



VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA ICTIOFAUNA EN EL ESTUARIO DE CAÑO MANAMO, DELTA DEL RÍO ORINOCO, VENEZUELA

SPATIO-TEMPORAL VARIATION OF THE ICHTHYOFAUNA IN THE ESTUARY FROM MANAMO CHANNEL, ORINOCO RIVER DELTA, VENEZUELA

Ángel Marval-Rodríguez^{1,2,1✉}, José Alió-Mingo^{2,2}, Yorlen Carvajal^{2,3}, Douglas Altuve^{2,4} y Germán Vizcaíno^{2,5}

¹Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías (ICIMAP), Veracruz, México. C.P. 94290.

^{1,2,1✉}avgelo7@gmail.com, amarval@inia.gob.ve

²Laboratorio de evaluación de recursos pesqueros, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA), Cumaná (6101), Venezuela. ^{2,2}jalio@inia.gob.ve, ^{2,3}jcarvaja@inia.gob.ve, ^{2,4}daltuve@inia.gob.ve,

^{2,5}gvizcaino@inia.gob.ve

ABSTRACT

The delta of Orinoco River constitutes a long estuarine extension of a great importance to fisheries at Venezuela, because, it is an indispensable area for reproduction, feeding and growing of several fish species, most of them with a commercial application. The purpose of this research was to identify and analyze the changes in fish diversity and the structural dynamic of the community at four zones of channel Manamo, during dry and rainy season. Samples were taken on March and May for dry period and July and August for rainy season. A total of 48 species were identified, grouped into 24 families and 42 genera. The diversity was higher in Bajo del Medio during the dry season (2.58 bits/ind), decreasing to 1.66 bits/ind in el Pajar (rains). The PERMANOVAS analyzes showed statistical differences in the composition of species with respect to the climate season (psed-F = 0.0365, $p < 0.05$), but not between the sampling stations (psed-F 0.6668; $p < 0.05$). The results indicated that the fish fauna of the region is composed of elements characteristic of an estuary, being the climate seasons the most important factors for the evaluated group and this reflects the seasonal nature of this community.

Keywords: Ecological index, estuary, ichthyofauna, Orinoco River, seasonality.

RESUMEN

El delta del río Orinoco es una gran extensión estuarina de mucha importancia en Venezuela para la pesca, debido a que constituye un área indispensable para la reproducción, alimentación y crecimiento de diversas especies de peces, la mayoría de interés económico. El objetivo de este estudio fue identificar y analizar los cambios en la diversidad de peces, así como también analizar la dinámica estructural de la comunidad en cuatro zonas del caño Manamo, durante los periodos de sequía y lluvia. Los muestreos se realizaron en el año 2009 durante los meses de marzo y mayo (periodo de sequía) y en julio y agosto (periodo de lluvia). Se identificaron 48 especies, agrupadas en 24 familias y 42 géneros. La diversidad específica fue mayor en Bajo del Medio durante la época seca (2.58 bits/ind), disminuyendo hasta 1.66 bits/ind en el Pajar (Lluvias). Los análisis PERMANOVAS mostraron diferencias estadísticas en la composición de especies con respecto a la época climática (psed-F = 0.0365; $p < 0.05$), no así entre las estaciones de muestreo (psed-F 0.6668; $p > 0.05$). Los resultados indicaron que la ictiofauna de la región está compuesta por elementos característicos de un estuario, siendo las épocas climáticas factores importantes en el ensamblaje de la estructura comunitaria, reflejando la naturaleza estacional de la comunidad.

Palabras clave: Estacionalidad, estuario, índices ecológicos, ictiofauna, río Orinoco.

INTRODUCCIÓN

El delta del río Orinoco en Venezuela representa una región tropical muy productiva y constituye un área imprescindible para la reproducción, alimentación y crecimiento de muchas especies de peces, un gran número de las cuales son de interés comercial, donde las pesquerías han constituido a lo largo de la historia, la principal actividad económica de los pobladores autóctonos (Novoa, 2000; Bone et al., 2004; Lasso et al., 2004; Achury et al., 2006).

El río Orinoco tiene un ritmo regular de ascenso de las aguas que corresponde con un régimen de escorrentía unimodal que por lo general, tiene un máximo en agosto y un mínimo en marzo (Barbarino et al., 1998; Lasso et al. 2004). Este ritmo de ascenso y descenso del agua regula la pesca en toda la cuenca del Orinoco, incluyendo el delta. Investigadores y pescadores locales afirman que la pesca y la aparición de las especies no son constantes durante todo el año y sostienen que factores ligados al clima, condicionan la cantidad y especies capturadas (Novoa, 2000; Silva, 2005).

La composición de una comunidad íctica está determinada por indicadores ecológicos: abundancia, diversidad, dominancia, nicho ecológico, especies de paso y especies permanentes (Reid et al., 2005). Estas características de la comunidad no son estáticas, presentan una dinámica que cambia temporal y espacialmente. El conocimiento de la disponibilidad, diversidad y abundancia espacio-temporal de los recursos es de suma importancia para conocer el estado actual y potencial de las poblaciones en una determinada región, así como para diseñar planes de manejo y aprovechamiento sostenible del recurso (Hilborn y Walters, 2001; Achury et al., 2007).

La necesidad de información sobre el ensamblaje espacio-temporal de la ictiofauna en el delta del río Orinoco es evidente. Aunque en la desembocadura del caño Manamo se ejerce recurrentemente una alta explotación pesquera, minera y petrolera, no existen estudios que estimen el impacto de dichas actividades, los cuales pueden afectar la fragilidad del ecosistema estuarino (León et al., 2004; Sánchez-Duarte y Lasso, 2016). El conocimiento de los cambios que ejercen las estaciones climáticas sobre las poblaciones de peces puede mejorar la accesibilidad de los recursos pesqueros, debido a que se pueden plantear normativas de manejo eficientes basadas en Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) que disminuyan el impacto que la actividad pesquera ocasiona en el hábitat (Pauly et al., 2003; Pikitch et al., 2004; De Young et al., 2008).

Por lo antes descrito, el presente estudio tuvo como objetivo principal describir la variación de la ictiofauna en la desembocadura del caño Manamo, en relación a la variación de algunos parámetros ambientales, durante los ciclos climáticos. Es importante destacar que esta investigación constituye un estudio de línea base que proporcionará conocimientos sobre los cambios en la composición, diversidad y abundancia de peces, la cual servirá para evaluar el progreso y eficacia de la actividad pesquera, minera y petrolera en el caño Manamo, delta del Orinoco, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en desembocadura del caño Manamo, estado Delta Amacuro, Venezuela; entre las coordenadas 09°45'58" y 10°05'41" N, y los 62°10'35" y 62°23'53" W (Fig. 1). Esta provincia fisiográfica localizada al este de Venezuela cubre aproximadamente 40200 km² de superficie. Se caracteriza por ser uno de los mayores humedales de Suramérica y uno de los ecosistemas mejor conservados del mundo, formada por depósitos fluvio-marinos de origen holocénico que son producto de la interacción entre los ríos y las mareas (Ponte et al., 1999; Rodríguez et al., 2007).

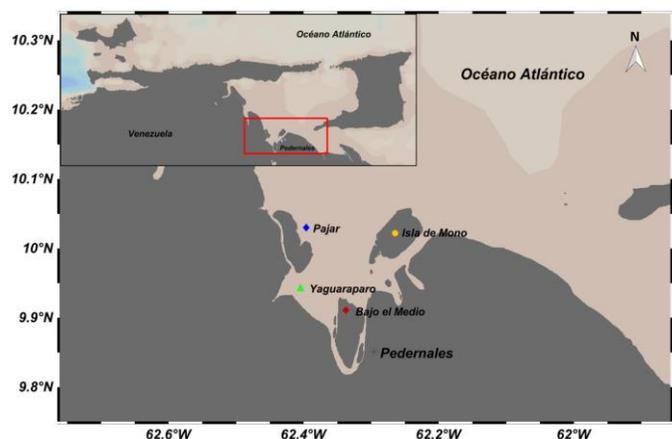


Fig. 1. Área de estudio en la desembocadura del caño Manamo, delta del Río Orinoco, Venezuela. Los símbolos representan las localidades de muestreo (diamante azul = el Pajar, círculo = Isla de mono, triángulo = Yaguaraparo; diamante rojo = Bajo el medio).

Recolección de las muestras

Las muestras fueron recolectadas con una red de arrastre camaronera, operada desde embarcaciones artesanales que operan en las inmediaciones de Pedernales (Yaguaraparo, Bajo el Medio, El Pajar e isla de Mono). Se efectuaron dos arrastres mensuales en cada localidad en la época seca (marzo y mayo) y época de lluvias (julio y agosto) del año 2009. En cada arrastre se colectaron los peces capturados, guardándose en bolsas plásticas etiquetadas, para ser identificados en el laboratorio. Los valores promedios mensuales de la temperatura superficial del agua y pluviosidad en la desembocadura del caño Manamo se tomaron de los reportes del Ministerio de Ambiente para el año 2009.

Identificación de los ejemplares

La identificación de los peces marinos y continentales se realizó con literatura especializada (Cervigón, 1991; 1993; 1994; 1996).

Índices ecológicos y análisis estadísticos

La determinación de los cambios en la comunidad de peces demersales se efectuó en base a los siguientes índices:

1. Abundancia, como el número organismos capturados por especie.
2. La riqueza específica se expresó como número de especies por época climática (Fariña-Pestano y Méndez, 2009).
3. Frecuencia de ocurrencia (FO), se determinó mediante la fórmula de constancia (C) de Bohdenheiner y Balogh (Krebs, 1972), clasificando las especies en: residentes permanentes (FO > 50%), temporales o visitantes cíclicos (FO ≥ 25-50%) y ocasionales (FO < 25%).
4. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Margalef, 1995).

$$H = -\sum_{i=1}^s pi * \text{Log}_2(pi)$$

Donde s = número de especies, pi = proporción de la especie i en la muestra.

5. Índice de equidad de Pielou para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada (Krebs, 1972).

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

Donde $H'_{max} = \ln(S)$ y H' = medida logarítmica de la diversidad.

6. Para evaluar la similitud de la ictiofauna en las zonas estudiadas se construyó un dendograma usando el algoritmo UPGMA y el coeficiente de similitud de Jaccard con el programa PAST 3.0 (Hammer et al., 2003).

Para establecer las posibles diferencias en las épocas climáticas y localidades de muestreos con respecto al número de especies, temperatura superficial del agua y pluviosidad, se realizaron análisis Permutacionales MANOVA (PERMANOVA con 999 permutaciones de residuos, Primer v.6, PRIMER-E Ltd) (Anderson, 2005).

RESULTADOS

Parámetros ambientales

Los parámetros ambientales variaron temporalmente en la desembocadura del caño Manamo. Las temperaturas para los meses del año 2009 presentaron valores que oscilaban entre 26.3 °C y 28.6 °C, observándose las temperaturas más bajas en el mes de marzo (época seca), mientras que en el mes de agosto los valores fueron más altos (época de lluvia). La precipitación promedio mensual, presentó los valores más bajos en la época seca (febrero = 13.6 mm), mostrando un inicio temprano de la temporada de lluvia en el mes de mayo (202.2 mm), los cuales se fueron estabilizándose en los meses siguientes (Fig. 2).

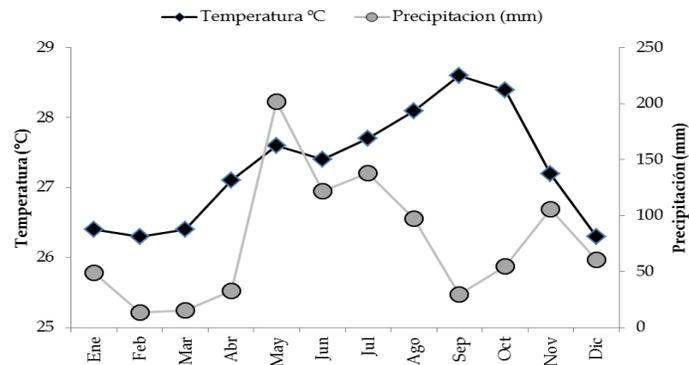


Fig. 2. Variación mensual de la temperatura (°C) y precipitación (mm), en las adyacencias desembocadura del caño Manamo (Pedernales), Venezuela.

Composición específica de la ictiofauna

Durante las campañas efectuadas durante los dos períodos climatológicos (sequía y lluvia), se realizaron un total de 32 colectas. Se capturaron 16041 organismos e identificaron un total de 48 especies ícticas, pertenecientes a 24 familias y agrupadas en 44 géneros. Los meses de lluvia presentaron mayor abundancia de organismos capturados (8730) en comparación con los meses de sequía (7311). En relación con la riqueza específica, para la época seca se contabilizaron 43 especies, con alta incidencia de especies marinas. Hacia los meses de lluvia el valor de la riqueza específica disminuye (39 especies), debido al cambio brusco de la salinidad lo que condiciona la presencia de organismos estuarinos y de agua dulce. Las familias de mayor importancia de acuerdo al número de especies colectadas durante el estudio fueron: Carangidae (8), Sciaenidae (7), Engraulidae y Ariidae con (4) cada una, las demás familias mostraron de una a tres especies (Tabla 1).

De las 48 especies identificadas, 39.58% (19) están catalogadas como permanentes, por su constante presencia durante el estudio. Las especies cíclicas representaron 43.75% (21), lo que describe el impacto que pueden tener las distintas temporadas climáticas en la presencia y distribución de las especies en el sistema estuarino de Pedernales. En cuanto a las especies ocasionales, se reportaron ocho (16.66 %), las cuales estuvieron representadas por especies continentales y marinas, con una baja abundancia en las capturas (menos de 10 organismos capturados durante todo el estudio (Tabla 1).

En cuanto a las diez especies más abundantes durante el estudio, *Cathorops spixii* fue la más representativa, constituyendo el 37.96% y 46.22% de los organismos capturados en la época de sequía y lluvia, respectivamente, con una frecuencia de ocurrencia en todos los lances del 100%. Se puede observar que las frecuencias de ocurrencia de las especies restantes fue alta, pero con una baja abundancia. Lo más resaltante de los resultados es la variación en la composición específica de cada temporada, encontrándose como segunda especie más abundante en la época de sequía, el bagre marino (*Sciades couma*), siendo desplazada por el bagre de aguadulce (*Hypophthalmus edentatus*) como segunda especie con mayor abundancia en las capturas (Tabla 2).

Tabla 1. Listado de especies, abundancia y frecuencia de aparición (FO) de peces capturados en la desembocadura del caño Manamo, Venezuela.

Familia	Especie	Sequia	Lluvia	FO
Sciaenidae	<i>Cynoscion virescens</i>	492	305	P
	<i>Cynoscion leiarchus</i>	--	103	O
	<i>Macrodon ancylodon</i>	277	77	P
	<i>Micropogonias furnieri</i>	125	98	P
	<i>Stellifer microps</i>	103	455	P
	<i>Stellifer rastrifer</i>	641	678	P
	<i>Larimus breviceps</i>	12	7	C
Carangidae	<i>Trachinotus cayennensis</i>	206	94	C
	<i>Trachinotus carolinus</i>	102	31	P
	<i>Selene vomer</i>	99	--	C
	<i>Selene setapinnis</i>	16	14	C
	<i>Caranx hippos</i>	39	6	P
	<i>Oligoplites saliens</i>	60	42	P
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	15	--	O
Ariidae	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	18	44	C
	<i>Cathorops spixii</i>	2480	3163	P
	<i>Bagre bagre</i>	48	--	C
	<i>Sciades couma</i>	1365	376	P
Engraulidae	<i>Amphiarius rugispinnis</i>	--	25	O
	<i>Cetengraulis edentulus</i>	78	105	P
	<i>Anchovia clupeioides</i>	69	307	P
	<i>Anchovia surinamensis</i>	76	84	C
Clupeidae	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	--	147	C
	<i>Pellona flavipinnis</i>	835	44	C
Achiridae	<i>Harengula clupeola</i>	--	78	O
	<i>Achirus achirus</i>	25	33	P
Pimelodidae	<i>Apionichthys dumerili</i>	18	17	O
	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	--	792	C
Tetraodontidae	<i>Pinirampus pirinampu</i>	85	--	C
	<i>Colomesus psittacus</i>	35	312	P
Dasyatidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	31	24	P
	<i>Hypanus guttatus</i>	7	185	P
Scomberidae	<i>Himantura schmardae</i>	5	2	P
Scomberomorus brasiliensis	21	--	O	
Gerreidae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	21	--	O
Haemulidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	36	45	C
Ephippidae	<i>Genyatremus luteus</i>	115	282	P
Centropomidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	6	2	C
Trichiuridae	<i>Centropomus ensiferus</i>	8	15	C
Mugilidae	<i>Trichiurus lepturus</i>	45	13	C
Polynemidae	<i>Mugil curema</i>	7	--	O
Bothidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	9	5	C
Cynoglossidae	<i>Bothus lunatus</i>	3	--	O
Aspredinidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	42	--	C
Auchenipteridae	<i>Aspredo aspredo</i>	27	192	C
Gymnuridae	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	5	476	C
Pristigasteridae	<i>Gymnura micrura</i>	33	27	P
Batrachoididae	<i>Odontognathus mucronatus</i>	65	--	C
	<i>Amphichthys cryptocentrus</i>	19	25	C

P = Permanentes, C = Cíclicos; O = Ocasionales.

Tabla 2. Lista de las 10 especies más abundantes en número (N), porcentaje del número de individuos (%) y frecuencia porcentual de cada especie en los muestreos (F%) durante la época de sequía y lluvia en la región estuarina de Pedernales.

Especies (sequía)	N	%	F%	Especies (lluvia)	N	%	F%
<i>Cathorops spixii</i>	2480	37.96	100	<i>Cathorops spixii</i>	3163	46.22	100
<i>Sciades couma</i>	1365	20.89	100	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	792	11.57	100
<i>Pellona flavipinnis</i>	835	12.78	75	<i>Stellifer rastrifer</i>	678	9.90	100
<i>Stellifer rastrifer</i>	641	9.81	75	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	476	6.95	75
<i>Cynoscion virescens</i>	492	7.53	100	<i>Stellifer microps</i>	455	6.65	100
<i>Macrodon ancylodon</i>	277	4.24	100	<i>Colomesus psittacus</i>	312	4.56	100
<i>Micropogonias furnieri</i>	125	1.91	100	<i>Anchovia clupeioides</i>	307	4.48	100
<i>Genyatremus luteus</i>	115	1.76	100	<i>Genyatremus luteus</i>	282	4.12	100
<i>Stellifer microps</i>	103	1.57	100	<i>Aspredo aspredo</i>	192	2.80	75
<i>Selene vomer</i>	99	1.51	100	<i>Hypanus guttata</i>	185	2.70	25

La diversidad total (Shannon-Wiener) entre las cuatro estaciones de muestreo no mostró una variación importante en el muestreo correspondiente a la época seca, oscilando entre 2.40 y 2.58 bits/ind, siendo el Bajo Medio la zona que presentó la mayor diversidad de especies. En cuanto a la época de lluvias, la diversidad fluctuó entre 1.66 y 2.31 bits/ind, observándose el valor más elevado en el Pajar. Con respecto a la equidad (J'), este mostró un comportamiento inverso a la diversidad, con valores más elevados en Yaguaraparo (0.80) y en el Bajo el medio (0.86) durante época de secas y lluvias respectivamente, debido a una mayor abundancia de *C. spixii* (Fig. 3A). Los valores de equidad durante los meses de lluvia mostraron descensos en las localidades del Pajar e isla de Mono. La disminución de este índice está relacionado por la dominancia en las capturas de *C. spixii*. La abundancia relativa de esta especie fue alta durante la época de lluvia, lo cual refleja el grado de desigualdad en la distribución de la abundancia de las especies capturadas, siendo estas localidades menos equitativas (Fig. 3B).

El área de estudio mostró heterogeneidad con respecto a la composición de especies (Fig. 4). El dendrograma de los promedios no ponderados UPGMA evidenció dos agrupamientos: Grupo 1, formado por las localidades del Pajar e isla de Mono, con un 57.8% de similitud y el segundo grupo, integrado por las localidades Yaguaraparo y Bajo del Medio en un 39.5%. Las localidades que forman el grupo 1 no mostraron cambios significativos con respecto a la presencia de especies durante las épocas climáticas, siendo *C. spixii*, *S. microps* y *S. rastrifer*, especies con alta tolerancia a los cambios de salinidad (estuarinas), las que mostraron mayor abundancia en estas zonas durante el estudio. Por el contrario, el grupo 2 mostró una alta heterogeneidad, con un mayor porcentaje de aparición de especies marinas y estuarinas en la época de sequía, las cuales fueron desplazadas por especies continentales (*P. nodosus* y *H. edentatus*), con el aumento de las descargas del río Orinoco relacionado con el inicio de la época de lluvias.

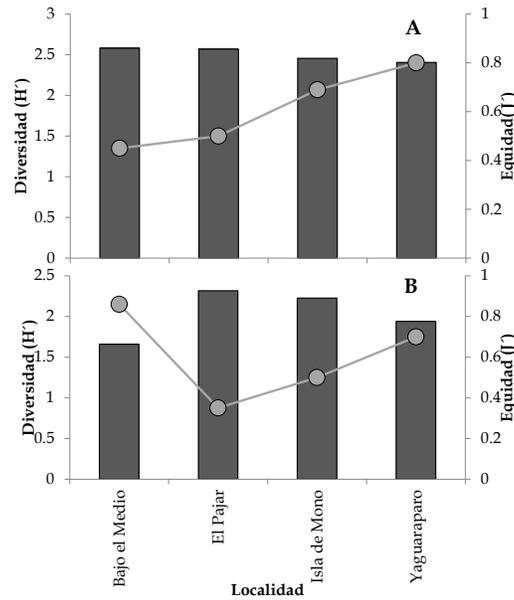


Fig. 3. Variación mensual de la diversidad (barras) y equidad (puntos) en la época de sequía (A) y lluvia (B), en cuatro localidades de la desembocadura del caño Manamo (Pedernales), Venezuela.

El análisis PERMANOVA mostró diferencias significativas entre las dos épocas climáticas (psed-F = 0.0365; $p < 0.05$), pudiéndose comprobar el efecto ambiental en la composición de las especies, debido a la influencia de la temperatura y la precipitación. Por el contrario, el PERMANOVA no detectó diferencias entre las estaciones de muestreo (psed-F 0.6668; $p > 0.05$), posiblemente por la similitud entre las localidades, debido al alto grado de mezcla que existe en los ambientes estuarinos.

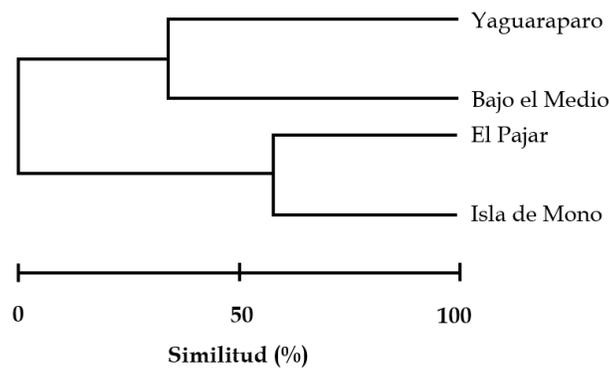


Fig. 4. Dendrograma utilizando el algoritmo UPGMA y el coeficiente de similitud de Jaccard de cuatro localidades de la desembocadura del caño Manamo (Pedernales), Venezuela.

DISCUSIÓN

En el delta del Orinoco hay una marcada estacionalidad del flujo de agua al océano, regido por la alternancia de periodos de lluvia y sequía que condicionan los caudales de ríos y caños (Balza et al., 2013). Las aguas superficiales del delta del Orinoco presentan temperaturas bastantes uniformes, con una temperatura media de 26°C en zonas ubicadas en el delta inferior, reportándose temperaturas sobre los 28°C en época de lluvia, las cuales descienden hasta los 26°C en la temporada seca (Heileman y Ramsaroop, 1990; Monente, 1992). Los valores reportados en este estudio mostraron un comportamiento similar a los reportados por otros estudios (Colonnello, 1996; Lasso et al., 2004; Sánchez-Duarte y Lasso, 2016). En la época de lluvia se registra un aumento de la temperatura del agua del delta del Orinoco y el golfo de Paria debido a la incidencia de la alta radiación solar que reciben las aguas en esta temporada. La temperatura desciende hasta alcanzar su mínimo en los meses de sequía, motivado por el alto grado de mezcla vertical en las aguas someras producto del efecto de los vientos alisios y la combinación con las aguas oceánicas por la disminución de las descargas del río Orinoco (Almenara y Ochoa 2000; Benthos, 2002).

La región deltaica del río Orinoco posee un clima ecuatorial, con una precipitación media anual de 1026 mm (Andressen, 2007). En el delta hay una marcada estacionalidad del flujo de aguas dulces al océano, regido por la alternancia de los periodos de lluvias y sequía que condicionan los caudales de ríos y caños. Las máximas descargas se producen entre los meses de junio y septiembre, mientras que el flujo mínimo se observa entre diciembre y abril, lo cual coincide con los valores de precipitación para la región de Pedernales para el año 2009, siendo los meses más lluviosos mayo, junio y julio, los cuales en ocasiones sobrepasaron los 300 mm. Cabe destacar que durante esta investigación la temporada de lluvia tuvo un inicio temprano, observándose una alta precipitación en el mes de mayo, el cual está catalogado dentro de los meses de sequía. Esta distorsión en las temporadas climáticas en la desembocadura del río Orinoco es común y se ha reportado en otras zonas tropicales y subtropicales (Cortez et al., 2011; Rodríguez et al., 2011).

Hace apenas dos décadas el delta del Orinoco se consideraba un área incógnita debido a la inaccesibilidad del área, el elevado costo de las expediciones y las dificultades implícitas en el trabajo de campo en zonas remotas con ecosistemas acuáticos complejos (Lasso et al., 2002). Esta región está constituida por ambientes complejos, cambiantes en el tiempo y en el espacio, y con la mayor diversidad de especies de peces en todos los estuarios del Neotrópico (Ortiz et al., 2007; Lasso et al., 2008).

El número de especies de peces reportado para esta investigación fue bajo, en comparación con otras investigaciones previas (Lasso et al., 2009; Lasso y Novoa, 2010). Para la región del delta del Orinoco se han identificado 132 especies de peces agrupadas en 40 familias (Ponte et al., 1999), aunque Lasso et al. (2009) han reportados una riqueza específica > 200 especies, incluidas un importante número de especies dulceacuícolas. La diferencia en el número de especies capturadas en los diferentes estudios estuvo relacionada con el tiempo de muestreo, localidades y artes de pesca. Estos aspectos pueden repercutir en la captura de especies según su comportamiento y talla, condicionando la composición y riqueza específica en los muestreos (Santos-Martínez y Acero, 1991; Arrieta y De la Rosa, 2003).

Las especies con comportamiento costero-estuarino presentaron una mayor abundancia a lo largo del estudio. En la época de sequía se reportó el valor de riqueza específica más elevado, debido a la concurrencia de especies oceánicas de las familias Sciaenidae y Clupeidae. La influencia de aguas marinas en el delta ejerce un cambio en las condiciones físico-químicas de la zona, que afecta los procesos de migración, ciclos reproductivos y reclutamiento de juveniles de algunas especies (Ortiz et al. 2007). En diversos estudios se observó que la riqueza y diversidad de especies

son altos en sitios cercanos a la boca de los sistemas estuarinos, los cuales están altamente influenciado por aguas salobres (Sanvicente-Añorve et al., 2000; Castillo-Rivera et al., 2002).

La composición de especies entre las localidades (espacial) no mostró diferencias estadísticas. Por el contrario, el PERMANOVA arrojó una alta variación en la diversidad de especies capturadas durante las dos épocas climáticas. Las condiciones hidrológicas y los cambios en el área de estudio relacionado con las descargas del río Orinoco condicionan la diversidad de especies. Diversos estudios han resaltado los cambios estacionales, reportando una mayor diversidad, riqueza y abundancia íctica de los ambientes estuarino (Gasparini y Floeter, 2001; Chaves y Umbria, 2003). Las diferencias entre las épocas climáticas de los sistemas estuarinos están relacionadas con los factores físicos, heterogeneidad estructural o complejidad de hábitat y disponibilidad alimenticia; características que hacen de estos ambientes, lugares propicios para la migración, reproducción y protección de diversas especies de peces (Lasso et al., 2009). La importancia de estos sistemas radica en la disponibilidad de especies con alto valor comercial y alimenticio durante todo el año, siendo la pesca una actividad que constituye una importante alternativa económica para los pobladores de la región (Rueda, 2001; Vega-Cendejas, 2004).

Temporal y espacialmente la representatividad de las capturas por lance y por número de organismos estuvieron dominadas por *C. spixii*. Esta especie de bagre registra una alta incidencia en estudios realizados en sistemas estuarinos y costeros, constituyendo el 53% de la fauna acompañante del camarón en la región deltaica del Orinoco y el golfo de Paria. Las capturas de *C. spixii* en el delta del Orinoco están representadas principalmente por individuos juveniles, que utilizan el sistema deltaico como área de reclutamiento y protección contra depredadores (Novoa, 2000; Herazo et al., 2006).

En general las cuatros zonas estudiadas presentaron una alta diversidad específica y no mostraron diferencias estructurales en la composición ictiológica de especies. Sin embargo, temporalmente los cambios o variaciones mensuales en los parámetros comunitarios (diversidad, equidad, abundancia y riqueza específica) analizados mostraron dependencia a las fluctuaciones cíclicas de los factores ambientales y de las características del área. Este estudio confirmó que el delta del río Orinoco es un ecosistema con una alta diversidad de especies de peces, debido a la compleja estructura del ambiente, proporcionando resguardo a numerosas especies durante su desarrollo larval y condicionando los movimientos periódicos de juveniles y adultos desde la desembocadura del estuario hacia el mar y viceversa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del proyecto FAO: EP/GLO/201GEF: "Reducción de las repercusiones ambientales de la pesca tropical de camarón al arrastre, mediante la introducción de técnicas para la reducción de la captura incidental y cambio de gestión" y a los pescadores del municipio Pedernales, estado Delta Amacuro coordinados por el Sr. Orlando Navarro, por el apoyo durante los traslados a las zonas de estudio y las operaciones de pesca.

REFERENCIAS

1. Achury A., J. Cárdenas y J. Guillard, 2006. Evaluación por acústica submarina de los recursos ictiológicos en zonas estuarinas del delta del Orinoco. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 165: 103-113.
2. Achury A., H. Hernández, J. Guaiquirián, J. Guillard, M. Colón, G. Hernández, A. Armas y H. Reyes, 2007. Abundancia de peces en el caño Macareo, delta del Orinoco: una aproximación mediante técnicas de hidroacústica en fondos someros. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 168: 45-58.

3. Almenara M. y S. Ochoa, 2000. Delta del Orinoco. Características sedimentológicas y distribución de las facies en el delta inferior y la línea de costa entre los caños Manamo y Macareo (tesis profesional, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Venezuela).
4. Anderson M.J., 2005. PERMANOVA: A fortran computer program for permutational multivariate analysis of variance. University of Auckland. Auckland.
5. Andressen R., 2007. Circulación atmosférica y tipos de climas". En Geo Venezuela 2: medio físico y recursos ambientales. Fundación Empresas Polar, Caracas.
6. Arrieta L. y J. De la Rosa, 2003. Estructura de la comunidad íctica de la Ciénaga de Mallorquín, Caribe Colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 32(1): 231-242.
7. Balza M.A., B. Marín y A. Silva, 2013. Abundancia espacial del ictioplancton en el caño Mánamo durante la época de sequía en el delta del río Orinoco, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, 52(1): 79-92.
8. Barbarino A., D. Taphorn y K. Winemiller, 1998. Ecology of the coporo, *Prochilodus mariae* (Characiformes, Prochilodontidae), and status of annual migrations in western Venezuela. Environmental Biology of Fishes, 53(1): 33-46. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1007447004451>
9. Benthos, 2002. Estudio de la zona de disposición de lodos y rípios de perforación, Boca de Serpiente, primer monitoreo. Informe técnico para Conoco-Phillips, Caracas, Venezuela.
10. Bone D., A. Machado, P. Spinello, M. Ortaz, J. Posada, R. Molinet, E. Yerena, C. Rodríguez, E. Klein y A. Martín, 2004. Conservación y uso sustentable de la diversidad biológica en la reserva de biosfera y los humedales del delta del Orinoco. Evaluación Ecológica Rápida de la Fauna Acuática. INTECMAR. Caracas.
11. Castillo-Rivera M., J. Zavala-Hurtado y R. Zárate, 2002. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 12(2-3): 167-177. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1025051027676>
12. Cervigón F., 1991. Los peces marinos de Venezuela. Volumen I. Fundación Científica Los Roques. Caracas.
13. Cervigón F., 1993. Los peces marinos de Venezuela. Volumen. II. Fundación Científica Los Roques. Caracas.
14. Cervigón F., 1994. Los peces marinos de Venezuela. Volumen III. Fundación Científica Los Roques. Caracas.
15. Cervigón F., 1996. Los peces marinos de Venezuela. Volumen IV. Fundación Científica Los Roques.
16. Chaves P.T.C. y S.C. Umbria, 2003. Changes in the diet composition of transitory fishes in coastal systems, estuary and continental shelf. Brazilian Archives of Biology and Technology, 46(1): 41-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132003000100007>

17. Colonnello G.B., 1996. Aquatic vegetation of the Orinoco River Delta (Venezuela). An overview. *Hydrobiologia*, 340(1-3): 109-113. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00012741>
18. Cortez A., M. Rodríguez, J. Rey, D. Lobo, R. Parra, F. Ovalles y D. Gabriels, 2011. Análisis de la agresividad y concentración de las precipitaciones en Venezuela. II. Región Noroccidental. *Bioagro*, 23(1): 13-18.
19. De Young C., A. Charles y A. Hjort, 2008. Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods. FAO Fisheries Technical Paper FAO No 489. Roma.
20. Fariña-Pestano A. y E. Méndez, 2009. Variación estacional de la estructura comunitaria de peces en dos arrecifes: rocoso-coralino y de octocorales, en el Bajo Las Caracas, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 153-162.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100015>
21. Gasparini J.L. y S.R. Floeter, 2001. The shore fishes of Trindade Island, western South Atlantic. *Journal Natural History*, 35(11): 1639-1656. DOI: <https://doi.org/10.1080/002229301317092379>
22. Hammer O., D.A. Harper y P.D. Ryan, 2003. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Eletronica*, 4(1): 1-9.
23. Heileman, L.I. y D. Ramsaroop, 1990. Seasonal variations in some oceanographic parameters in the Gulf of Paria, Trinidad and Tobago, West Indies. *Caribbean Marine Studies*, 1: 101-113.
24. Herazo D., A. Torres y E. Olsen, 2006. Análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna presente en la pesca del camarón rosado (*Litopenaeus notialis*) en el golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1): 47-61
25. Hilborn R. y C. Walters, 2001. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Kluwer Academic Publishers. Boston.
26. Krebs C., 1972. *Ecology*. Harper and Row. Nueva York.
27. Lasso C.A. y D. Novoa, 2010. Fauna acuática. En: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (Ed), Reserva de Biosfera delta del Orinoco, Venezuela: Síntesis de los Estudios de Línea Base. GEF-PNUD-MARN-VEN, Caracas.
28. Lasso C.A., J. Meri y O.M. Lasso-Alcalá, 2002. Composición aspecto ecológicos y uso del recurso íctico en el bloque Delta Centro, Delta del Orinoco, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle Ciencias Naturales*, 158: 87-116.
29. Lasso C.A., L.E. Alonso, A.L. Flores y G. Love, 2004. Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. *Boletín RAP de Evaluación Biológica* 37. Conservation International. Washington, EEUU.
30. Lasso C.A, O.M Lasso-Alcalá, A. Giraldo, P. Sánchez, K. González, J. Hernández, J. Rodríguez, 2008. Peces de Macareo-Punta Pescador, delta del Orinoco. En: C.A. Lasso y J.C. Señaris (Ed), Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas.

31. Lasso C.A., P. Sánchez-Duarte, O.M. Lasso-Alcalá, R. Martín, H. Samudio, K. González-Oropeza, J. Hernández-Acevedo y L. Mesa, 2009. Lista de los peces del delta del río Orinoco, Venezuela. *Biota Colombiana*, 10 (1-2): 123-148.
32. León O., D. Taphorn, C.A. Lasso y J.C. Señaris, 2004. Evaluación del uso de los recursos acuáticos en los ecosistemas de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari. En: Lasso, C.A., L. Alonso, A. Flores y G. Love (Ed), *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela*. Conservation International, Washington.
33. Margalef R., 1995. *Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
34. Monente J.A., 1992. El Mar de Venezuela I. Costa Atlántica. Variables Físicas. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*. 52(138): 181-211.
35. Novoa D.R., 2000. *La pesca en el golfo de Paria y delta del Orinoco costero*. Editorial Arte. Venezuela.
36. Ortaz M., A. Machado-Allison y V. Carrillo, 2007. Evaluación ecológica rápida de la ictiofauna en cinco localidades del delta del río Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 32(9): 601-609.
37. Pauly D., J. Alder, E. Bennett, V. Christensen, P. Tyedmers y R. Watson, 2003. The future for fisheries. *Science*, 302(5649): 1359-1361. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1088667>
38. Pikitch E.K., C. Santora, E.A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E.D. Houde, J. Link, P.A. Livingston, M. Mangel, M.K. McAllister, J. Pope y K.J. Sainsbury, 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. *Science*, 305(5682): 346-347. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1098222>
39. Ponte V., A. Machado-Allison y C.A. Lasso, 1999. La ictiofauna del Delta del río Orinoco, Venezuela: una aproximación a su diversidad. *Acta Biológica Venezuelica*, 19(3): 25-46.
40. Reid W.V., H.A. Mooney, A. Cropper, D. Capistrano, S.R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, T. Dietz, A. Kumar Duraiappah, R. Hassan, R. Kaspersen, R. Leemans, R.M May, A.J. McMichael, P. Pingali, C. Samper, R. Scholes, R.T Watson, A.H. Zakri, Z. Shidong, N.J. Ash, E. Bennett, P. Kumar, M.J. Lee, C. Raudsepp-Hearne, H. Simons, J. Thonell y M.B. Zurek, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington, D.C.
41. Rodríguez M., A. Cortez, J. Rey, D. Lobo, R. Parra, W. González, F. Ovalles y D. Gabriels, 2011. Análisis de la agresividad y concentración de las precipitaciones en Venezuela. III. Región sur-este (Guayana y Delta). *Bioagro*, 23(2): 99-104.
42. Rodríguez M.A., K.O. Winemiller, W.M. Lewis y D.C. Taphorn, 2007. The fresh water habitats, fishes and fisheries of the Orinoco River basin. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 10(2): 140-152. DOI: <https://doi.org/10.1080/14634980701350686>
43. Rueda M., 2001. Spatial distribution of fish species in a tropical estuarine lagoon: a geostatistical appraisal. *Marine Ecology Progress Series*, 222(5): 217-226. DOI: 10.3354/meps222217
44. Sánchez-Duarte P. y C.A. Lasso, 2016. Benthic fish community structure in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria (Venezuela), fifty years after the construction of a dike across Manamo Channel. *Biota Colombiana*, 17(1): 64-89.

45. Santos-Martínez A. y A. Acero, 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): composition and zoogeography. *Ichthyology Exploration Freshwater*, 2(3): 247-263.
46. Sanvicente-añorve L., C. Flores-Coto y X. Chiappa-Carrara, 2000. Temporal and spatial scales of the ichthyoplankton distribution in the Southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(4): 463-475. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0692>
47. Silva G., 2005. La cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1): 75-108.
48. Vega-Cendejas A., 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75: 193-206.

BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, se encuentra actualmente indexada en



alojada en los repositorios



y en bases electrónicas de bibliotecas

