oxigenación regular del agua (Martínez *et al.*, 2013). Las estaciones con menores niveles de oxígeno corresponden a las áreas que quizás presenten mayor retención de materia orgánica, lo que conlleva a una disminución del oxígeno disuelto en el agua por parte de la descomposición del material (Abowei, 2010). Por otra parte, en el estuario superior (DS y DM) del caño Manamo se encuentran los principales ejes fluviales que concentran la mayor parte de la población del delta, lo que trae como consecuencia un mayor aporte de aguas residuales hacia estos ejes fluviales, ocasionando que las concentraciones de oxígeno sean insuficientes para compensar el consumo de este, por la descomposición del material alóctono que continuamente se incorpora desde las orillas (Martínez *et al.*, 2013). Sin embargo, los valores de oxígeno se incrementaron en la época de lluvia reflejando la influencia de la hidrodinámica y los procesos fotosintéticos.

La conductividad eléctrica se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Las sales disueltas en agua se descomponen en iones cargados positiva y negativamente. La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. Por consiguiente, la salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas (Bodelón *et al.*, 1994).

La salinidad no varió ni espacial ni temporalmente, posiblemente porque los

registros de esta variable no fueron tan sensibles como los de la conductividad, que varió tanto espacial como temporalmente. Las diferencias reveladas por la conductividad pueden relacionarse con el gradiente salino existente en el caño Manamo y que concuerda con la división planteada por Lasso y Novoa (2010) en delta fluvial, estuarino y oceánico. Por consiguiente, el gradiente salino puede ser explicado por el efecto estuario originado por las diferencias de salinidad entre el agua dulce y salada. Asimismo, Balza *et al.* (2018), señala que los mayores valores de salinidad y conductividad se detectaran en el centro del canal en comparación con las márgenes del caño; lo cual probablemente se deba al ingreso de la cuña salina como consecuencia de las fuertes mareas en comparación con la descarga del río.

El pH depende de los procesos heterotróficos que ocurren en este cuerpo de agua, principalmente la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente durante el período de aguas bajas (sequía) y comienzo de la temporada de lluvia cuando aumenta la carga de materia orgánica producto del lavado y escurrimiento de los ecosistemas asociados al sistema fluvial (Martínez *et al.*, 2013). Efectivamente, la tendencia del pH fue a la baja en los meses con mayores registros de precipitación. Esta tendencia podría atribuirse a la acumulación de materia orgánica producto del arrastre de materiales por las lluvias y los posteriores procesos de descomposición que generarían hidrogeniones (H^+) que acidificarían el agua (Esteves, 2011). En consecuencia, el delta fluvial es ligeramente más ácido que el delta oceánico (Balza *et al.*, 2018).

La transparencia del agua fluctuó espacial y temporalmente, las estaciones con poca profundidad presentaron menor transparencia y particularmente durante los meses de mayor ocurrencia de lluvia, lo que pudiera estar relacionado con la resuspensión de sedimentos que aumentaría la turbidez (Jayachandra *et al.*, 2013).

La profundidad del caño varió espacialmente y probablemente las menores profundidades del DS del caño, se deban a que los procesos de erosión/sedimentación fueron modificados por el cierre del caño (Warne *et al.*, 2002; Monente *et al.*, 2017). En cuanto a la diferencias en las profundidades de las márgenes de los meandros, se pueden atribuir como ya se ha comentado a la hidrodinámica y la geomorfología del sistema (Farreras, 2006; Métivier *et al.*, 2016; Wolter *et al.*, 2016; Parsapour-Moghaddam y

Rennie, 2018; Sylvester *et al.*, 2019).

Los registros de las fluctuaciones de las precipitaciones en el delta evidenciaron una tendencia a una época de sequía y una de lluvia. Aunque, es necesario acotar que durante la época de sequía en diciembre de 2010 y febrero de 2011 se reportaron fuertes lluvias atípicas, que quizás desencadenaron la reproducción de los peces, lo que incremento la ocurrencia de larvas en estos meses. Dichas lluvias fueron ocasionadas por el fenómeno océano - atmosférico de La Niña como ya se comentó anteriormente.

Análisis de componentes principales

El análisis del componente principal (ACP) evidenció un porcentaje de varianza acumulado para los tres componentes de 90,98% (Tabla 18), para las variables seleccionadas del análisis de correlaciones de Spearman (Tabla 19). En la proyección ortogonal del análisis (Figura 20) se observó en el primer componente que la salinidad (0,60), la conductividad (0,61) se correlacionaron positivamente. En el segundo componente se correlacionaron positivamente la densidad de larvas (-0,63) y la precipitación (-0,53), esta última se correlación de forma negativa con el pH (0,51).

Tabla 18. Autovalor y porcentaje de varianza explicado por cada componente en el análisis de componente principal (ACP) realizado para la región fluvial (delta superior y medio) en el caño Manamo, delta del Orinoco.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje de varianza acumulado (%)
C-I	2,81	56,29	56,29
C-II	1,04	20,79	77,08
C-III	0,73	14,56	91,64

Al analizar las variables fisicoquímicas con la abundancia de larvas de peces se infiere la correlación positiva entre el ictioplancton con la precipitación. Indudablemente esta correlación fortalece las numerosas afirmaciones que sugieren que las lluvias son el detonante de los desoves (Vazzoler, 1996; Lowe-McConnel, 1999; Whitfield, 1999; Senhorini y Landines, 2005; Gogola *et al.*, 2013; Balza *et al.*, 2018; Rousseau *et al.*,

2018). En este sentido, las fluctuaciones temporales más evidentes van a estar determinadas por las frecuencias de desove de los organismos adultos. Por lo tanto, los registros de abundancia y riqueza específica de larvas de peces son un elemento que permite inferir períodos de reproducción y de desove, lo cual tiene particular importancia en pesquerías, así como en la delimitación y en el manejo de áreas marinas protegidas (Fariña, 2012).

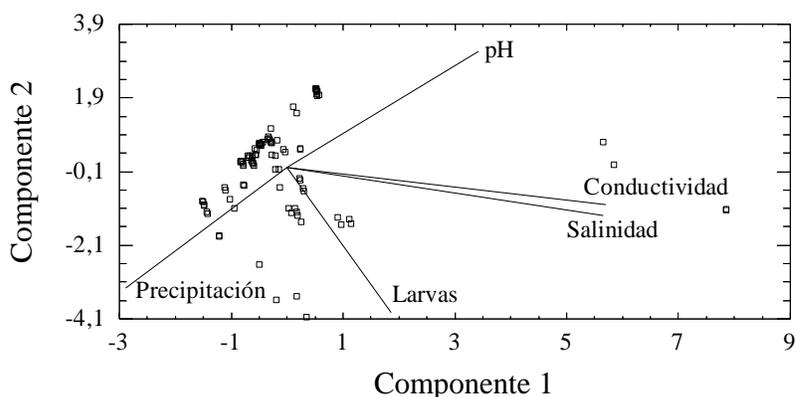


Figura 23. Análisis de componentes principales en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

Por supuesto, es obvia la fuerte correlación entre la salinidad y la conductividad. La variación entre la salinidad y la conductividad a lo largo del delta fluvial del caño Mánamo esta influenciada por el efecto deltaico. Lo anterior es debido, a la mezcla de las aguas provenientes de la descarga del río Orinoco que entran en contacto con las aguas del océano Atlántico, donde también influye el efecto de las mareas (Warne *et al.*, 2002).

En consecuencia, el régimen natural del flujo de agua condiciona la evolución de la biota acuática y los procesos ecológicos (Poff *et al.*, 1997). Los peces y otros organismos están adaptados a las variaciones del flujo mensual, estacional, anual e interanual (Thompson y Larsen, 2004). Sin embargo, es posible que los procesos reproductivos y la abundancia de larvas en los márgenes de los meandros del delta fluvial del caño Manamo no estén determinados únicamente por los eventos estacionales y estén relacionados con otros diversos factores, tanto bióticos como

abióticos, afectando la dinámica del ecosistema, favoreciendo o entorpeciendo el desarrollo embrionario y larval de las especies de peces (Katsuragawa *et al.*, 2014; Balza, 2014).

Tabla 19. Matriz de correlación de rango Spearman entre los diferentes factores (bióticos y abióticos) analizados en las estaciones del delta superior y medio del caño Manamo, delta del Orinoco.

r (correlación) p (probabilidad)	DL	Temp	Oxi	pH	Sal	Cond	Trans	Prof	Prec
DL		-0,1267 0,2170	-0,3173 0,1702	-0,1407 0,1702	0,6138 0,0000*	0,3812 0,0002*	-0,1330 0,1950	0,4340 0,0000*	0,1628 0,0126*
Temp			0,3955 0,0001*	0,0402 0,6949	-0,2489 0,0153*	-0,3808 0,0002*	-0,0215 0,8338	-0,1092 0,2870	0,1946 0,0578
Oxi				0,0156 0,8795	-0,2997 0,0035*	-0,3180 0,0019*	0,2608 0,0110*	-0,2000 0,0513	-0,2228 0,0299*
pH					-0,0163 0,8739	-0,0350 0,7327	0,5471 0,0000*	-0,0357 0,7282	-0,3993 0,0001*
Sal						0,7989 0,0000*	0,0267 0,7948	0,5853 0,0000*	0,0187 0,8551
Cond							0,0646 0,5291	0,6351 0,0000*	-0,1814 0,0771
Trans								0,1825 0,0753	-0,3674 0,0003*
Prof									-0,1008 0,3257
Prec									

DL= densidad larva; Temp= Temperatura; Oxi= Oxígeno; Sal= Salinidad; Cond= Conductividad; Trans= Transparencia; Prof= Profundidad y Prec= Precipitación. *Significativo (p<0,05)

El ordenamiento nMDS presentó un coeficiente se Stress de 0,1, lo cual probó que las gráficas resultantes son útiles para ser interpretadas (Clarke y Warwick, 2001). En el ámbito espacial el análisis mediante la formación de conglomerados y ordenación nMDS de la estructura comunitaria del ictioplancton del estuario superior o fluvial del caño Manamo, evidenció la similitud entre los grupos de larvas entre las regiones (DS y DM). En la representación gráfica del nMDS se observaron conglomerados de grupos de larvas de peces que solo se encuentran en el DS y/o en el DM (Figura 24A). Además, el análisis nMDS reveló poca diferencia entre los grupos

de larvas que están levemente separados, lo que apuntó a la similitud de estos entre las regiones.

En cuanto a la estructura comunitaria del ictioplancton en los sectores de los meandros, se observó que los grupos de larvas están muy escasamente separados uno del otro en los márgenes cóncavo y convexo (Figura 24B). En el ámbito temporal, la estructura comunitaria del ictioplancton mostró conglomerados de grupos de larvas levemente separados uno del otro, lo que indica su similitud entre las épocas de sequía y lluvia (Figura 24C).

En el ámbito espacial el análisis de similitud (ANOSIM) reveló que existen diferencias estadísticas en los grupos de larvas de peces entre las regiones del estuario superior o fluvial del caño Manamo ($R = 0,18$; $p = 0,001$). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas en los grupos de larvas de peces entre los sectores de los meandros ($R = -0,013$; $p = 0,096$). En el ámbito temporal, el ANOSIM demostró que no existen diferencias estadísticas en los grupos de larvas de peces entre las épocas de sequía y lluvia ($R = 0,326$; $p = 0,103$).

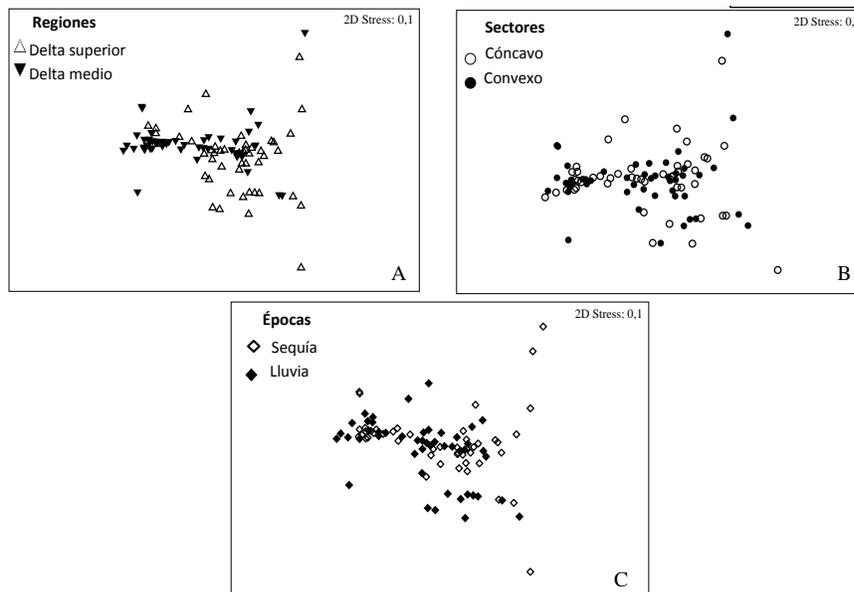


Figura 24. Ordenación nMDS de la estructura comunitaria de larvas de peces por regiones (A), sectores (B) y épocas (C) en el caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

En el ámbito espacial el análisis SIMPER identificó las pocas especies responsables de aportar similitud y disimilitud dentro de cada región y sector del estuario superior o fluvial del caño Manamo. Se evidenció que el principal contribuyente de similitud fue Engraulidae sp. 1 tanto en las regiones (DS = 73,60% y DM = 61,21%; Tabla 3) como en los sectores (margen cóncavo = 66,25% y margen convexo = 69,17%; Tabla 20). Asimismo, Engraulidae sp. 1 fue el principal contribuyente de disimilitud tanto en las regiones (DS y DM = 41,31%; Tabla 3) como en los sectores (margen cóncavo y margen convexo = 42,77%; Tabla 21).

Tabla 20. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por regiones en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Regiones	Especies	Abun. Prom.	Sim. Prom.	Sim./SD	%Contri.	%Acum.
DS (53,05)	Engraulidae sp. 1	6,25	39,04	2,12	73,60	73,60
	Clupeidae sp. 1	3,26	13,06	1,03	24,62	98,23
DM (54,09)	Engraulidae sp. 1	12,63	33,10	2,18	61,21	61,21
	Clupeidae sp. 1	8,38	20,09	1,74	37,14	98,35

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Similitud promedio (Sim. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

Tabla 21. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por regiones en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Regiones	Especies	Abun. Prom. DS	Abun. Prom. DM	Dism. Prom.	Dis./SD	%Contri.	%Acum.
DS y DM (53,23)	Engraulidae sp. 1	6,25	12,63	23,58	1,55	44,31	44,31
	Clupeidae sp. 1	3,26	8,38	18,13	1,68	34,07	78,37
	Sciaenidae sp. 1	0,45	0,56	2,13	0,64	4,01	82,38
	Sciaenidae sp. 2	0,26	0,54	1,97	0,51	3,71	86,09
	<i>Microphis brachyurus</i>	0,13	0,25	1,07	0,51	2,02	88,11
	Gobiidae sp. 1	0,00	0,47	0,86	0,30	1,62	89,72
	Pimelodidae sp.1	0,33	0,05	0,84	0,34	1,57	91,30

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Disimilitud promedio (Dism. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

Las semejanzas en el delta fluvial quedaron demostradas en la similitud de los taxones que habitan los márgenes de los meandros del caño Manamo. Por lo tanto, la

dinámica de las larvas de peces contribuye significativamente al entendimiento de la ecología de poblaciones, dado que ella puede indicar las preferencias de hábitat, la biomasa del stock desovante, el posterior reclutamiento al stock adulto, entre otros (Reynalte-Tataje *et al.*, 2008; Wolter *et al.*, 2016; Mérigot *et al.*, 2017; Nagayama y Nakamura, 2017). Además, el desarrollo inicial de los peces es particularmente vulnerable y está influenciado por los procesos físicos y biológicos. En realidad, diversos factores se han relacionado con la supervivencia y distribución del ictioplancton (por ejemplo, condiciones hidrológicas, procesos de transporte, variabilidad estacional, patrones de desove de los adultos, disponibilidad de alimento, tipo de hábitat) (Baumgartner *et al.* 2008; Bonecker *et al.*, 2009; Gogola *et al.*, 2013; Wolter *et al.*, 2017; Paighambari *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2017).

Tabla 22. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por sectores en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Sectores	Especies	Abun. Prom.	Sim. Prom.	Sim./SD	%Contri.	%Acum.
Margen cóncavo (53,05)	Engraulidae sp. 1	8,99	33,01	1,99	66,25	66,25
	Clupeidae sp. 1	6,01	16,17	1,23	32,44	98,69
Margen convexo (54,09)	Engraulidae sp. 1	9,88	34,55	2,04	69,17	69,17
	Clupeidae sp. 1	5,62	14,29	1,30	28,60	97,78

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Similitud promedio (Sim. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

Tabla 23. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por sectores en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Sectores	Especies	Abun. Prom. DS	Abun. Prom. DM	Dism. Prom.	Dis./SD	%Contri.	%Acum.
Margen cóncavo y margen convexo (49,63)	Engraulidae sp. 1	8,99	9,88	21,72	1,45	43,77	43,77
	Clupeidae sp. 1	6,01	5,62	16,16	1,52	32,57	76,53
	Sciaenidae sp. 1	0,29	0,72	2,18	0,64	4,39	80,73
	Sciaenidae sp. 2	0,23	0,56	2,02	0,51	4,06	84,79
	<i>Microphis brachyurus</i>	0,20	0,18	1,08	0,51	2,18	86,97
	Pimelodidae sp. 1	0,31	0,07	0,92	0,33	1,84	88,81
	<i>Chilomycterus antillarum</i>	0,09	0,13	0,82	0,37	1,65	90,46

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Disimilitud promedio (Dism. Prom.), Desviación estándar (SD),

Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

En el ámbito temporal igualmente se evidenció con el análisis SIMPER que el principal contribuyente de similitud fue Engraulidae sp. 1 en las épocas (sequía = 62,95% y lluvia = 71,03%; Tabla 24). Igualmente, Engraulidae sp. 1 fue el principal contribuyente de disimilitud en las épocas (sequía y lluvia = 43,54%; Tabla 25).

Tabla 24. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por épocas en caño Manamo delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Épocas	Especies	Abun. Prom.	Sim. Prom.	Sim./SD	%Contri.	%Acum.
Sequía (49,62)	Engraulidae sp. 1	8,88	31,24	1,73	62,95	62,95
	Clupeidae sp. 1	5,23	17,55	1,51	35,37	98,33
Lluvia (51,54)	Engraulidae sp. 1	9,99	36,61	2,49	71,03	71,03
	Clupeidae sp. 1	6,41	13,88	1,06	26,93	97,96

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Similitud promedio (Sim. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

Tabla 25. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud y contribución de las comunidades de larvas de peces por épocas en caño Manamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011.

Épocas	Especies	Abun. Prom. DS	Abun. Prom. DM	Dism. Prom.	Dis./SD	%Contri.	%Acum.
Sequía y Lluvia (49,63)	Engraulidae sp. 1	8,88	9,99	21,90	1,46	43,54	43,54
	Clupeidae sp. 1	5,23	6,41	16,52	1,57	32,84	76,38
	Scianidae sp. 1	0,54	0,47	2,15	0,63	4,27	80,66
	Scianidae sp. 2	0,32	0,48	2,14	0,51	4,26	84,91
	<i>Microphis brachyurus</i>	0,15	0,23	1,08	0,51	2,14	87,05
	Pimelodidae sp. 1	0,08	0,30	0,93	0,33	1,86	88,91
	Haemulidae sp. 1	0,04	0,23	0,80	0,29	1,59	90,50

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Disimilitud promedio (Dism. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

Por otra parte, el análisis de correspondencias canónica (ACC) entre las asociaciones de larvas de peces, los índices comunitarios y las variables ambientales en

los márgenes de los meandros del delta fluvial del caño Manamo, reveló un 79,10% de la variación explicada por los dos primeros componentes (Tabla 26). Las variables continuas que presentaron mayor asociación con la distribución de las comunidades ictioplanctónicas en el delta fluvial del caño Manamo fueron en el primer eje la diversidad de Shannon-Wiener (H') (-0,55), la riqueza específica (S) (-0,88). En el segundo eje la conductividad del agua (0,59), la salinidad en el agua (0,57), el pH (0,56), la transparencia del agua (0,59) la precipitación (-0,55) y Equidad de Lloyd y Ghelardi (J') (-0,52) (Figura 25; Tabla 27).

Tabla 26. Resultados del análisis de correspondencia canónica (ACC) para las taxa de las larvas de peces y las variables ambientales en el delta superior del caño Manamo, delta del Orinoco.

	Eje 1	Eje 2
Autovalores	0,11	0,05
Porcentajes	14,18	5,97
Porcentaje acumulado	14,18	20,14
Porcentaje de varianza acumulado	49,12	69,78
Correlación especie-ambiente (R)	0,79	0,57

Tabla 27. Correlación de las variables ambientales con los ejes del análisis de correspondencias canónica (ACC) en el caño Manamo, delta del Orinoco, entre diciembre de 2010 y octubre de 2011.

	Eje 1	Eje 2
Temperatura (°C)	0,02	-0,24
Oxígeno disuelto	0,18	0,28
Salinidad	-0,39	0,57
Conductividad	-0,38	0,59
pH	-0,05	0,56
Transparencia	0,12	0,59
Profundidad	0,07	0,13
Precipitación	-0,18	-0,55
Riqueza específica (S)	-0,88	-0,05
Diversidad de Shannon-Wiener (H')	-0,55	-0,12
Equidad de Lloyd y Ghelardi (J')	-0,52	-0,52

En este estudio se realizó una evaluación y un análisis de los márgenes de los

meandros en las regiones (DS y DM) del delta fluvial del caño Manamo, durante las épocas de lluvia y sequía, para conocer la abundancia y distribución del ictioplancton en estos ambientes del delta del Orinoco. Al mismo tiempo, se estableció la relación de las larvas de peces de las especies más representativas con los dichos ambientes, la cual mostró ciertas preferencias que pudieran estar asociadas a requerimientos fisiológicos u ontogénicos, particulares para cada especie.

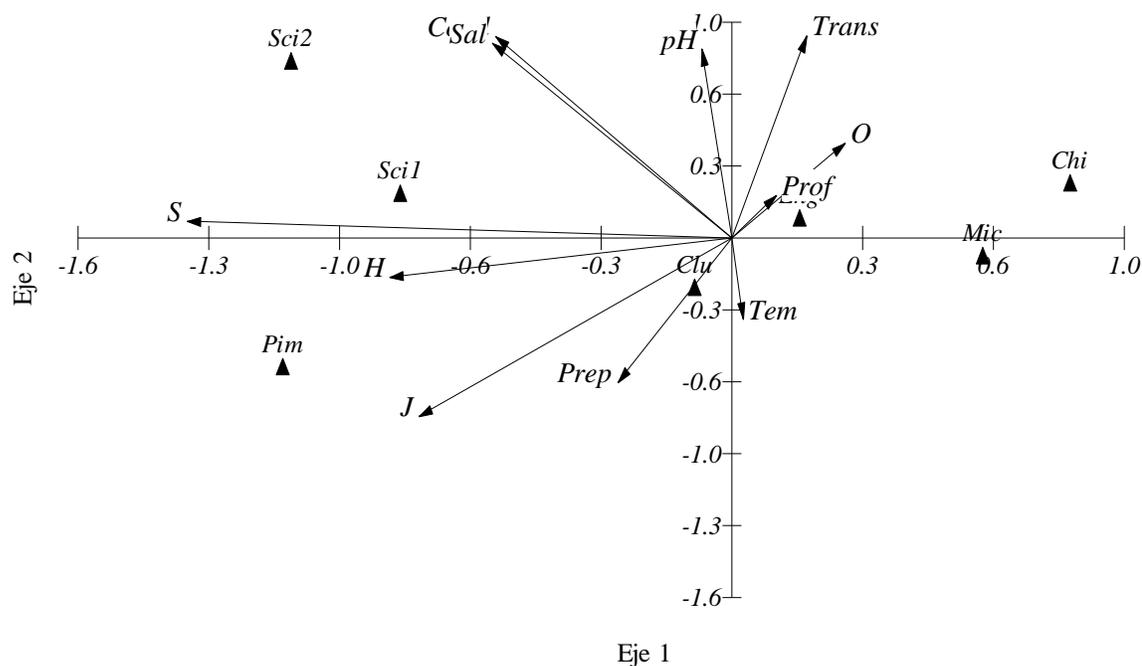


Figura 25. Análisis de correspondencias canónica entre las taxa de larvas de peces, los índices ecológicos y las variables fisicoquímicas en el caño Manamo, delta del Orinoco, entre diciembre de 2010 y octubre de 2011. Especies ▲: Clupeidae sp. 1 (Clu); Engraulidae sp. 1 (Eng); Sciaenidae sp. 1 (Sc1); Sciaenidae sp. 2 (Sc2); Pimelodidae (sp. 1) (Pim), Chilomycterus antillarum (Chi) y Microphis brachyurus (Mic). Índices ecológicos: Riqueza específica (S), Diversidad Shannon-Wiener (H) y el índice de equidad de Lloyd & Ghelardi (J).

En el ACC se pudo evidenciar que Pimelodidae sp. 1 mostró asociación con la precipitación, lo cual corrobora lo sugerido por varios investigadores (Agostinho *et al.*, 2003; Escobar y Taphorn, 2006; Montoya *et al.*, 2011; Silva-Acuña y Barrios, 2013), que indican que las lluvias son el detonante para que diversas especies de peces, principalmente del orden Siluriformes, inicien la reproducción. En este sentido,

consecutivamente al desove la ocurrencia de larvas producto del desarrollo ontogénico. Igualmente, Clupeidae sp. 1 exhibió una fuerte asociación con la precipitación y su abundancia larvaria se incrementó durante la época de lluvia.

Los índices ecológicos (S y H') se asociaron positivamente con la salinidad, la conductividad y la precipitación. De hecho, los mejores índices se determinaron en el DM y durante la época de lluvia. La cercanía del DM al DI (estuario medio o delta estuarino), donde se han señalado la mayor abundancia larvaria y diversidad de especies (Balza, 2014), lo que favorece el aumento de la abundancia larvaria y de S y H' en el DM.

Los cambios estacionales en las comunidades de peces estuarinos han sido atribuidos a una combinación de fluctuaciones temporales de la abundancia de peces inducida por la lluvia, la reproducción y el reclutamiento de especies dulceacuícolas, estuarinas y marinas (Barletta *et al.*, 2005; 2008). La repercusión de las lluvias en las variables hidrológicas genera alteraciones en los patrones fisiológicos y conductuales de los peces, tal como lo han señalado diversos autores (Vazzoler, 1996; Winemiller y Jepsen, 1998; Wootton, 1998; Lowe-McConnel, 1999; Gogola *et al.*, 2013; Balza *et al.*, 2018; Rousseau *et al.*, 2018).

Finalmente, se evidencia la preferencia de hábitat de especies como Atherinidae sp, Haemulidae sp, Loricaridae sp, y *Strongylura marina* por los meandros. Además, se confirma la mayor abundancia larvaria en los márgenes convexos posiblemente debido a la disponibilidad de microhábitats específicos (macrófitas acuáticas) ya que la presencia de vegetación acuática les brinda protección y alimento (Wolter *et al.*, 2016; Mérigot *et al.*, 2017; Nagayama y Nakamura, 2017), o simplemente porque las larvas fueron arrastradas a estos sitios a través de los procesos de remoción y retención (Coleman y Huh, 2003; Rocha, 2009; Parsapour-Moghaddam y Rennie, 2018; Sylvester *et al.*, 2019).

La geomorfología y la hidrodinámica del cauce del caño Manamo, generan hábitats que deben ser preservados y estudiados para lograr comprender las preferencias de hábitat de algunas especies de peces. Así como también conocer los sitios de desove de los progenitores, para el mantenimiento de poblaciones viables que depende de la facultad de las especies de adaptarse a situaciones cambiantes (Vazzoler, 1996; Murua y

Saborido-Rey, 2003). En este sentido, en el caño Manamo se desarrollan actividades como la pesca, la extracción de hidrocarburos y además está el hecho del cierre del caño. Lo antes mencionado, aunado al cambio climático global, pudieran afectar la comunidad ictioplanctónica del caño. De allí, la importancia de contar con estudios de referencia para el futuro, debido a que los efectos del clima en las poblaciones de peces pueden también mostrar tendencias a largo plazo en las poblaciones del ictioplancton (Jayachandra *et al.*, 2013; Komoroske *et al.*, 2014; Paighambari *et al.*, 2017). Además, los organismos de menores niveles tróficos pueden ser más sensibles al efecto de las perturbaciones ambientales, más rápidamente que los de mayores niveles tróficos. Sin embargo, los estadios de vida temprana ambientalmente sensibles pueden compensarlo a través de mecanismos denso dependientes. De allí que, el conocimiento de la abundancia y composición ictioplanctónica en los márgenes de los meandros en un caño principal es importante en el discernimiento de los cambios en los grupos de peces del delta del Orinoco.

CONCLUSIONES

Existe un patrón de distribución de la abundancia espacial y temporal en el delta fluvial del caño Manamo.

Existe un patrón de distribución de la abundancia espacial en las márgenes de los meandros del delta fluvial del caño Manamo, con mayor ocurrencia de larvas en el margen convexo.

El orden dominante en las márgenes de los meandros del delta fluvial del caño Manamo fue Clupeiformes.

Las familias dominantes en las márgenes de los meandros del delta fluvial del caño Manamo fueron Engraulidae, Clupeidae, Sciaenidae, Pimelodidae, Diodontidae y Syngnathidae.

Las especies ictioplanctónicas distintivas de los meandros fueron Atherinidae sp, Loricaridae sp, Haemulidae sp y *Strongylura marina*.

Las variaciones temporales fueron más importantes que las espaciales en la determinación de la composición ictioplanctónica.

Las lluvias fueron el detonante para el desove, puesto que los valores máximos de abundancia registrados corresponden a esta época.

RECOMENDACIONES

Es necesario evaluar los recursos ictiológicos de importancia ecológica y económica en el caño Manamo, delta del Orinoco, Venezuela.

Es importante hacer seguimientos constante, debido a la gran diversidad de especies presente en el caño Manamo, delta del Orinoco, Venezuela.

Es de gran importancia contar con estudios de referencia para el futuro, debido a que los efectos del clima en las poblaciones de peces pueden también mostrar tendencias a largo plazo en las poblaciones del ictioplancton en el caño Manamo, delta del Orinoco, Venezuela.

BIBLIOGRAFÍA

- Able, K.; Manderson, J. y Studholme, A. 1999. Habitat quality for shallow water fishes in an urban estuary: the effects of man-made structures on growth. *Marine Ecology Progress Series*, 187, 227-235.
- Abowei, J. 2010. Salinity, Dissolved Oxygen, pH and Surface Water Temperature Conditions in Nkoro River, Niger Delta, Nigeria. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2(1): 36-40.
- Agostinho, A.; Gomes, L.; Suzuki, H. y Júlio-Junior, H. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. En: *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. Carolfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. y Baer, A. (eds). World Bank and IDRC. Victoria, Canada. Págs. 19-99.
- Ahlstrom, E. y Moser, H. 1981. Systematics and development of early life history stage of marine fishes: Achievements during the past century, present status and suggestions for the future. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions - Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 178: 541-546.
- Albaret, J.; Simier, M.; Blanc, L.; Aliume, C. y Diouf, P. 2004. Spatial and temporal structure of fish assemblages in an “inverse estuary”, the Sine Saloum system (Senegal). *Estuarine Coastal and shelf science*, 59: 69-86.
- Arévalo-Frías, W. y Mendoza-Carranza, M. 2014. Influence of temporal and spatial factors on abundance and richness of fish early stages in shallow tropical estuaries. *Environmental Biology of Fishes*, 98(3): 1-14.
- Balza, M.; Marín, B. y Silva, A. 2013. Abundancia espacial del ictioplancton en el caño manamo durante la época de sequía en el delta del río Orinoco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52(1): 79-92.
- Balza, M. 2014. Dinámica espacial y temporal del ictioplancton en el caño Manamo del delta del río Orinoco, Venezuela. Trabajo doctoral. Postgrado de Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Balza, M.; Marín, B.; Silva, A. y Troccoli, L. 2018. Dinámica espacial y temporal del ictioplancton en el caño Manamo, delta Orinoco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 57(1): 83-96.
- Barletta, M.; Amaral, C.; Correias, M.; Gueberts, F.; Dantas, D.; Lorenzi, L. y Saint-Paul, U. 2008. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecotone in a tropical-subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 73: 1314-1336.
- Barletta, M.; Barletta-Bergan, A. y Saint-Paul, U. 1998. Description on the fishery structure in the mangrove dominated region of Bragança (State of Pará-north Brazil). *Ekotropica*, 4: 41-53.

- Barletta, M.; Barletta-Bergan, A.; Saint-Paul, U. y Hubold, G. 2003. Seasonal changes in density, biomass and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Marine Ecology Progress Series*, 256: 217-228.
- Barletta, M.; Barletta-Bergan, A.; Saint-Paul, U. y Hubold, G. 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 66: 45-72.
- Barletta-Bergan, A.; Barletta, M. y Saint-Paul, U. 2002. Structure and Seasonal dynamics of larval fish in the Caeté river estuary in north Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 54: 193-206.
- Baumgartner, G.; Nakatani, K.; Gomes, L.; Bialetzki, A.; Vandelei, P. y Cavicchioli, M. 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval Density. *Neotropical Ichthyology*, 6(4): 551-558.
- Beck, M.; Heck, K.; Able, K.; Childers, D.; Eggleston, D.; Gillanders, B.; Halpern, B.; Hays, C.; Hostino, K.; Minello, T.; Orth, R.; Sheridan, P. y Weinstein, M. 2001. The role of nearshore ecosystems as fish and shellfish nurseries. *Bioscience*, 51: 633-641.
- Bednarski, J.; Miller, S. y Scarnecchia, D. 2008. Larval fish catches in the lower Milk River, Montana in relation to timing and magnitude of spring discharge. *River Research and Applications*, 24: 844-851.
- Bodelón, O.; Bernués, M.; Baltanás A. y Montes C. 1994. Conductividad y salinidad en los ecosistemas acuáticos del parque nacional de Doñana (SO, España). *Limnética*, 10 (2): 27-31.
- Bonecker, S.; Dias, C.; Fernández, L. y Ávila, L. 2007. Zooplâncton, p. 125-140. In: Valentin, J. (Ed.). *Características Hidrobiológicas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira, Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ*. Brasília, Ideal Gráfica e Editora, 168p
- Bravard, J. y Petit, F. 2009. *Geomorfología de arroyos y ríos*. *Enciclopedia de las aguas interiores*, 387-395. Doi: 10.1016 / b978-012370626-3.00043-0
- Brida, S.; Srinivasan, M. y S. Balakrishnan. 2010. Studies on Diversity of fin fish larvae in Vellar Estuary, Southeast Coast of India. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(1): 44-50.
- Brigg, J. 1995. *Global biogeography*. 1st edition. New York, USA. Elsevier Science. 451 pp.
- Bulger, A.; Hayden, J.; Monaco, B.; Nelson, M. y McCormick-Ray, G. 1993. Biologically-based estuarine salinity zones derived from a multivariate analysis. *Estuaries*, 16(2): 311-322.
- Camargo, M e Isaac, V. 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the

- Caetén stuary, northern Brazil. *Journal of Oceanography*, 57(1/2): 13-21.
- Cervigón, F. 1985. *Ictiofauna de las aguas costeras estuarinas del delta del río Orinoco en la costa atlántica occidental: Caribe*. En: *fish community ecology in estuaries and coastal lagoons toward an ecosystem integration*. Yáñez-Arancibia, A. (Ed) UNAM. Mexico. 57-58.
- Cervigón, F. 1991. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen I. 2^{da} edición. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 425 pp.
- Cervigón, F. 1996. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen IV. 2^{da} edición. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 254 pp.
- Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Clarke, K. y Gorley, R. 2006. *PRIMER v.6. User manual/tutorial*. Plymouth PRIMER-E Ltd. New South Wales, Australia, United Kingdom.
- Clarke, K. y Warwick, R. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition. PRIMER-E Plymouth. New South Wales, Australia, United Kingdom.
- Coleman, J. y Huh, O. 2003. *Major world deltas: a perspective from space*. Baton Rouge, LA: Universidad Estatal de Louisiana.
- Coleman, J.; Huh, O. y De Witt, B. 2008. Wetland loss in world deltas. *Journal of Coastal Research*, 24: 1-14.
- Colonnello, G. y Medina, E. 1998. Vegetation changes induced by dam construction in a tropical estuary: the case of the Manamo river, Orinoco delta (Venezuela). *Plant Ecology*, 139 (2): 145–154.
- Conover, W. 1980. *Practical Nonparametric Statistics*. 2^{ed}. John Wiley & Sons. New York, USA. 493 pp.
- Copp, G. 1991. Typology of aquatic habitats in the Great Ouse, a small regulated lowland river. *Regulated Rivers: Research & Management*, 6: 125-134.
- Costa, A.; Da Costa, K.; Pereira, L; Sampaio, M. y Da Costa, R. 2011. Dynamics of hydrological variables and the fish larva community in an Amazonian estuary of northern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 64: 1960-1964.
- Day, J.; Hall, C.; Kemp, M. y Yáñez-Arancibia, A. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley y Sons, Inc. Publication, New Jersey, USA.
- Day, J.; Crump, B.; Kemp, M. y Yáñez-Arancibia, A. 2013. *Estuarine Ecology*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc. Publication, New Jersey, USA.
- Devlin, A. y Pan, J. 2018. *Dynamical Estuaries*. The Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong. Elsevier Inc. All rights reserved. Págs. 121-143.
- Einstein, A. 1926. *Die Ursachen der Mäanderbildung der Flußläufe und des*

sogenannten Baerschen Gesetzes. Die Naturwissenschaften.

- Elliott, M.; Whitfield, A.; Potter, I.; Blaber, S.; Cyrus, D.; Nordlie, F. y Harrison, T. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: A global review. *Fish Fish*, 8: 241-268.
- Escobar, M y Taphorn, D. 2006. Manejo de las poblaciones de bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) del Orinoco, a partir del análisis de variabilidad genética. *Memoria-Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 164: 79-100.
- Esteves, F. 2011. *Fundamentos de Limnología*. 3ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro, Brasil.
- 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 of Northwest Atlantic Fishery Science*, 4: 1-423.
- Fariña, A. 2012. Análisis de diferentes etapas del ciclo de vida de la comunidad de peces en el archipiélago Las Caracas, Parque Nacional Mochima, y en zonas aledañas del estado Sucre, Venezuela. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones en Biología. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España.
- Farreras, S. 2006. *Hidrodinámica de Lagunas costeras*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México.
- Fávaro, L.; De Oliveira, E.; Ventura, A. y Verani, N. 2009. Environmental influences on the spatial and temporal distribution of the puffer fish *Sphoeroides greeleyi* and *Sphoeroides testudineus* in a Brazilian subtropical estuary. *Neotropical Ichthyology*, 7(2): 275-282.
- Fernández-Yépez, A. 1967. Primera contribución al Conocimiento de los Peces con Descripción de dos Especies y una Subespecie Nueva. *Acta Biologica Venezuelica*, 5: 159-178.
- Fleirl, G. y Wroblewski, J. 1985. The possible Influence of warm core Gulf Stream rings upon shelf water larval fish distribution. *Fishery. Bulletin*. 83: 313-330.
- Franco, B., Muelbert, J. y Mata, M. 2006. Mesoscale physical processes and the distribution and composition of ichthyoplankton on the southern Brazilian shelf break. *Fisheries Oceanography*, 15: 37-43.
- Gao, L.; Cheng, F.; Song, Y.; Jiang, W.; Feng, G.; Luo, Y. y Xie, S. 2018. Patterns of larval fish assemblages along the direction of freshwater input within the southern branch of the Yangtze Estuary, China: implications for conservation. *Journal of Freshwater Ecology*, 33(1): 97-114.
- Gibson, R. 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes, *Netherlands Journal of Sea Research*, 32: 191-206.

- Gilliam, J.; Fraser, D. y Alkins-Koo, M. 1993. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. *Ecology*, 74(6): 1856-1870.
- Gogola, T.; Sanches, P.; Gubiani, E. y Da Silva, P. 2013. Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. *Ecology of freshwater fish*, 22: 95-105.
- González, A.; Roux, J.; Hernández, D. y Sánchez, M. 2010. Variación espacio-temporal del ictioplancton en un tramo del río Paraná. *Interciencia*, 35 (12): 916-920.
- Hair, J.; Anderson, R.; Tatham, L. y Grablowski, B. 1984. *Multivariate data analysis*. McMillan. New York, USA.
- Hsieh, H.; Lo, W.; Wu, L.; Liu, D. y Su, W. 2011. Comparison of distribution patterns of larval fish assemblages in the Taiwan strait between the northeasterly and southeasterly monsoons. *Zoological Studies*, 50(4): 491-505.
- Jackson, D. 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristic and statistical approaches. *Ecology*, 74: 2204-2214.
- Jayachandra, P.; Bijoy, S.; Sreedevi, O. y Sanu, V. 2013. Influences of environmental factors on fish assemblage in the tropical estuary of south west coast of India, a case study of Kodungallur-Azhikode estuary. *International Journal of Marine Science*, 3(2): 4-16.
- Johnson, R. y Wichern, D. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice-Hall Int. 3 th edition. Canada.
- Katsuragawa, M.; Dias, J.; Harari, J.; Namiki, C. y Zani-Teixeira, M. 2014. Patterns in larval fish assemblages under the influence of the Brazil current. *Continental Shelf Research*, 89: 103-117.
- Komoroske, L.; Connon, R.; Lindberg, J.; Cheng., B.; Castillo, G.; Hasenbein, M. y Fangué, N. 2014. Ontogeny influences sensitivity to climate change stressors in an endangered fish. *Conservation Physiology*, 2: 1-13.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Collins Pub., London.
- Kruskal, J. y Wish, M. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications, Beverly Hills, California, USA.
- Laprise, R y Dodson, J. 1990. The mechanism of retention of pelagic tomcod, *Microgadus tomcod*, larvae and juveniles in the well-mixed part of the St. Lawrence Estuary. *Environmental Biology of Fishes*, 29: 293-302.
- Laprise, R y Dodson, J. 1993. Nature of environmental variability experienced by benthic and pelagic animals in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Marine Ecology Progress Series*, 94: 129-139.
- Lara, S.; Suárez C. y Marcucci, E. 1997. *Atlas Morfodinámico costero de Venezuela*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas, Venezuela

- Lasso, C. y Novoa, D. 2010. *Fauna Acuática*. En: *Reserva de Biosfera delta del Orinoco, Venezuela: Síntesis de los Estudios de Línea Base*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (ed.). Proyecto GEF-PNUD-MARN VEN/99/G31. Caracas, Venezuela. Págs. 96-132.
- Lasso, C. y Sánchez-Duarte, P. 2011. *Los peces del delta del Orinoco. diversidad, bioecología, uso y conservación*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C.A. Caracas, Venezuela.
- Lasso, C.; Alonzo, L.; Flores, A. y Love, G. 2004. *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco t golfo de Paria, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Coservacion internacional. Washington, USA.
- Lasso, C.; Lasso-Alcalá, O.; Giraldo, A.; Sánchez, P.; González, K.; Hernández, J. y Rodríguez, J. 2008. Peces de Macareo-Punta Pescador, delta del Orinoco. En: *Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco*. Lasso, C. & Señaris, J. (Eds.). StatoilHydro Venezuela ASFundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. Págs. 73-126.
- Lasso, C.; Sánchez-Duarte, P.; Lasso-Alcala, O.; Marín, R.; Samudio, H.; González-Oropeza, K.; Hernández-Acevedo, J. y Mesa, L. 2009. Lista de los peces del delta del río Orinoco, Venezuela. *Biota Colombiana*, 10(1 y 2): 123-148.
- Lasso, C.; Usma, J.; Trujillo, F. y Rial, A. 2010. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia.
- Leis, J. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Buletin of Marine Science*, 53: 362-392.
- Leis, J. y Trnski, T. 1989. The larvae of Indo-pacific shorefishes. University of Hawaii press. Honolulu.
- Ligon, F.; Dietric, W. y Trush, W. 1995. Downstream Ecological Effects of Dams. A geomorphic perspective. *Bio Science*, 45: 183-192.
- Lloyd, M. y Gheraldi, R. 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *Journal of Animal Ecology*, 33: 217-225.
- López, C. 2015. Estructura comunitaria del ictiopláncton en dos periodos en la zona estuarina del caño Manamo, delta del Orinoco, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- López, J. 2018. Evaluación ecológica de la comunidad íctica continental del caño Manamo en la zona alta del delta del río Orinoco, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

- Low-McConnel, R. (ed). 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Editora da Universidades de São Paulo.
- Lundberg, J.; Baskin, J. y Mago-Leccia, F. 1979. *A preliminary report on the fish cooperative U.S Venezuelan ichthyological expedition to the Orinoco River*. Mimeografiado. Caracas.
- Marceniuk, A, Caires, R.; Rotundo, M.; De Alcântara, R. y Wosiacki, W. 2017. The Ichthyofauna (teleostei) of the rio caeté estuary, northeast Pará, Brazil, with a species identification key from northern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 12(1): 31-79.
- Marín, B.; Balza, M.; Barrios, A.; Ariza, L.; Núñez, J. y Silva, A. 2013. Ocurrencia preferencial de larvas y huevos de peces en las estaciones estuarinas del caño Manamo del delta del Orinoco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52 (1): 93-10.
- Mérigot, B.; Lucena, F.; Pontes, A.; Padovia, B.; Costa, E.; Beserra, C. y Frédou, T. 2017. Fish assemblages in tropical estuaries of northeast Brazil: A multicomponent diversity approach. *Ocean & Coastal Management*, 143: 175-183.
- Martínez, G.; Serpa, J.; Pinto, F.; Parra, E; Fermín, I.; De la Cruz, R.; Rodríguez, G.; Brito, F.; González, M.; Hernández, D.; Márquez, A.; y Benítez, A. 2013. Caracterización geoquímica de los sedimentos superficiales del Caño Mánamo, Delta del río Orinoco, Venezuela. *Boletín Instituto Oceanográfico Venezuela*, 52 (1): 29-41.
- Méndez C.; Moreno, M.; Montoya, J.; Felicien, A.; Nikonova, N. y Buendía, C. 2017. Escenarios de cambio climático y la conservación de los ríos de Venezuela. Capítulo 8 (pp: 173-188). En: Rodríguez-Olarte, D. (Editor). *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*. Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto, Lara. Venezuela.
- Métivier, F.; Devauchelle, O.; Chauvet, H.; Lajeunesse, H.; Meunier, P.; Blanckaert, K.; Ashmore, P.; Zhang, Z.; Fan, Y.; Liu, Y.; Dong, Z. y Ye, B. 2016. Geometry of meandering and braided gravel-bed threads from the Bayanbulak Grassland, Tianshan, P. R. China. *Earth Surface Dynamics*, 4: 273-283.
- Monente, J.; Colonnello, G. y Herrera, O. 2017. Los ríos del Delta del Orinoco: situación y riesgo. En: *Ríos en riesgo de Venezuela*. Rodríguez-Olarte, D. (ed) Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto, Venezuela. Págs. 127-149.
- Montgomery, D. 1997. *Design and analysis of experiments*, 3rd edition. Wiley, New York.
- Montoya, J.; Castillo, M. y Sánchez, L. 2011. La importancia de las inundaciones

- periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: Estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia* 36(12): 900-907.
- Moser, H.; Richards, W.; Fahay, M.; Kendall, A. y Richardson, S. 1984. *Ontogeny and systematic of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publications.
- Murua, H. y Saborido-Rey, F. 2003. Female Reproduction strategies of Marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31.
- Myers, R. y Drinkwater, K. 1989. The influence of Gulf Stream warm core rings on recruitment of fish in the northwest Atlantic. *Journal of Marine Research*, 47: 635-656.
- Nagayama, S.; Nakamura, F.; Kawaguchi, Y. y Nakano, D. 2012. Effects of configuration of instream wood on autumn and winter habitat use by fish in a large remeandering reach. *Hydrobiologia*, 680: 159-170
- Nagayama, S. y Nakamura, F. 2017. The significance of meandering channel to habitat diversity and fish assemblage: a case study in the Shibetsu River, northern Japan. *Limnology*.
- Nakatani, K.; Agostinho, A.; Bauhngarther, G.; Bialecki, A.; Sanches, P.; Makrakis, M. y Pavanelli, C. 2001. *Ovos e larvas de peixes agua doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá, EDUEM.
- Neira, F.; Miskiewicz, A. y Trnski, T. 1998. *Larvae of temperature Australian fishes*. Laboratory guide for larval fish identification. University of Western, Australia.
- Novoa, D. 1982. *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. CVG. Caracas.
- Novoa, D. 2002. *Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure. Presente y futuro*. INAPESCA, Ministerio de Agricultura y Tierras, República Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Novoa, D. y Ramos, F. 1982. *Las pesquerías comerciales del río Orinoco*. Corporación Venezolana de Guayana, División de Desarrollo Agrícola. Programa Sub-región Bolívar. Proyecto Pesquero. Caracas, Venezuela.
- Olii, A.; Sahami, F.; Hamzah, S. y Pasingi, N. 2017. Preliminary findings on distribution pattern of larvae of nike fish (*Awaous* sp.) in the estuary of Bone River, Gorontalo Province, Indonesia. *Bioflux* 10(5): 1110-1118.
- Olivares, E. y Colonnello, G. 2000. Salinity gradient in the Mánamo river, a damned tributary of the Orinoco Delta, and its influence on the presence of *Eichhornia crassipes* and *Paspalum repens*. *Interciencia* 25(5): 242-248.
- Oliveira, E. y Ferreira, E. 2008. Spawning areas, dispersión and microhabitats of fish

- larvae in the Anavilhanas Ecological station, Rio Negro, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(4): 559-566.
- Ordeix, M.; Herk, J. y Wannigen, H. 2009. *Estudio de propuestas de mejora de la conectividad para los peces en la parte baja del río Ebro*. Confederación Hidrográfica del Ebro. Gobierno de España. Madrid, España.
- Ortiz, M.; Machado-Allison, A. y Camillo, V. 2007. Evaluación ecológica rápida de la ictiofauna en cinco localidades del delta del río Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 32: 601-609.
- Paighambari, S.; Pouladi, M.; Parsa, M.; Mehdipour, N.; Haghghatjou, N.; Jabaleh, A. y Hedayati, A. 2017. Seasonal relative abundance of fish larvae in Helleh River estuary (north of the Persian Gulf, Iran). *Biodiversitas*, 18(2): 541-547.
- Parsapour-Moghaddam, P. y Rennie, C. 2018. Influence of Meander Confinement on Hydro-Morphodynamics of a Cohesive Meandering Channel. *Water*, 10(4): 354.
- Pauly, D. 1994. Fish recruitment studies: getting unstuck, *Fisheries science*, 10: 78-86.
- Peres-Neto P. y Magnan P. 2004. The influence of swimming demand on phenotypic plasticity and morphological integration: a comparison of two polymorphic charr species. *Oecologia*, 140(1): 36-45.
- Perillo, G. y Cuadrado, D. 2013. Clasificación, Geomorfología y Sedimentología de Estuarios. En: *Procesos químicos en estuarios*. Marcovecchio, J. y Freije, R. (Eds.). Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina.
- Perillo, G.; Piccolo, M. y Pino-Quivira, M. 1999. *Estuaries of South America: their geomorphology and dynamics*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlín, Germany.
- Pichler, H.; Spach, H.; Gray, C.; Broadhurst, M.; Schwarz, R. y De Oliveira-Neto, J. 2015. Environmental influences on resident and transient fishes across shallow estuarine beaches and tidal flats in a Brazilian World Heritage area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 164, 482–492.
- Poff, N.; Allan, J.; Bain, M.; Karr, J.; Prestegard, K.; Richter, B.; Spark, R. y Stromberg, J. 1997. The natural flow regime. *Bioscience*, 47: 769-784.
- Ponte, V. y Lasso, C. 1994. Ictiofauna del caño Winikina, delta del Orinoco. Aspectos de la ecología de las especies y comunidades asociadas a diferentes hábitats. En: *Resúmenes del Segundo Congreso Venezolano de Ecología*. Guanare, Venezuela.
- Ponte, V.; Machado-Allison, A. y Lasso, C. 1999. Los peces del delta del Orinoco. Una aproximación a su estructura y dinámica. *Acta Biológica Venezuelica*, 19(2): 25-46.
- Possatto, F.; Broadhurst, M.; Gray, C.; Spach, H. y Lamour, M. 2017. Spatiotemporal variation among demersal ichthyofauna in a subtropical estuary bordering World

- Heritage-listed and marine protected areas: implications for resource management. *Marine and Freshwater Research*, 68: 703-717.
- Ramos, S.; Paris, C. y Angélico, M. 2017. Larval fish dispersal along a estuarine-ocean gradient. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72(9): 1462-1473.
- Reynalte-Tataje, D.; Hermes-Silva, S.; Silva, P.; Bialezki, A. y Zaniboni-Filho, E. 2008. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do alto rio Uruguai (Brasil). En: *Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna*. Zaniboni-Filho, E. y Nuñez, A. (Eds.). Editora UFSC. Florianópolis, Brasil.
- Richards, W. 2005. *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. CRC press, Boca Raton, Florida, EEUU.
- Ricklefs, R. 1998. *Invitación a la Ecología. La economía de la naturaleza*. Editorial Médica Panamericana S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Rocha, A. 2009. La morfología fluvial y su incidencia en la estabilidad de las obras viales. VIII Congreso Internacional de Obras de Infraestructura Vial. Lima, Perú.
- Rodríguez, R. y Andressen, R. 2011. Análisis preliminar del actual período de lluvias en Venezuela (Informe 2). Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
- Rondon, Y. y Petrere, M. 2007. Environmental factors predicting fish community structure in two neotropical rivers in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(1): 61-68.
- Rossi, T.; Connell, S. y Nagelkerken, I. 2016. Silent oceans: ocean acidification impoverishes natural soundscapes by altering sound production of the world's noisiest marine invertebrate. *Pangaea*.
- Rousseau Y.; Blanchard, F. y Gardel, A. 2018. Spatio-temporal dynamics of larval fish in a tropical estuarine mangrove: example of the Mahury river estuary (French Guiana). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72(2): 235-246.
- Saperdonti, V.; Silva, E. y Nahum, V. 2008. Ichthyoplankton variations in two mangrove creeks of the Curuçá estuary, Pará, Brazil. *Ecotrópicos* 21(1): 1-12.
- Saville, A. y Schnack, D. 1981. Some thoughts on the current status of fish egg and larval distribution and abundance. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions-Conseil International pour L'Exploration de la Mer*, 178: 153-157.
- Seminara, G. 2006. Meanders. *Journal of Fluid Mechanics*, 54: 271-297.
- Senhorini, J. y Landines, M. 2005. Generalidades sobre manejo y selección de reproductores de peces reofílicos. En: *Reproducción de los peces en el trópico*. Daza, P.; Landines, M. & Sanabria, A. (eds). INCODER, Bogota, Colombia. Págs. 79-90.
- Shannon-Wiener, C. 1948. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press. Urbana. USA.

- Silva, G. 2005. La Cuenca del río Orinoco visión hidrográfica y balance hídrico, *Revista Geográfica de Venezuela*, 4(1): 75-108.
- Silva-Acuña, A. 2010. Caracterización Bioecológica de la Ictiofauna Dulceacuícola, Estuarina y Marina de los Caños Macareo y Río Grande de Río Orinoco, en el Estado Delta Amacuro. Informe anual marzo-diciembre. Instituto Anual de Investigaciones Agrícolas. Delta Amacuro, Venezuela.
- Silva-Acuña, A. y Barrios, A. 2013. Reproductive cycle of the barred sorubim *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), in the upper delta of the Orinoco River, Delta Amacuro State, Venezuela. *Marine and Freshwater Research*, 65: 124-132.
- Smith, P. y Richardson, S. 1979. *Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos*. FAO. Documento técnico de pesca. Roma.
- 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. Australia.
- Sylvester, Z.; Durkin, P. y Covault, J. 2019. High curvatures drive river meandering. *Geology*.
- Ter Braak, C. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- Ter Braak, C. y Verdonshot, F. 1995. Canonical correspondence analysis a related multivariate method in Aquatic Ecology. *Reviews in Aquatic Sciences*, 57: 255-586.
- Thompson, L. y Larsen, R. 2004. Fish habitat in freshwater streams. University of Carolina, *Division of Agriculture and Natural resources*. Disponible en <http://anrcatalog.ucdavis.edu/> (revisada enero 2019).
- Valenti, J.; Grothues, T. y Able, K. 2017. Estuarine Fish Communities along a Spatial Urbanization Gradient. *Journal of Coastal Research*, 78: 254-268.
- Vazzoler, A. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM. Maringá, Brasil.
- Vila, M. 1964. *Aspectos geográficos del Territorio Federal Delta Amacuro*. Corporación Venezolana De Fomento (Monografías Económicas Estadales), Caracas.
- Warne, A.; Meade, R.; White, W.; Guevara, E.; Gibeaut, J.; Smyth, R.; Aslan, A. y Tremblay, T. 2002. Regional controls on geomorphology, hydrology, and ecosystem integrity in the Orinoco Delta, Venezuela. *Geomorphology*, 44: 273-307.
- Whitfield, A. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study, *Reviews in fish biology and fisheries*, 9: 151-186.

- Whitfield, A.; Elliott, M.; Basset, A.; Blaber, S. y West, R. 2012. Paradigms in estuarine ecology: A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. *Estuar. Coast. Shelf S.*, 97: 78-90.
- Winemiller, K. y Jepsen, D. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, 53: 267-296.
- Wolter, C.; Buijse, A. y Parasiewicz, P. 2016. Temporal and spatial patterns of fish response to hydromorphological processes. *River Research and Applications*, 32:190-201.
- Wootton, R. 1998. *Ecology of teleost fishes*. 2nd Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hall. New Jersey, USA.
- Ziober, S.; Bialetzki, A. y Mateus, L. 2012. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 123-132.

HOJAS DE METADATOS

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

Título	ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ICTIOPLANCTÓNICA EN LOS MARGENES DE LOS MEANDROS DEL CAÑO MANAMO, DELTA DEL ORINOCO, VENEZUELA
Subtítulo	

Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Bravo G. Aracelys del V.	CVLAC	20 994 991
	e-mail	<i>aracelys_08_01@hotmail.com</i>
	e-mail	<i>aracelysbravo0801@gmail.com</i>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Hábitat
Ecología larvaria
Peces
Estuario

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

Los márgenes de los meandros proporcionan sitios de preferencia para algunas especies de peces que utilizan sus particulares como la vegetación acuática como microhábitat. En el caño Manamo, delta del Orinoco se estudió la abundancia y distribución espacial y temporal del ictioplancton en los meandros, estableciendo relaciones entre las larvas de peces con algunas variables fisicoquímicas. Se analizaron muestras de ictioplancton colectadas bimestrales desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 a lo largo del caño Manamo en cuatro estaciones, que abarcaron las regiones del delta superior y medio, y se sectorizaron según la geomorfología del meandro en márgenes cóncavos y convexos. Las variables fisicoquímicas se determinaron *in situ*. Las larvas se ubicaron taxonómicamente y se analizó la estructura comunitaria. Con análisis multivariados se estudió la relación entre las variables fisicoquímicas y el ictioplancton, y además se determinó la contribución de las especies que favorecieron la similitud de los grupos de larvas espacial y temporalmente. En el plano espacial los mayores registros de ictioplancton se localizaron en las estaciones del delta medio y en los márgenes convexos. Temporalmente, la mayor ocurrencia de ictioplancton se registró durante los meses de la época de lluvia, evidenciando que está intrínsecamente relacionada con el incremento del desove. Los análisis estadísticos comprobaron diferencias significativas en la abundancia y distribución de las larvas. La comunidad ictioplanctónica estuvo conformada por Clupeiformes (96), Perciformes (3%) y Siluriformes (1%). Las familias ictioplanctónicas distintivas de los meandros fueron Atherinidae, Belonidae, Haemulidae y Loricariidae. La especie más abundante y principal contribuyente de similitud tanto espacial como temporalmente fue Engraulidae sp. 1. Los índices ecológicos S, H' y J' no mostraron diferencias significativas, probablemente debido a ciertas semejanzas del sistema en el estuario superior o delta fluvial. La abundancia y distribución del ictioplancton en los meandros del caño Manamo fue determinada espacialmente por la salinidad y conductividad, mientras que temporalmente por la precipitación. Este estudio demuestra la importancia de los meandros para diversidad de hábitat y grupos de peces a través de la comparación de tipos de microhábitat y sus funciones ecológicas.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Balza B. María A.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.277.452
	e-mail	<i>malebalza@yahoo.com</i>
	e-mail	<i>malebalza@gmail.com</i>
Ramírez Tania	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	7.195.612
	e-mail	<i>tanyram@hotmail.com</i>
	e-mail	
Fariña Ángel	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	2.490.476
	e-mail	<i>afarina46@yahoo.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
2019	06	28

Lenguaje: spa.

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

Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TG-bravoa.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

CU N° 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 INTELLECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído 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.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolanos
JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario



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

JABC/YGC/mariuja

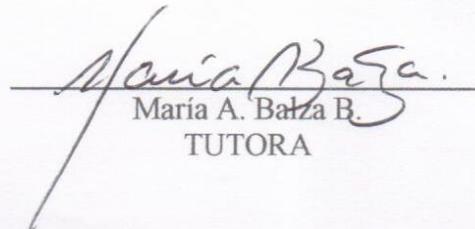
Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

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”.



Aracelys D. Bravo G.
AUTORA



María A. Balza B.
TUTORA