



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

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUEVOS Y LARVAS DE LA SARDINA *Sardinella aurita* VALENCIENNES, 1847 (PISCES: CLUPEIDAE) EN EL TRANSECTO ISLA DE MARGARITA – ISLA LA TORTUGA, VENEZUELA, DURANTE LOS MESES DE MARZO Y DICIEMBRE DE 2008.
(Modalidad: Tesis de Grado)

NORMA VERÓNICA ALCALÁ RODRÍGUEZ

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

CUMANÁ, 2012

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUEVOS Y LARVAS DE LA SARDINA *Sardinella aurita* VALENCIENNES, 1847 (PISCES: CLUPEIDAE) EN EL TRANSECTO ISLA DE MARGARITA – ISLA LA TORTUGA, VENEZUELA, DURANTE LOS MESES DE MARZO Y DICIEMBRE DE 2008.

APROBADO POR:

MSc. María A. Balza B.
Asesora Académica

Profesor Baumar Marín
Jurado Principal

Profesor Luís Troccoli
Jurado Principal

DEDICATORIA

A mi abuela Carmen (Q.E.P.D), sin su ayuda hubiera sido mucho más difícil para mis padres darme todo lo que tengo para llegar hasta aquí. A mis padres, tantos esfuerzos y sacrificios de su parte valieron la pena. A mi hermana, uno de los más hermosos regalos de Dios. A mis ahijados, Alexis L. y Leonela V. en quienes veo el futuro queriendo ser su ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi fortaleza, por poner ante mi todas las oportunidades posibles para alcanzar esta meta, por escuchar mis oraciones, por acompañarme en cada paso.

A mi asesora María A. Balza, por su apoyo, motivación y tiempo, por su paciencia y por el deseo de que este trabajo se hiciera lo mejor posible.

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV).

Al profesor Baumar Marín, por sus consejos profesionales y de vida, por su dedicación para con sus alumnos a quienes nos inyecta la pasión y el amor por esta carrera. Al profesor Luís Troccoli, por su disposición para trabajar y su atención para conmigo. A Deudedith Hernández por su valiosa colaboración en el análisis de nutrientes.

A mis padres Luís y Norma, por su paciente espera, por inculcar en mí la disciplina y la constancia, por su amor incondicional y su valor para enfrentar las dificultades sin abandonar los objetivos propuestos.

A mi hermana Veruska, por su alegría y por celebrar conmigo mis pequeños pero importantes logros.

A mi gran compañera Mariela Narváez, sin su compañía y palabras de aliento todo sería más complicado y aburrido, a Fanny Medina por su amistad tan desinteresada y honesta, a Rosmarí Marcano y Beatriz Bérnago, Alan Martínez y Luís A Ariza, por regalarme tantos buenos momentos. A Yosmar Rodríguez por ser incondicional y excelente compañera y amiga, a todos por su solidaridad.

A Jennifer Alcoba, Evelyn de la Rosa, Patricia Ramírez, María Mengual, Cruz Rengel, Nelson Nolazco, por brindarme su amistad tan valiosa para mí. A Miguelangel Marcano e Irina Matthey por brindarme asistencia académica sin nada a cambio más que cariño.

A Diana Duarte y Patricia Velásquez, por mostrarme que la excelencia tiene un lado amable y divertido, que se puede ser brillante y compartir con otros ese brillo.

A Domingo Fermín, su compañía ha sido motivo de alegrías y superación para mí.

A todos los que me brindaron apoyo, cariño y confianza durante mi carrera.

ÍNDICE

	Pág
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE.....	V
LISTA DE TABLAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	6
Área De Estudio	6
Trabajo de Campo	7
Trabajo de Laboratorio	8
Análisis Estadísticos	9
RESULTADOS.....	10
Factores Abióticos	11
Temperatura.....	11
Salinidad.....	12
Concentración de Oxígeno Disuelto.....	13
Concentración de Amonio (NH ₄ ⁺).....	14
Concentración de Nitrito (NO ₂ ⁻).....	15
Concentración de Nitrato (NO ₃).....	16
Concentración de Fosfato (PO ₄).....	17
Factores Bióticos	18
Clorofila.....	18
Huevos de <i>Sardinella aurita</i>	18
Estadios Embrionarios de <i>Sardinella aurita</i>	19
Larvas de <i>Sardinella aurita</i>	24
Distribución de Frecuencia de Tallas de <i>Sardinella aurita</i>	25
Análisis De Componentes Principales (ACP)	27
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
HOJA DE METADATOS	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos básicos de los parámetros fisicoquímicos medidos, durante el mes de marzo de 2008 en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga.	10
Tabla 2. Estadísticos básicos de los parámetros fisicoquímicos medidos, durante el mes de diciembre de 2008 en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga.	10
Tabla 3. Densidad promedio de estadíos embrionarios de <i>Sardinella aurita</i> en los meses de muestreo en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela.	23
Tabla 4. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del ACP de densidad de huevos y larvas de <i>Sardinella aurita</i> y variables fisico-químicas medidas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en el mes de marzo de 2008.	28
Tabla 5. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) de densidad de huevos y larvas de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en el mes de diciembre de 2008.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Cuenca de Cariaco donde se muestra el área de estudio, estaciones de muestreo (●) y zonas (⌚).....	6
Figura 2. Variación de la temperatura del agua en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; y zonas: b) marzo; c) diciembre.	11
Figura 3. Variación de la salinidad en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.....	12
Figura 4. Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.	13
Figura 5. Concentración de oxígeno disuelto (ml/l) en las zonas del transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga en marzo.	13
Figura 6. Variación de la concentración de amonio en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas b) marzo; c) diciembre....	14
Figura 7. Variación de la concentración de nitrito en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre...	15
Figura 8. Variación de la concentración de nitrato en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre...	16
Figura 9. Variación de la concentración de fosfato en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en función de: a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.....	17
Figura 10. Concentración de clorofila <i>a</i> (mg/m ³) en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en cada uno de los meses de muestreo.	18
Figura 11. Variación de la densidad de huevos de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en función de, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo y c) diciembre.	19
Figura 12. Variación de la densidad de los estadíos embrionarios de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en ambos muestreos, a) estadío I; b) estadío II; c) estadío III; d) estadío IV, e) estadío V.....	20
Figura 13. Variación de la densidad de los estadíos embrionarios de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en marzo en función a las zonas, a) estadío I; b) estadío II; c) estadío III; d) estadío IV, e) estadío V ...	21
Figura 14. Variación de la densidad de los estadíos embrionarios de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en diciembre en función a las zonas, a) estadío I; b) estadío II; c) estadío III; d) estadío IV, e) estadío V.	22
Figura 15. Densidades totales (org/1000 m ³) de los estadíos embrionarios (EE) de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en los meses de muestreo.....	23
Figura 16. Densidad (org/1000 m ³) de estadíos embrionarios (EE) de <i>Sardinella aurita</i> en las zonas diferenciadas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) marzo y b) diciembre.	24
Figura 17. Variación de la densidad de larvas de <i>Sardinella aurita</i> en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en función de, a) cada uno de los meses de	

	muestreo; b) las zonas en el mes marzo de; c) las zonas en el mes de diciembre.	25
Figura 18.	Distribución de los rangos de tallas de larvas de <i>Sardinella aurita</i> (LS mm) de la zona 1 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.	26
Figura 19.	Distribución de los rangos de tallas de larvas de <i>Sardinella aurita</i> (LS mm) de la zona 2 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.	26
Figura 20.	Distribución de los rangos de tallas de larvas de <i>Sardinella aurita</i> (LS mm) de la zona 1 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en diciembre de 2008.	27
Figura 21.	Distribución de los rangos de tallas de larvas de <i>Sardinella aurita</i> (LS mm) de la zona 3 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en diciembre de 2008.	27
Figura 22.	Proyección ortogonal de algunas variables fisicoquímicas y la densidad de huevos y larvas de <i>Sardinella aurita</i> en marzo en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga. Temp: temperatura del agua; NH ₄ : concentración de amonio; NO ₃ : concentración de nitrato; NO ₂ : concentración de nitrito; PO ₄ : concentración de fosfato; DenH: densidad de huevos; DenL: densidad de larvas.	28
Figura 23.	Proyección ortogonal de algunas variables fisicoquímicas la densidad de huevos y larvas de <i>Sardinella aurita</i> en diciembre en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga. Temp: temperatura del agua; NH ₄ : concentración de amonio; NO ₃ : concentración de nitrato; NO ₂ : concentración de nitrito; PO ₄ : concentración de fosfato; DenH: densidad de huevos; DenL: densidad de larvas.	29

RESUMEN

La sardina es reconocida como una especie de importancia económica en Venezuela, especialmente en la región nororiental, de allí la importancia del monitoreo constante del recurso. Por ello, se establecieron las zonas de mayor abundancia de huevos y larvas de *Sardinella aurita*, la frecuencia de los estadios embrionarios y las clases de tallas de las larvas en 7 estaciones ubicadas costa afuera en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga, Venezuela. Se realizaron muestreos en los meses de marzo y diciembre de 2008, en la periferia de la Cuenca de Cariaco, a bordo de un crucero oceanográfico en el *B/O GUAQUERI II*. Las muestras de ictioplancton se colectaron con una red de bongo con una abertura de malla de 555 μm y diámetro de boca de 50 cm, usando un flujómetro calibrado. Las muestras se preservaron en formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio y llevadas al Laboratorio de Zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV). Los huevos y las larvas se identificaron utilizando claves taxonómicas. Seguidamente los huevos fueron clasificados en 6 estadios (I; II; III; IV; V; VI), y las larvas fueron medidas utilizando el programa computarizado Sigma Scan Pro. Las zonas con mayor densidad de huevos resultaron en el Canal de La Tortuga (zona 2) y en las cercanías del estado Nueva Esparta (zona 1), esto para marzo (206,78 org/1000 m^3) y diciembre (491,52 org/1000 m^3) respectivamente, aunque las diferencias no fueron significativas. Los estadios embrionarios tampoco presentaron diferencias significativas entre los meses, ni entre las zonas. No obstante se pudo observar que el estadio IV presentó la mayor densidad en ambos meses con 200 org/1000 m^3 y 193,22 org/1000 m^3 en marzo y diciembre respectivamente. Respecto a la densidad de larvas se obtuvieron valores de 206,78 y 491,52 org/1000 m^3 en marzo y diciembre, respectivamente. Además, al igual que para los huevos, las zonas con las mayores densidades fueron las zonas 2 y 1 en marzo y diciembre, respectivamente. Las larvas capturadas en ambos muestreos presentaron longitudes estándar entre 0,76 y 11,79 mm; las larvas capturadas en diciembre presentaron medias mayores con 4,79 y 7,28 mm en las zonas 1 y 3 del transecto en estudio. En el ACP correspondiente al mes de marzo, la densidad de huevos se relacionó positivamente con la salinidad e inversamente con las concentraciones de PO_4 y NO_3 y la densidad de larvas se relacionó negativamente con la temperatura del agua; en diciembre, en el ACP se mostró una relación positiva de las densidades de huevos y de larvas de sardina con la concentración de NO_2 y una relación inversa de éstos con la salinidad. Las zonas más cercanas a la Isla de Margarita resultaron ser las de mayor abundancia, debido a que es un área de desove y cría de la sardina en el nororiente de Venezuela. La temperatura y la salinidad afectaron la distribución de huevos y larvas de *S. aurita*. Los diferentes organismos que se desarrollan en el ambiente marino están sometidos a los constantes cambios que suceden en su entorno, en tiempos de cambios climáticos es más evidente el dinamismo que presentan las comunidades marinas, que se manifiesta según se modifican las condiciones de su ecosistema.

INTRODUCCIÓN

La pesca y la acuicultura desempeñan un papel fundamental en los medios de subsistencia de millones de personas en todo el mundo. Se estima que 43,5 millones de personas trabajaron en 2006, a tiempo completo o parcial, en la producción primaria de pescado, ya fuera de captura o de acuicultura, y otros 4 millones se dedicaron a dicha actividad de manera ocasional (FAO, 2009).

En Venezuela, la pesca de la sardina (*Sardinella aurita*) genera un importante número de empleos en las diferentes fases de captura, procesamiento y comercialización (González y Eslava, 2000) siendo una especie importante en la pesquería artesanal, sobre todo en la zona nororiental (Ramírez y Marín, 2006), constituyendo la principal fuente de materia prima para la elaboración de conservas y producción de harina de pescado. Asimismo, se consume fresca y es utilizada como carnada para la pesca artesanal de otras especies de mayor valor comercial (*Lutjanus* spp.; *Epinephelus* spp.; *Scomberomorus* spp.; *Thunnus* spp.). En la última década, como consecuencia de diversas condiciones biológicas, ambientales y el factor pesca, la especie presenta fluctuaciones en su abundancia que afectan el reclutamiento (González y Eslava, 2000; Guzmán y Gómez, 2000). Según estadísticas oficiales del Instituto Nacional Socialista para la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), las capturas han descendido de 204 000 t en el año 2004 a 35 000 t en 2007, lo que representa una disminución de más del 80 % (González y Eslava, 2000).

La especie *S. aurita* es planctófaga y se concentra en áreas de alta productividad primaria (Guzmán y Gómez, 2000). En estudios relacionados con la alimentación de *S. aurita* se ha determinado que tiene preferencia por las áreas más alejadas de la costa, sobretodo en el período de intensa surgencia costera (Cellamare y Gómez-Gaspar, 2007). En ecosistemas con eventos de surgencia en todo el mundo se desarrollan importantes poblaciones de pequeños pelágicos filtradores, como sardinas y anchoas, que se sustentan de las poblaciones planctónicas presentes. Estas poblaciones de

pequeños pelágicos están sujetas a significativas fluctuaciones naturales de abundancia relacionadas con la variabilidad del medio ambiente. En consecuencia, tales fluctuaciones pueden resultar magnificadas por los efectos de la mortalidad adicional producida por las pesquerías, tal es el caso de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) en las costas orientales del Pacífico, los años de mayor producción de esta especie están asociados generalmente a condiciones ambientales favorables para la especie, la cual representa la mayor pesquería del mundo. En Venezuela ocurre una situación análoga con *S. aurita* en los ecosistemas de surgencia de la región nororiental del país (Región, 2009).

El mar Caribe generalmente tiene aguas pobres; sin embargo existen regiones donde se realizan extracciones pesqueras de relativa cuantía, así como el caso del nororiente de Venezuela, región constituida por las áreas costeras de los estados Sucre, Nueva Esparta y Anzoátegui, las cuales ostentan la fertilidad de las aguas por causa de factores diversos entre ellos, el fenómeno conocido como surgencia (Castellanos *et al.*, 2002; Astor *et al.*, 2003; Gómez, 2007).

La surgencia es un evento importante en el oriente de Venezuela; la misma tiene su inicio entre los meses de noviembre a diciembre y disminuye tiempo después del primer cuarto del año siguiente, con fluctuaciones entre años, se han evidenciado también episodios de surgencia secundarias prolongada entre los meses de julio y agosto (Astor *et al.*, 2003; Rueda, 2000). Este fenómeno se caracteriza por la disminución de la temperatura del agua, el ascenso de las aguas subsuperficiales, lo que contribuye al aumento de la productividad primaria y secundaria, enriqueciendo las capas superficiales de la columna de agua (Fukuoka, 1965; Okuda *et al.*, 1974). Por lo general, el mecanismo que activa la surgencia costera en Venezuela es el viento. Los vientos alisios soplan en una dirección casi paralela a la costa (Este-Noreste), lo que genera una situación idónea para que el efecto de transporte Ekman produzca surgencia costera; por lo cual, varios autores a través del tiempo han sugerido que la surgencia en esta región es una respuesta directa a cambios estacionales en la intensidad del viento (Richards y

Vaccaro, 1956; Richards, 1975; Herrera y Febres, 1975; Muller-Karger y Aparicio, 1994). Aunque la surgencia costera y el viento están estrechamente relacionados, el movimiento vertical de las masas de agua también se muestra asociado con otros factores externos que la modifican (Castellanos *et al.*, 2002). La intensidad de la surgencia es alterada eventualmente por eventos de escala global como lo es el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), el cual está relacionado con la reducción de la velocidad de los vientos alisios en el Atlántico. En 1998, ocurrió el fenómeno de El Niño, el cual alteró el patrón de vientos, la surgencia y los niveles de producción primaria en el área (Muller-Karger *et al.*, 2001; Astor *et al.*, 2003).

En el oriente de Venezuela el área de la surgencia se ha delimitado gracias a los estudios sobre el fenómeno físico y por investigaciones sobre comunidades marinas. Es así como el área de surgencia tiene dirección este-oeste, abarca desde el extremo oriental de la Península de Paria hasta la Isla La Tortuga (61° 50' a 65° 25' W) incluyendo la cubeta oeste de la Cuenca de Cariaco, donde la surgencia tiene menor intensidad (Okuda *et al.*, 1974), en dirección, norte-sur cubre desde la línea de costa hasta el borde de la plataforma (11° 30' N) la cual tiene una amplitud de 90 km (Rueda, 2000; Gómez, 2001). El Banco de La Tortuga (Isla La Tortuga) y la plataforma de Margarita confinan la Cuenca de Cariaco dentro de la plataforma continental, una vez fuera de ésta, comienza un descenso gradual de la pendiente, entrando en el Mar Caribe. Además, los Bancos de La Tortuga y Margarita influyen en la circulación de las aguas superiores, pero esta circulación se limita a los primeros 200 m de profundidad (Varela *et al.*, 2007).

En consecuencia la surgencia estacional, producto de la acción del viento, hace que las aguas superficiales sean ricas en nutrientes y por lo tanto favorece un intenso crecimiento de fitoplancton cerca de la superficie, por lo que la información acerca del fenómeno de surgencia asociado a productividad primaria permite pronosticar cambios en recursos pesqueros como la sardina (CARIACO, 2007). Obviamente, en los ecosistemas acuáticos, particularmente en el marino, los procesos físicos crean condiciones necesarias para importantes fenómenos biológicos (Yentsch, 1980).

Las distintas fluctuaciones de la especie relacionadas con factores ambientales y la pesca inciden en el tamaño y la dinámica de la población (Guzmán y Gómez, 2000). En otras especies de sardina se ha visto una relación entre distintos niveles de productividad y las tasas de crecimiento de las larvas, en los que los menores niveles de productividad resultaron en las más bajas tasas de crecimiento (Gaughan *et al.*, 2001). Además, esta especie es capaz de adecuar su desove con eventos ambientales generadores de productividad biológica como la surgencia y/o el aporte terrígeno del período de lluvias, para garantizar la alimentación de sus descendientes (Fréon *et al.*, 1997). Del mismo modo, por influencia de la temperatura de incubación, el desarrollo embrionario puede variar, pudiendo ser más rápido o más lento con temperaturas más altas o más bajas en el cuerpo de agua, tal como lo demostraron Gutiérrez *et al.* (2002). Las bajas temperaturas tienen un impacto negativo en las tasas de crecimiento (Yasue y Takasuka, 2009), que durante las etapas de vida temprana han sido reconocidas como variable clave en las dinámicas de poblaciones de peces (Campana, 1996; Meekan y Fortier, 1996; Allain *et al.*, 2003).

Los huevos de *S. aurita* son esféricos y están recubiertos con una membrana transparente y delgada, sin esculturación. Su diámetro promedio es de 1,11 mm, con un espacio perivitelino cuya anchura media alcanza 0,292 mm. La masa vitelina es esférica y sus gránulos son de aspecto irregular, mientras que su glóbulo de grasa promedia los 0,145 mm de diámetro. A menudo presenta glóbulos más pequeños adyacentes, que se sitúan cerca del polo vegetativo (Simpson y González, 1967).

Las larvas de *S. aurita* tienen forma alargada, cuerpo cilíndrico redondeado y cola alargada y manchas en forma de guión como carácter distintivo en el lóbulo inferior de la aleta caudal con talla promedio de eclosión de 3,77 mm de longitud estándar (Balza *et al.*, 2001). En Venezuela se han realizado estudios en torno a la descripción de los huevos y las larvas de sardina (Simpson y González, 1967; Balza *et al.*, 2001; Gutiérrez *et al.*, 2002; Balza y Marín, 2006). Asimismo, también se han realizado estudios de ictioplancton en Chile (Hernández y Castro, 2000; Bustos *et al.*, 2008), Australia

(Gaughan *et al.*, 2001), Brasil (Rossi-Wongtschowski *et al.*, 2003), África (Hofstede *et al.*, 2007) y Japón (Yasue y Takasuka, 2009), sobre varias especies de clupeidos en los distintos países por representar un importante papel en la economía de cada una de sus regiones. El crecimiento larval y mecanismos reguladores del crecimiento pueden diferir en escala de tiempo y espacio diferentes (García *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2006; Takasuka y Aoki, 2006; Ramírez y Marín 2006).

En virtud de la importancia ecológica y socioeconómica de la sardina, se considera pertinente realizar monitoreos constantes del recurso. Lo anterior es debido a las fluctuaciones que presenta la especie en relación a factores ambientales y la actividad pesquera, que repercuten en el tamaño de la población. De allí que el grado de conocimiento sobre aspectos dinámicos de la especie pone en evidencia la necesidad de complementar las observaciones biológicas con aquellos aspectos que optimicen su explotación. El proceso de conservación de las áreas de cría y periodicidad equilibrada de la explotación de su biomasa sólo se alcanzaría con un manejo eficiente de su ciclo de vida. Los corredores de migración, con respecto a la dinámica biológica de las masas de agua, el reconocimiento de las áreas de desove, levantamiento de juveniles y reclutamiento de la población, son a mediano plazo, metas a vislumbrar, las cuales llevadas a la par con el monitoreo anual de la biomasa del stock podrá rendir los parámetros necesarios para el aprovechamiento sustentable del recurso sardinero. Estos aspectos evidencian el trabajo multidisciplinario necesario para encajar los aspectos biológicos dentro del contexto de una verdadera red de información para el mantenimiento de nuestro stock sardinero (Marín, 2000).

Por lo anteriormente dicho, con este trabajo derivado del proyecto “Periferia de la Cuenca de Cariaco”, se pretende relacionar zonas de abundancia de huevos y larvas de *S. aurita* con algunos parámetros fisicoquímicos de estaciones escogidas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga.

METODOLOGÍA

Área De Estudio

El área seleccionada para esta investigación fue el transecto entre la Isla de Margarita ($10^{\circ} 58' N$ y $64^{\circ} 24' W$) y la Isla La Tortuga ($10^{\circ} 54' N$ y $65^{\circ} 11' W$). Entre las islas de La Tortuga y Margarita se forma un canal profundo situado al norte de la Cuenca de Cariaco que alcanza 135 m, también conocida como Fosa, por su carácter especial de anoxia perenne en mar abierto (Angel, 1982).

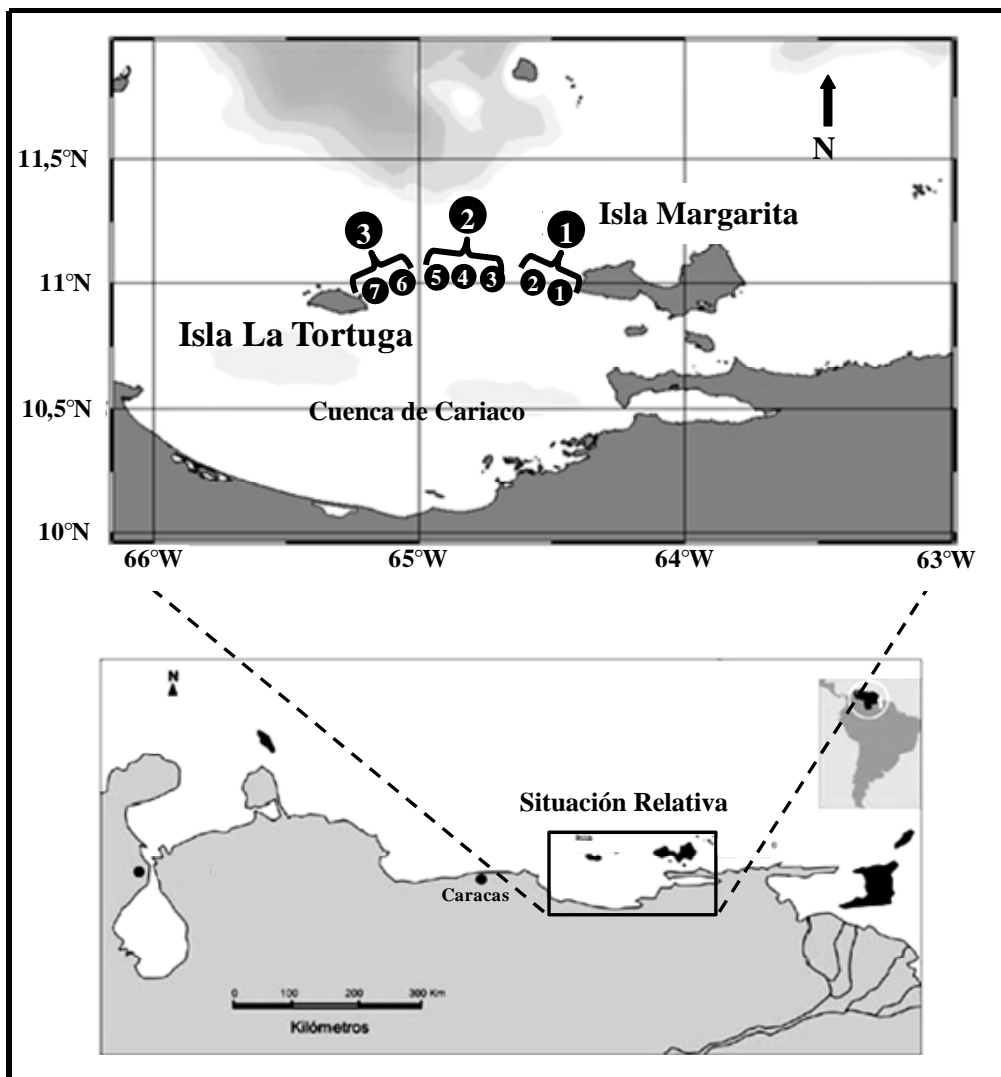


Figura 1. Mapa de la Cuenca de Cariaco donde se muestra el área de estudio, estaciones de muestreo (●) y zonas (⌋).

Trabajo de Campo

Los respectivos muestreos del presente trabajo se realizaron durante la última semana del mes de marzo y comienzos de la segunda semana del mes de diciembre de 2008, cada uno en cruceros oceanográficos a bordo del *B/O GUAQUERÍ II*, perteneciente al Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) adscrito a la Universidad de Oriente (UDO). La colecta de las muestras de ictioplancton se realizó en 7 estaciones ubicadas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela.

La duración de cada uno de los muestreos fue de 4 días. Asimismo, fueron colectados algunos datos hidrodinámicos en las estaciones. La transparencia del agua se estableció con un disco de Secchi. La data hidrográfica fue colectada con el empleo de una roseta Sea-Bird acoplada a un CTD (Conductivity-Temperature-Depth) SBE 25, equipada con 12 botellas Niskin (8 l); con estas botellas se tomaron muestras de agua para determinar oxígeno, pH, nutrientes y clorofila. El oxígeno disuelto (O_2 ml/l) y el pH fueron medidos *in situ*, por el método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966) y con un medidor de pH digital (Thermo Orion-261S), respectivamente. Los análisis de estas muestras fueron distribuidos en los laboratorios especializados del IOV que conforman parte del equipo de investigadores del proyecto.

Por su parte, las estaciones fueron seleccionadas de acuerdo a su ubicación en el canal que se encuentra entre Isla de Margarita e Isla La Tortuga, dichas estaciones fueron numeradas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de este a oeste, cubriendo un gradiente costa-mar abierto. Además, considerando sus respectivas ubicaciones, las estaciones fueron divididas en tres zonas: zona 1 correspondientes a las estaciones 1, y 2 las más cercanas a la isla de Margarita; la zona 2 que involucra a las estaciones 3, 4 y 5 ubicadas en el canal entre la isla de Margarita y la isla La Tortuga y la zona 3 que incluye a las estaciones 6 y 7 más cercanas a la isla La Tortuga (Figura 1).

La captura de los huevos y las larvas se realizó con el empleo de una red de bongo para ictioplancton de abertura de malla de 555 μ m (Holden y Raitt, 1975; Matsuura y Olívar,

1999) y diámetro de boca de 50 cm, usando un flujómetro calibrado. Los calados se efectuaron a una velocidad de 2 nudos aproximadamente, por 15 minutos de arrastre. Adicionalmente, se tomó el ángulo (α) de inclinación de la cuerda con un clinómetro y longitud de la línea de cuerda de la malla desde la embarcación para estimar la profundidad del calado (profundidad = $\text{Cos } \alpha \times \text{longitud de la cuerda}$).

Las muestras de ictioplancton se preservaron inmediatamente después de recolectadas en agua de mar con formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio, y finalmente llevados al Laboratorio de Zooplancton del IOV.

Trabajo de Laboratorio

Para calcular el volumen de agua filtrada a través de la malla se empleó la ecuación:

$$V = \pi \times r^2 \times R \times F$$

Donde: V= Volumen de agua filtrada en m³; r= Radio de la boca de la red; R= Número de revoluciones del medidor de flujo (rev); F= Factor de calibración del medidor de flujo.

Los huevos y las larvas fueron separados utilizando una lupa estereoscópica (Motic® modelo SMZ-143) con el uso de pipetas Pasteur y pinzas entomológicas, respectivamente. Posteriormente los huevos y larvas de *Sardinella aurita* fueron identificados utilizando claves taxonómicas (Fahay, 1983; Ditty *et al.*, 1994), y se colocaron por separado en frascos debidamente rotulados. Seguidamente, fueron contados para identificar las zonas de mayor abundancia de huevos y larvas de *S. aurita*, y, los resultados fueron expresados en densidad, para lo que se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ organismos Totales}}{\text{Volumen Filtrado}} \times 1000$$

Los huevos de *S. aurita* se clasificaron según las etapas de desarrollo embrionario propuestas por Simpson y González (1967) y por Gutiérrez *et al.* (2002) en 6 estadios (I, II, III, IV, V y VI), con lo que se determinó la frecuencia de los estadios embrionarios.

Las larvas fueron fotografiadas con una cámara digital Samsung de 5 megapíxeles, luego, utilizando el programa Sigma-Scan Pro se procedió a la medición de la longitud total (LT), longitud estándar (LS) y altura (A) de cada larva.

Análisis Estadísticos

Para determinar las diferencias de las variables estudiadas entre los meses y las zonas establecidas se efectuó un análisis no-paramétrico propuesto por Kruskal-Wallis (Boyer, *et al.*, 1997) utilizando como variables independientes los meses y las zonas y como variables dependientes la abundancia de huevos y larvas de sardina. Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Montgomery, 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de cajas y bigotes (boxplot) para proporcionar una mejor representación visual de los análisis. Adicionalmente, para establecer las posibles relaciones entre éstas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) a partir de una matriz de correlación múltiple (Johnson y Wichern, 1992). Estas pruebas se realizaron con el programa estadístico Statgraphics Plus para Windows (versión 4.1).

RESULTADOS

Se colectaron un total de 253 huevos y 653 larvas de *Sardinella aurita* durante los dos cruceros oceanográficos realizados. En general, las densidades de huevos y larvas de *S. aurita* encontradas en el transecto en estudio presentaron sus máximos valores en diciembre de 2008. En las tablas 1 y 2 se muestran los estadísticos básicos de los parámetros medidos durante el período de estudio.

Tabla 1. Estadísticos básicos de los parámetros fisicoquímicos medidos, durante el mes de marzo de 2008 en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga.

VARIABLE	Promedio	Mínimo	Máximo	S
TSM (°C)	23,70	23,03	24,22	0,47
Conductividad	54,08	53,48	54,76	0,50
Salinidad	36,81	36,59	37,01	0,16
Oxígeno disuelto (ml.l-1)	2,17	2,04	2,33	0,13
Amonio (μmol/l)	1,15	0,61	2,31	0,63
Nitrato (μmol/l)	0,87	0,69	1,07	0,14
Nitrito (μmol/l)	0,26	0,05	0,56	0,20
Fosfato (μmol/l)	0,22	0,15	0,27	0,05

S: desviación estándar; TSM: temperatura superficial del mar.

Tabla 2. Estadísticos básicos de los parámetros fisicoquímicos medidos, durante el mes de diciembre de 2008 en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga.

VARIABLE	Promedio	Mínimo	Máximo	S
TSM (°C)	27,49	27,3	27,68	0,17
Conductividad	55,98	53,23	57,24	1,51
Salinidad	35,86	35,65	35,96	0,12
Oxígeno disuelto (ml.l-1)	--	--	--	--
Amonio (μmol/l)	16,80	2,90	35,13	12,68
Nitrato (μmol/l)	1,81	0,58	3,94	1,61
Nitrito (μmol/l)	0,21	0	0,42	0,15
Fosfato (μmol/l)	0,19	0	0,42	0,19

S: desviación estándar; TSM: temperatura superficial del mar.

Factores Abióticos

Temperatura

Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas en la temperatura con respecto a los meses (KW= 8,34; $p < 0,05$; Figura 2a). Las temperaturas más bajas se registraron en marzo, oscilando éstas entre 23,03 y 24,22 °C (Tabla 1), registrándose las menores temperaturas en la zona 2. En diciembre las temperaturas más bajas se registraron en las zonas 1 y 2, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas respecto a las zonas en marzo ni diciembre (KW= 3,86; KW= 0,51; $p > 0,05$; Figura 2b y Figura 2c).

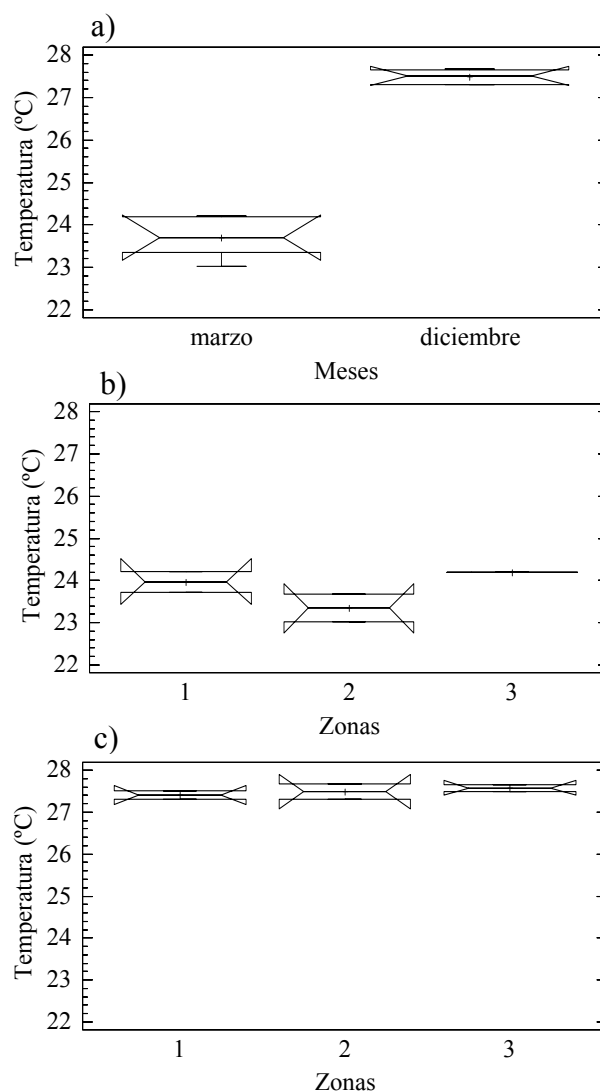


Figura 2. Variación de la temperatura del agua en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; y zonas: b) marzo; c) diciembre.

Salinidad

Paralelamente, la salinidad también presentó diferencias significativas en cuanto a los meses (KW= 8,37; $p < 0,05$; Fig. 3a). Los valores más altos de salinidad se registraron en marzo, con una media de 36,81 (Tabla 1). En relación a las zonas no se establecieron diferencias significativas para ninguno de los meses (KW= 2,14; KW= 1,59; $p > 0,05$; Fig. 3b y 3c).

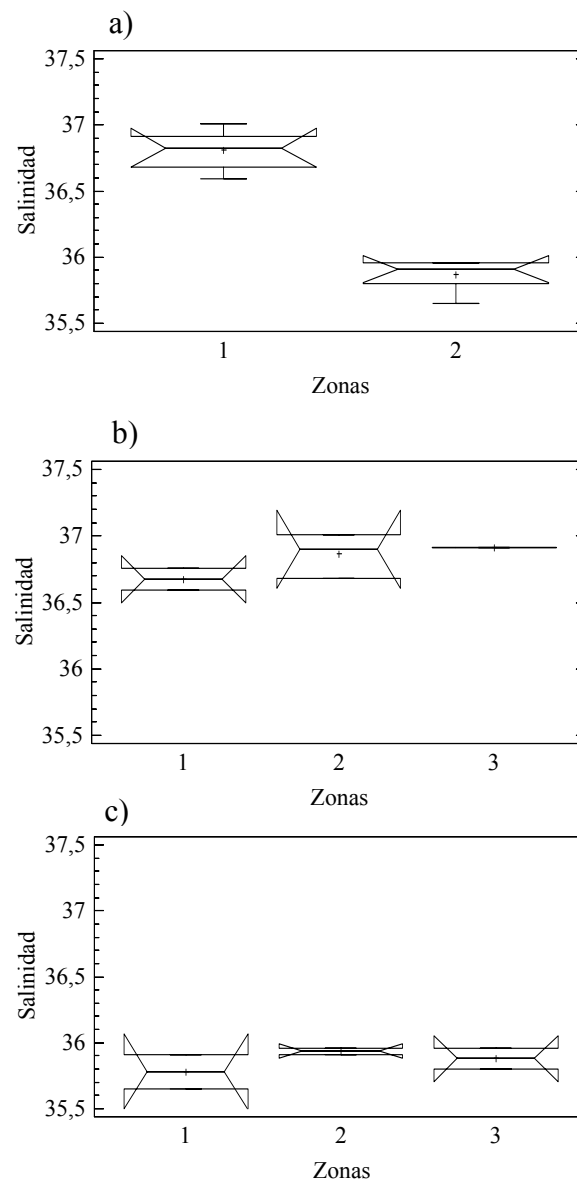


Figura 3. Variación de la salinidad en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.

Concentración de Oxígeno Disuelto

En este caso no fue posible obtener los resultados correspondientes al mes de diciembre debido a estar extraviados hasta el momento de realizado este informe, por lo que sólo se cuenta con los datos del mes de marzo, mes en el cual los valores de concentración de oxígeno disuelto oscilaron entre 2,04 y 2,33 ml/l, con una media de 2,17 ml/l (Tabla 1) y el máximo en la zona 3 (Figura 5), el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre las zonas de estudio (KW= 0,86; $p > 0,05$; Figura 4).

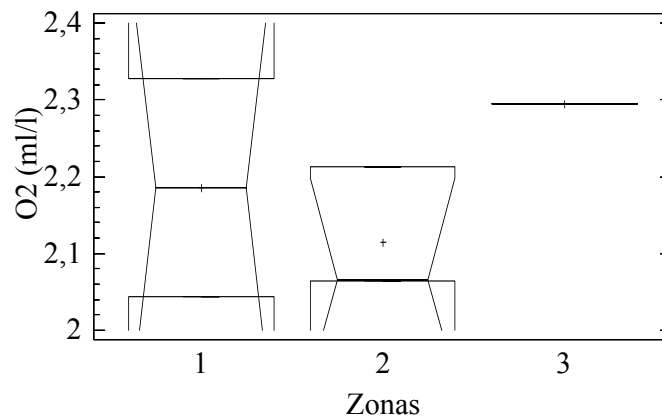


Figura 4. Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.

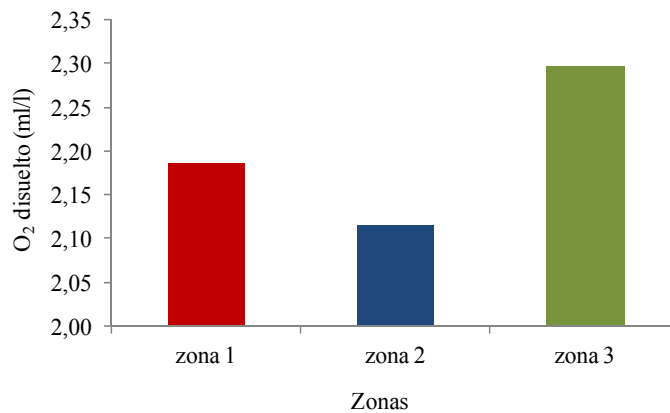


Figura 5. Concentración de oxígeno disuelto (ml/l) en las zonas del transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga en marzo.

Concentración de Amonio (NH_4^+)

Se encontraron diferencias significativas en la concentración de amonio entre los meses de muestreo ($\text{KW}= 8,34$; $p> 0,05$; Figura 6a), no así entre las zonas en marzo ($\text{KW}= 2,14$; $p> 0,05$; Figura 6b) ni diciembre ($\text{KW}= 1,18$; $p> 0,05$; Figura 6c). En general los valores oscilaron entre 0,61 y 2,31 $\mu\text{mol/l}$ en marzo (Tabla 1), y 2,90 y 35,13 $\mu\text{mol/l}$ en diciembre (Tabla 2).

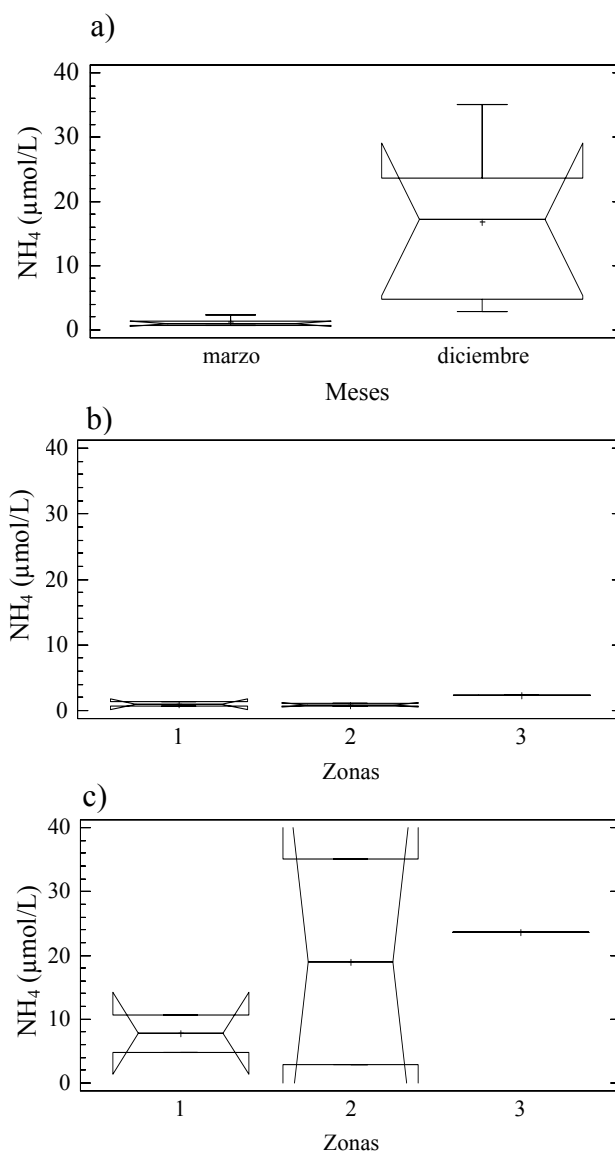


Figura 6. Variación de la concentración de amonio en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas b) marzo; c) diciembre.

Concentración de Nitrito (NO_2^-)

Respecto a los valores de la concentración de nitrito, no se encontraron diferencias significativas para los meses (KW= 0,10; zonas; Figura 7a, b y c) ni para las zonas (marzo: KW= 3,09; diciembre: KW= 0,86; $p > 0,05$; Figuras 7b y 7c). En marzo se registraron mayores concentraciones de NO_2 con una media de $0,56 \mu\text{mol/l}$ (Tabla 1) comparado con $0,21 \mu\text{mol/l}$ en diciembre (Tabla 2).

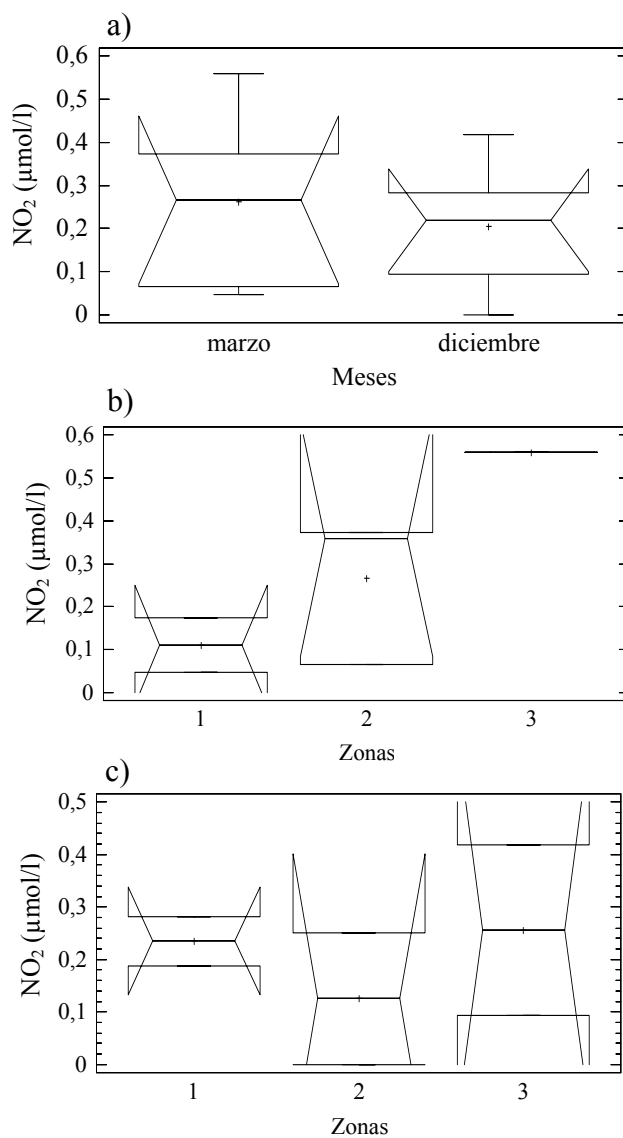


Figura 7. Variación de la concentración de nitrito en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.

Concentración de Nitrato (NO_3)

Las concentraciones de nitrato tampoco presentaron diferencias significativas ni en cuanto a los meses ($\text{KW}= 0,03$; $p> 0,05$; Figura 8a), ni en cuanto a las zonas (marzo: $\text{KW}= 3,74$; diciembre: $\text{KW}= 3,43$; $p> 0,05$; Figuras 8b y 8c). Los mayores valores se encontraron en diciembre, oscilando los mismos entre $0,58$ y $3,94$ $\mu\text{mol/l}$ (Tabla 2).

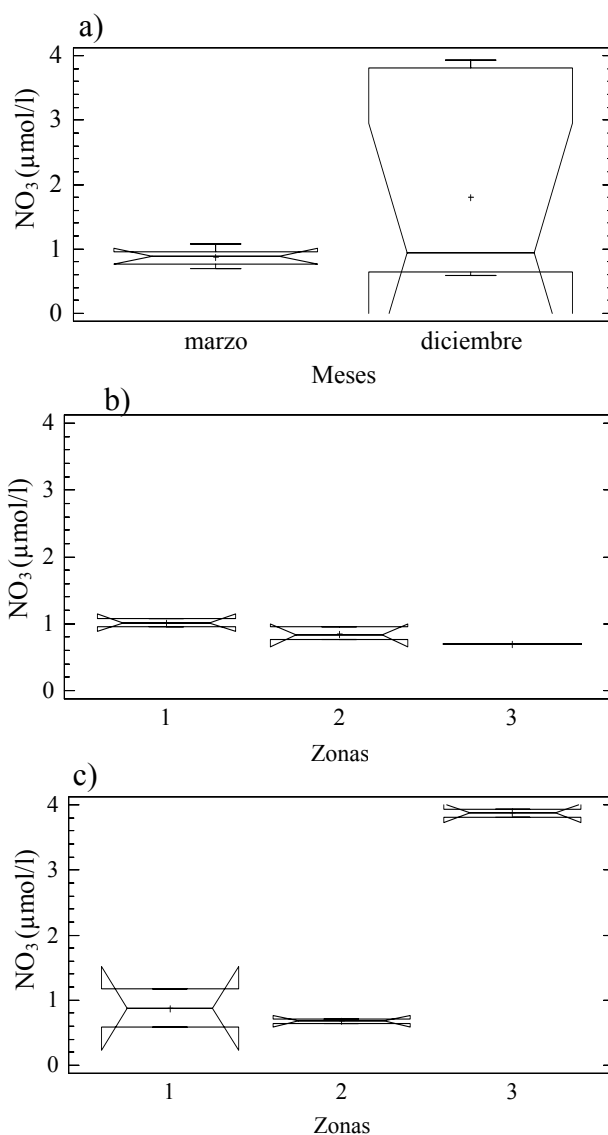


Figura 8. Variación de la concentración de nitrato en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.

Concentración de Fosfato (PO_4)

En cuanto a la concentración de fosfato se obtuvo un valor medio de $0,22 \mu\text{mol/l}$ en marzo y $0,19 \mu\text{mol/l}$ en diciembre. No se determinó diferencias significativas respecto a los meses (KW= 0,23; $p > 0,05$; Figura 9a), ni las zonas (marzo: KW= 2,45; diciembre: KW= 2,28; $p > 0,05$; Figura 9b y 9c).

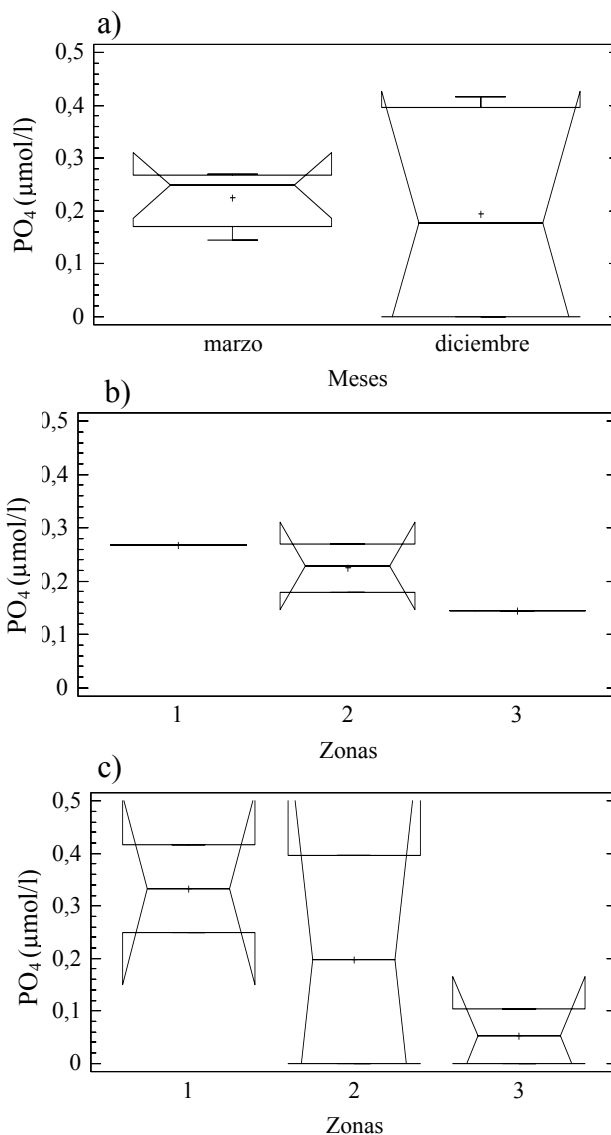


Figura 9. Variación de la concentración de fosfato en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en función de: a) meses de muestreo; zonas: b) marzo; c) diciembre.

Factores Bióticos

Clorofila

Se utilizaron valores medios mensuales de concentraciones de clorofila *a* registradas en las adyacencias de la Cuenca de Cariaco. El valor más alto de concentración de clorofila *a* se registró en marzo, con 1,44 mg/m³ (Figura 10), además el análisis estadístico arrojó diferencias significativas (Kw= 11,0; p< 0,05).

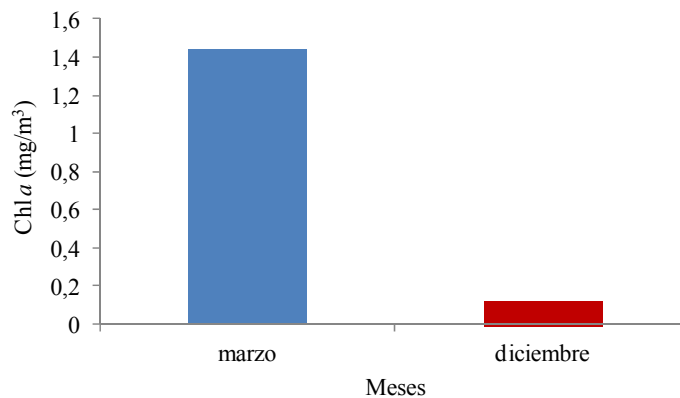


Figura 10. Concentración de clorofila *a* (mg/m³) en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en cada uno de los meses de muestreo.

Huevos de *Sardinella aurita*

La densidad de huevos de *S. aurita* no presentó diferencias significativas en cuanto a los meses (Kw= 0,23; p> 0,05; Figura 11a). Sin embargo, en el mes de marzo se observó una densidad relativamente menor de organismos, con una media de 43,50 org/1000 m³, mientras que en diciembre se registró una media de 99,43 org/1000 m³. De la misma manera, no se encontraron diferencias significativas entre las zonas en el mes de marzo (Kw= 3,63; p> 0,05; Figura 11b), y los valores más altos se presentaron en la zona 2. En diciembre los valores más altos de densidad se localizaron en la zona 1 con 322,03 org/1000 m³ como máximo, tampoco se encontraron diferencias significativas entre las zonas durante diciembre (Kw= 4,57; p> 0,05; Figura 11c).

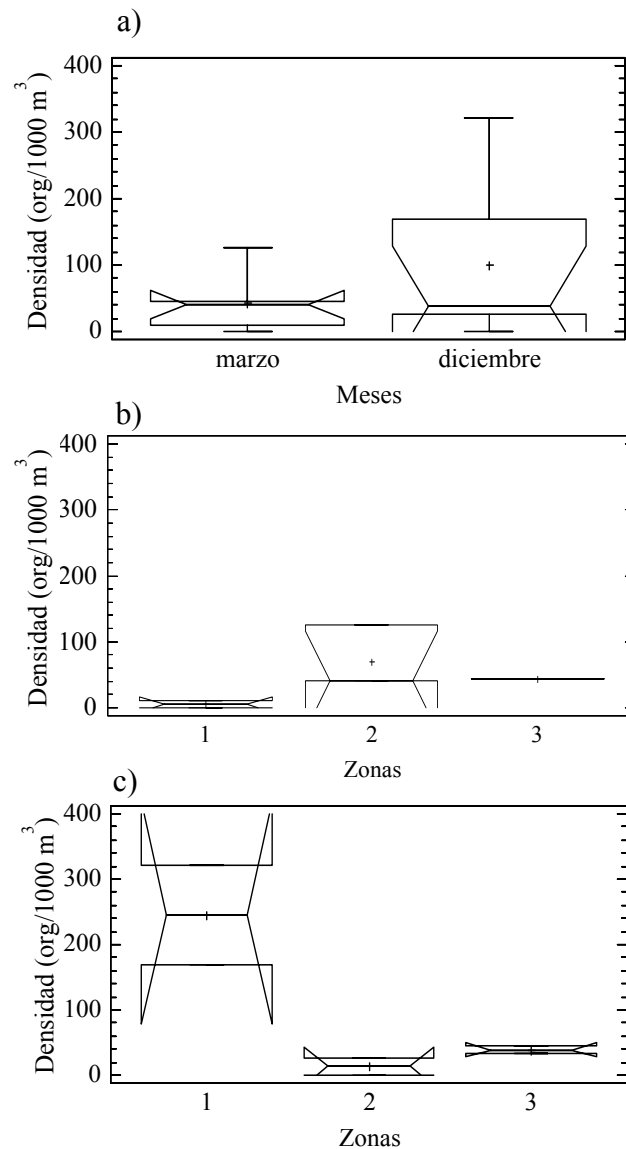


Figura 11. Variación de la densidad de huevos de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en función de, a) meses de muestreo; zonas: b) marzo y c) diciembre.

Estadíos Embrionarios de *Sardinella aurita*

En las colectas no se encontraron todos los estadíos en todas las estaciones, ni en ambos meses. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los diferentes estadíos durante los meses de muestreo (Figuras 12a; 12b; 12c; 12d; 12e).

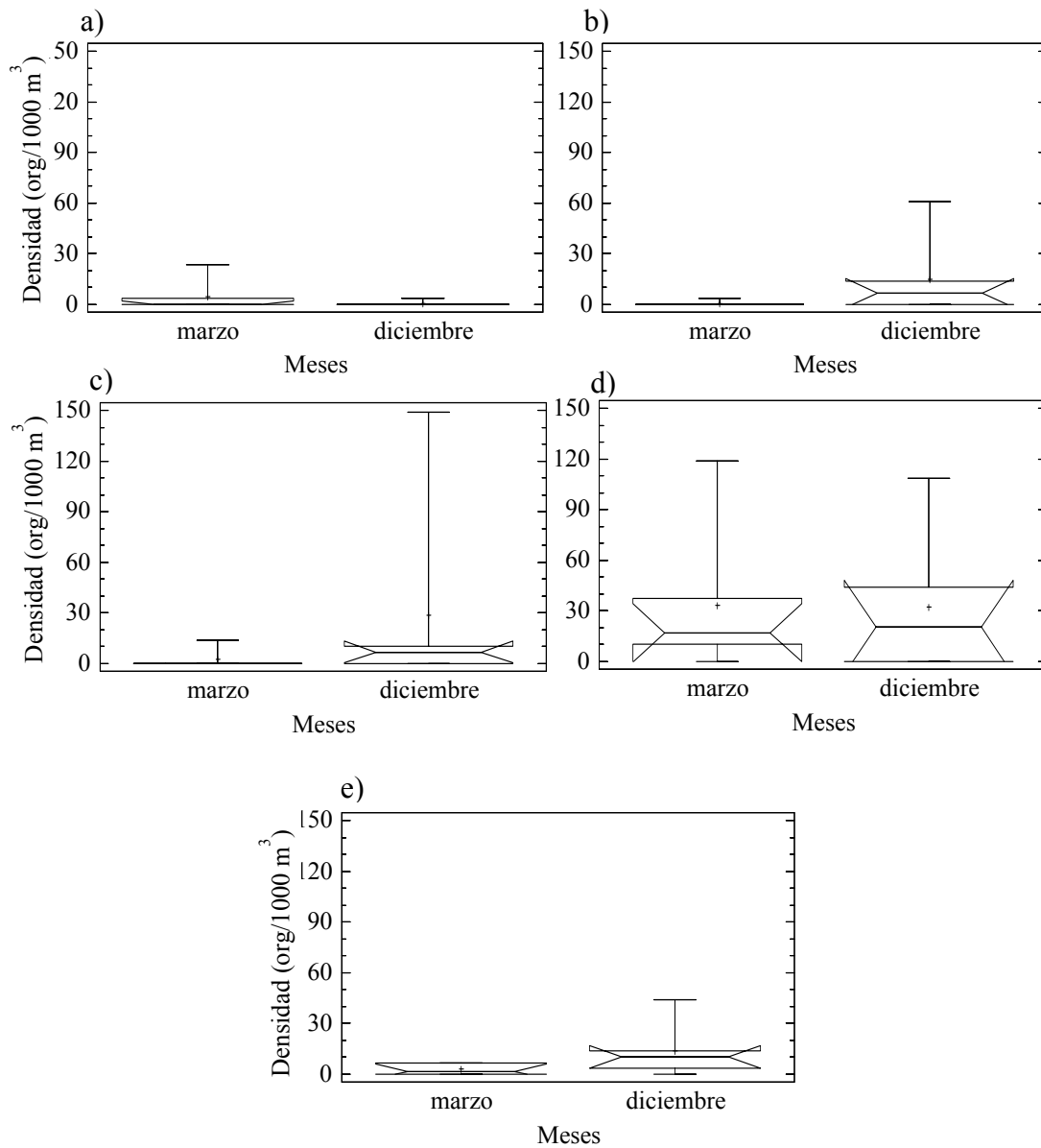


Figura 12. Variación de la densidad de los estadios embrionarios de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en ambos muestreos, a) estadio I; b) estadio II; c) estadio III; d) estadio IV, e) estadio V.

No se encontraron diferencias significativas entre zonas en el mes de marzo para ninguno de los estadios, (estadio I: $Kw= 3,33$; estadio II: $Kw= 1,0$; estadio III: $Kw= 1,0$; estadio IV: $Kw= 4,29$; estadio V: $Kw= 2,94$; $p> 0,05$; Figuras 13a; 13b; 13c; 13d; 13e).

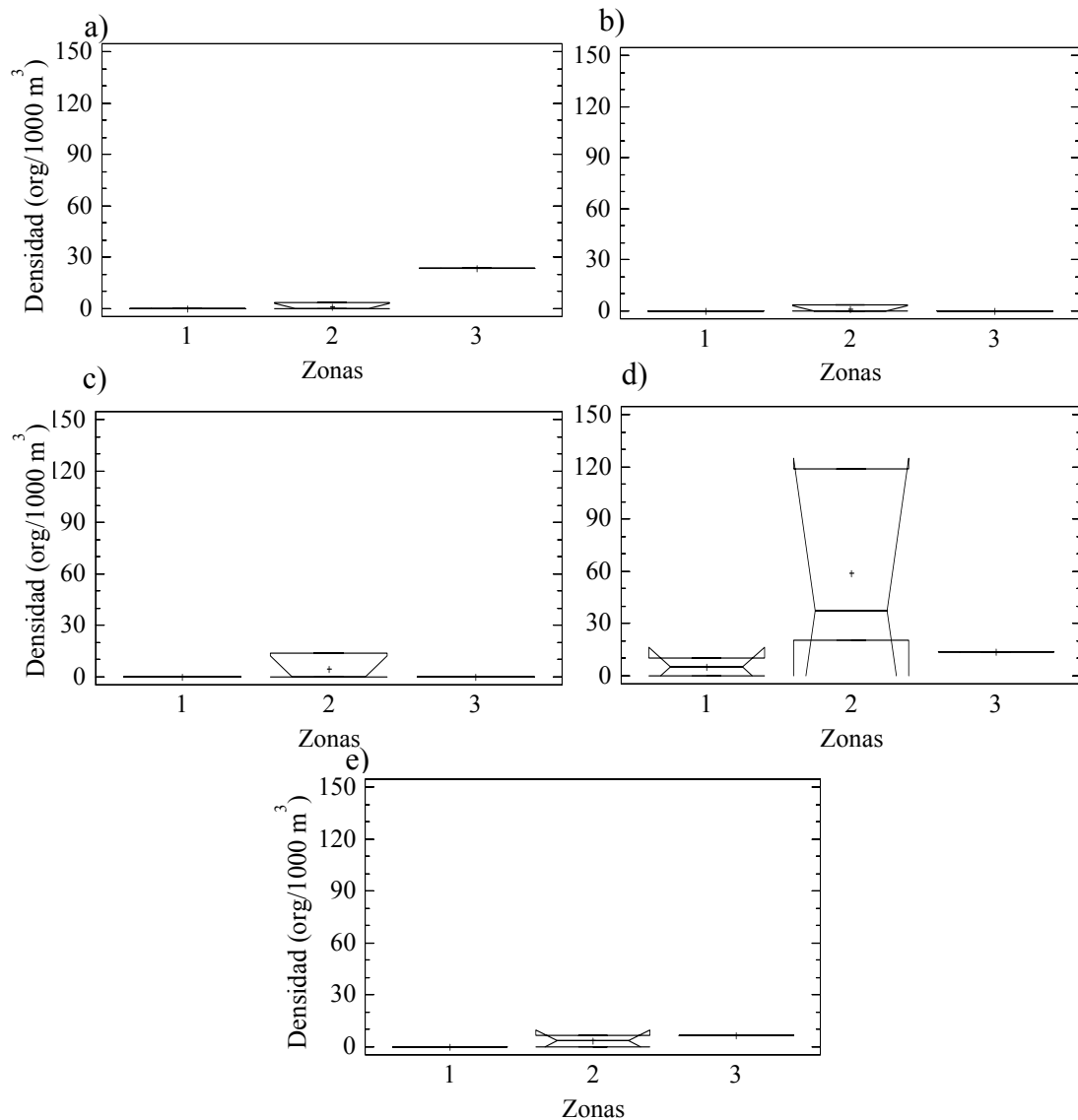


Figura 13. Variación de la densidad de los estadios embrionarios de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en marzo en función a las zonas, a) estadio I; b) estadio II; c) estadio III; d) estadio IV, e) estadio V

El estadio VI no se observó en las muestras del mes de marzo, además es notable la presencia de mayor densidad del estadio IV en la zona 2 (176,27 org/1000 m³; Figura. 16a), además la densidad de huevos en estadio III secundó en importancia en diciembre (Figura 15). En diciembre, tampoco se encontraron diferencias significativas entre zonas

(estadio I: Kw= 2,0; estadio II: Kw= 3,64; estadio III: Kw= 3,64; estadio IV: Kw= 4,71; estadio V: Kw= 0,51; estadio VI: Kw= 2,0; $p > 0,05$; Figura 14). Sin embargo se observó que en la zona 1 en el mes de diciembre se encontraron cinco de los VI estadios diferenciados (Figura 16b) y en densidades mayores a las encontradas en las zonas 2 y 3, sobretodo los estadios III y IV con 159,32 y 152,54 org/1000 m³, respectivamente.

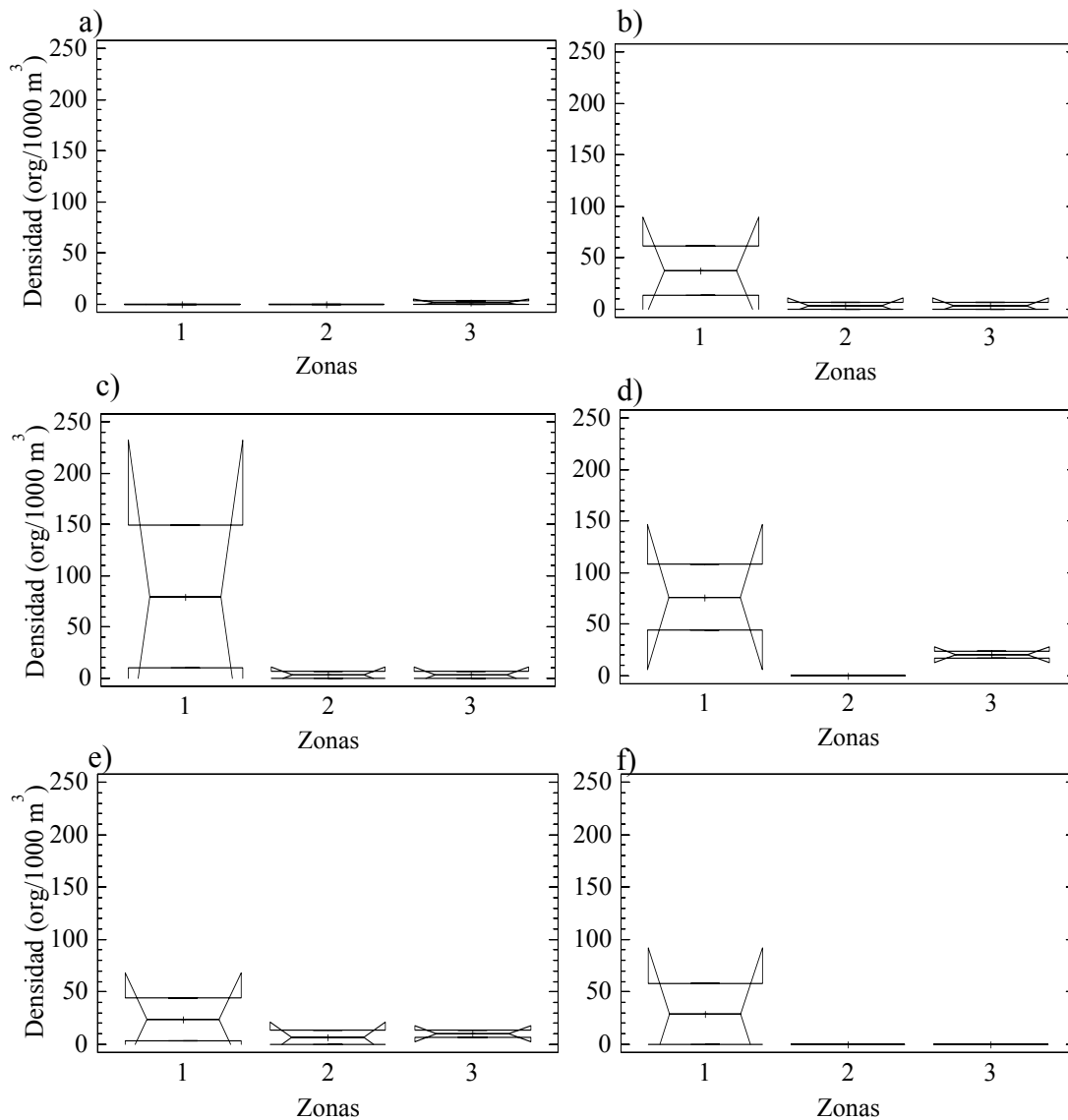


Figura 14. Variación de la densidad de los estadios embrionarios de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en diciembre en función a las zonas, a) estadio I; b) estadio II; c) estadio III; d) estadio IV, e) estadio V.

El estadio con mayor representación fue el IV, hallándose en ambos meses (Figuras 15 y 16), con una media de 33,33 y 32,20 org/1000 m³ en marzo y diciembre, respectivamente (Tabla 3). En el mes de diciembre el estadio III presentó una densidad media de 28,81 org/1000 m³ (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad promedio de estadios embrionarios de *Sardinella aurita* en los meses de muestreo en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela.

Mes	I	II	III	IV	V	VI
Marzo	4,52	0,56	2,26	33,33	2,82	0
Diciembre	0,56	14,69	28,81	32,20	13,56	9,60

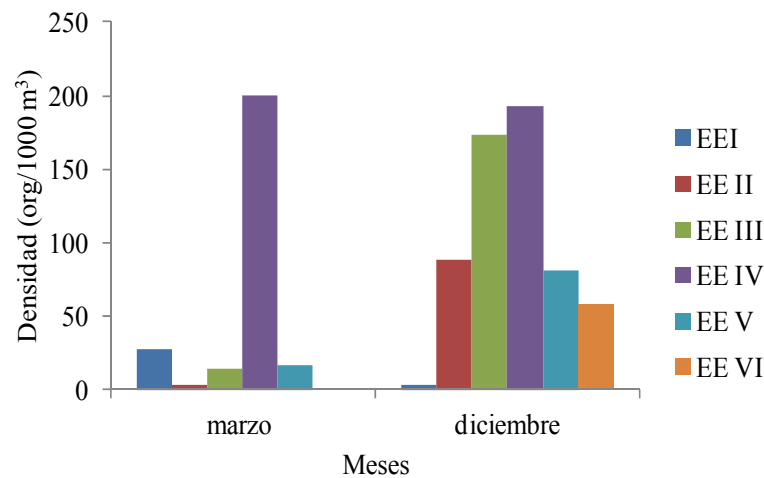


Figura 15. Densidades totales (org/1000 m³) de los estadios embrionarios (EE) de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, en los meses de muestreo.

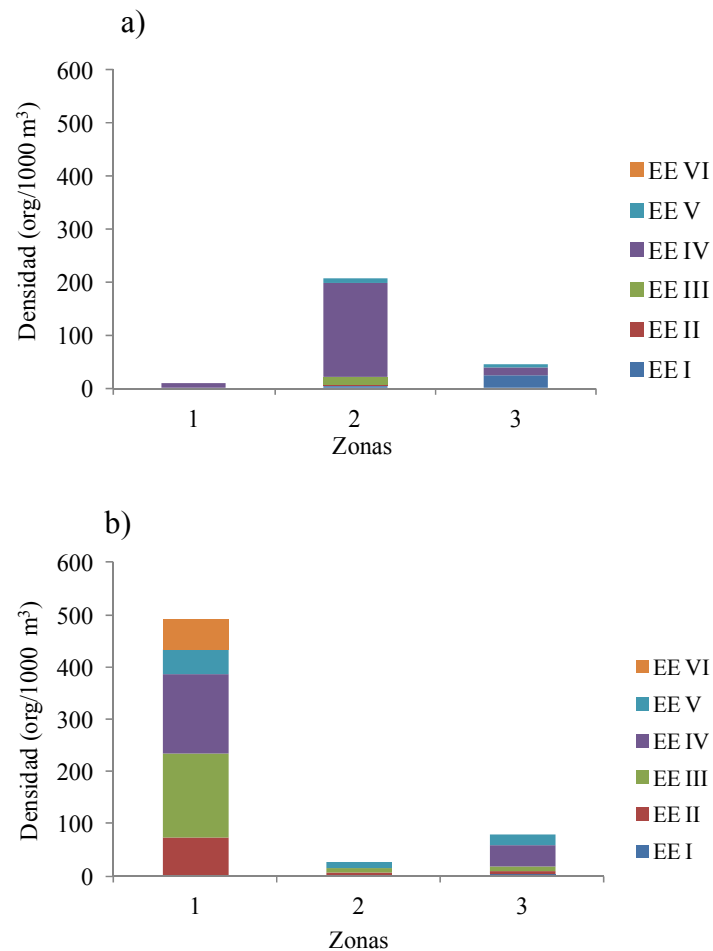


Figura 16. Densidad (org/1000 m³) de estadios embrionarios (EE) de *Sardinella aurita* en las zonas diferenciadas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela, a) marzo y b) diciembre.

Larvas de *Sardinella aurita*

No se encontraron diferencias significativas para las densidades de las larvas de *S. aurita* en cuanto a los meses ($K_w = 1,45$; $p > 0,05$; Figura 17a). Sin embargo, el total de densidades en el mes de marzo fue un poco menor, con valores que oscilaron entre 13,56 y 372,88 org/1000 m³, la zona 2 presentó las mayores densidades en este mes, aunque tampoco se encontraron diferencias significativas entre las zonas ($K_w = 0,86$; $p > 0,05$; Figura 17b), ni en diciembre ($K_w = 3,43$; $p > 0,05$; Figura 17c) cuando los valores variaron entre 3,39 y 1288,14 org/1000 m³, con el valor máximo en la zona 1.

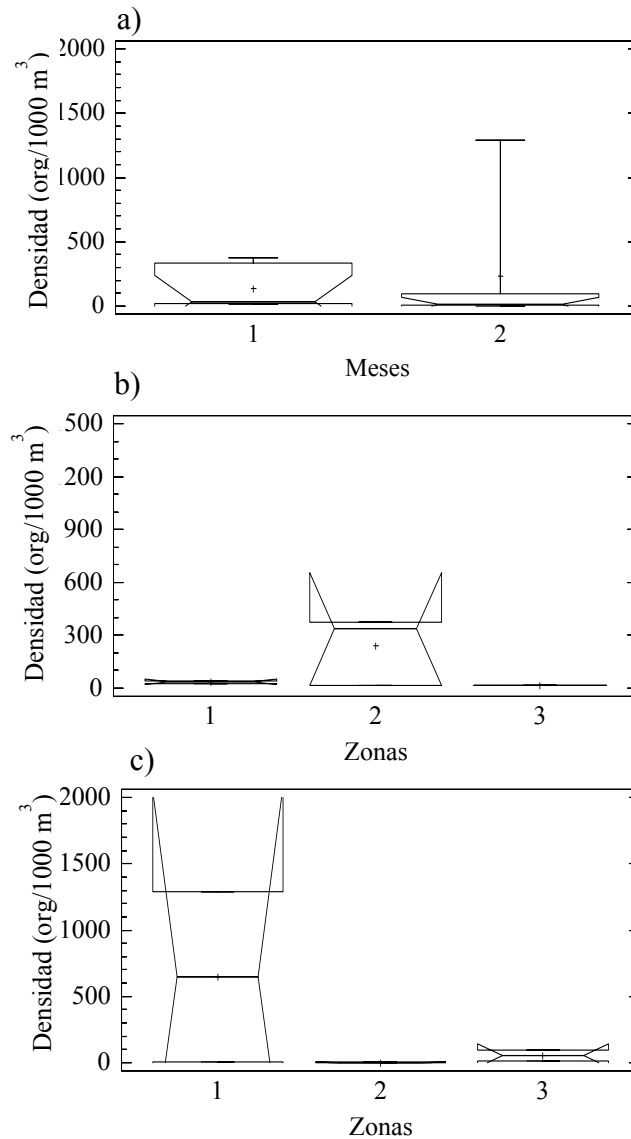


Figura 17. Variación de la densidad de larvas de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, Venezuela en función de, a) cada uno de los meses de muestreo; b) las zonas en el mes marzo de; c) las zonas en el mes de diciembre.

Distribución de Frecuencia de Tallas de *Sardinella aurita*

En el mes de marzo, en la zona 3 no se capturaron suficientes larvas de *S. aurita* para realizar una distribución de frecuencia de tallas, por lo que no se incluye en para esta parte del informe. Lo mismo ocurrió para la zona 2, en diciembre. En general, las longitudes estándar de las larvas capturadas fluctuaron entre 0,76 y 11,79 mm.

En la zona 1, en el mes de marzo es evidente el mayor número de individuos con tallas entre 2 y 3 mm de LS (Figura 18), con una media de $2,83 \pm 0,85$ mm. En la zona 2 del mismo mes, la mayoría de las larvas presentaron tallas entre 3 y 7 mm de LS (Figura 19), con una media de $5,09 \pm 1,30$ mm.

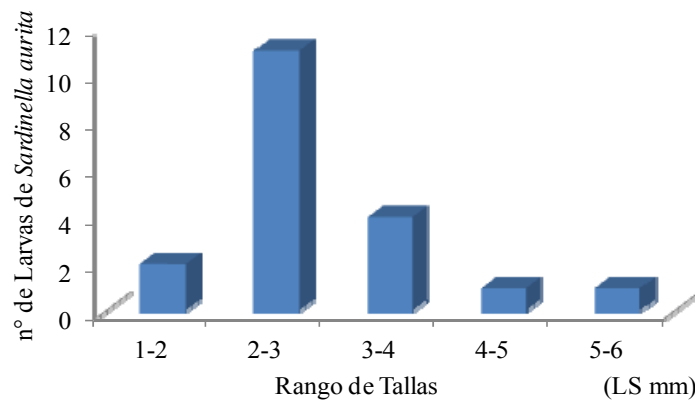


Figura 18. Distribución de los rangos de tallas de larvas de *Sardinella aurita* (LS mm) de la zona 1 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.

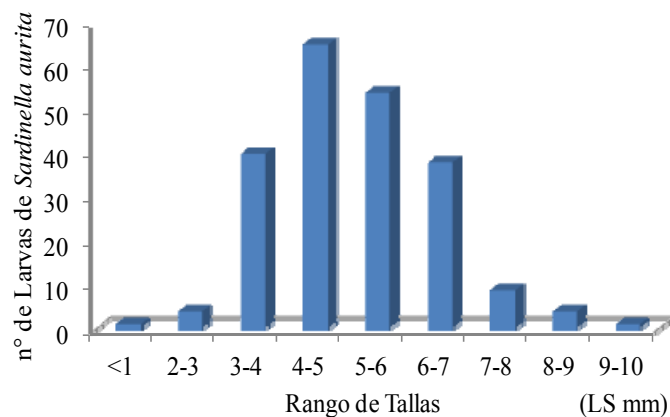


Figura 19. Distribución de los rangos de tallas de larvas de *Sardinella aurita* (LS mm) de la zona 2 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en marzo de 2008.

En diciembre, en la zona 1, la distribución de las tallas de larvas de *S. aurita* osciló entre los 2 y 9 mm de LS (Figura 20), la media presentada este caso fue de $4,79 \pm 2,09$ mm. En la zona 3, las tallas más sobresalientes se ubicaron entre 5 y 9 mm de LS (Figura 21),

el valor medio fue de $7,28 \pm 1,68$ mm. Según lo observado en cuanto a las medias obtenidas, se puede decir que las larvas capturadas en diciembre presentaron mayor tamaño que las obtenidas en marzo.

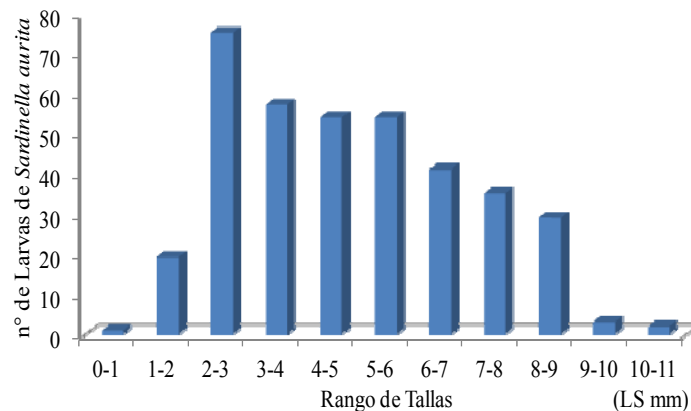


Figura 20. Distribución de los rangos de tallas de larvas de *Sardinella aurita* (LS mm) de la zona 1 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en diciembre de 2008.

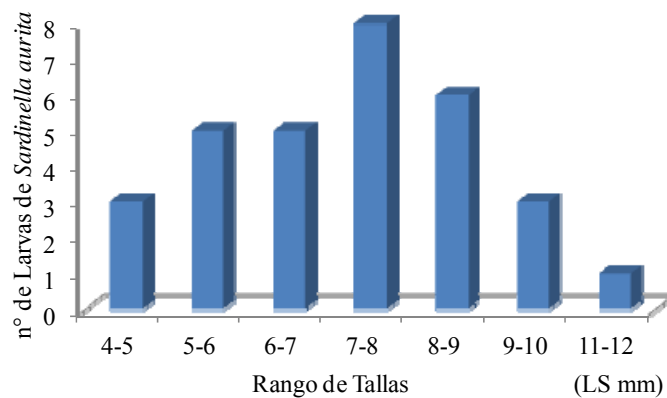


Figura 21. Distribución de los rangos de tallas de larvas de *Sardinella aurita* (LS mm) de la zona 3 en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en diciembre de 2008.

Análisis De Componentes Principales (ACP)

El ACP demostró que los tres primeros componentes explican un 89,93 % en la densidad de huevos y larvas de *S. aurita* de la varianza total acumulada en el mes de marzo (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del ACP de densidad de huevos y larvas de *Sardinella aurita* y variables físico-químicas medidas en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en el mes de marzo de 2008.

Componente Número	Autovalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	3,32	41,51	41,51
2	2,37	29,58	71,09
3	1,51	18,84	89,93

En el primer componente se observó una relación positiva y muy estrecha entre la densidad de huevos y la salinidad, que se relacionan negativamente con la concentración de nitrato, además el nitrito y el amonio se relacionan negativamente con el fosfato. En el segundo componente se muestra una relación inversa entre temperatura y densidad de larvas (Figura 22).

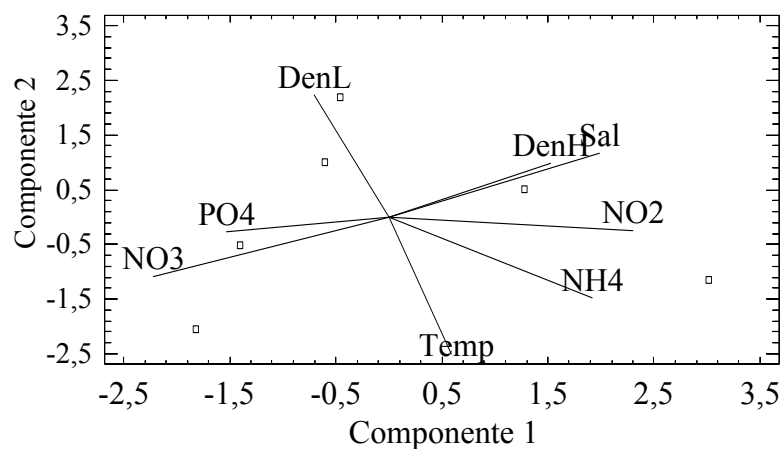


Figura 22. Proyección ortogonal de algunas variables físicoquímicas y la densidad de huevos y larvas de *Sardinella aurita* en marzo en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga. Temp: temperatura del agua; NH4: concentración de amonio; NO3: concentración de nitrato; NO2: concentración de nitrito; PO4: concentración de fosfato; DenH: densidad de huevos; DenL: densidad de larvas.

En el ACP se demostró que los tres primeros componentes explican un 91,92 % en la densidad de huevos y larvas de *S. aurita* de la varianza total acumulada en el mes de

diciembre (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) de densidad de huevos y larvas de *Sardinella aurita* en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga, en el mes de diciembre de 2008.

Componente Número	Autovalor	Porcentaje de Varianza	Acumulado Porcentaje
1	3,47	43,41	43,41
2	2,20	27,45	70,86
3	1,68	21,07	91,92

En el ACP se muestra una relación positiva entre la densidad de huevos y larvas de *S. aurita* con la concentración de nitrito, y se relacionan inversamente con la salinidad. La concentración de fosfato mostró una relación inversa con la temperatura, la concentración de nitrato y el amonio (Figura 23).

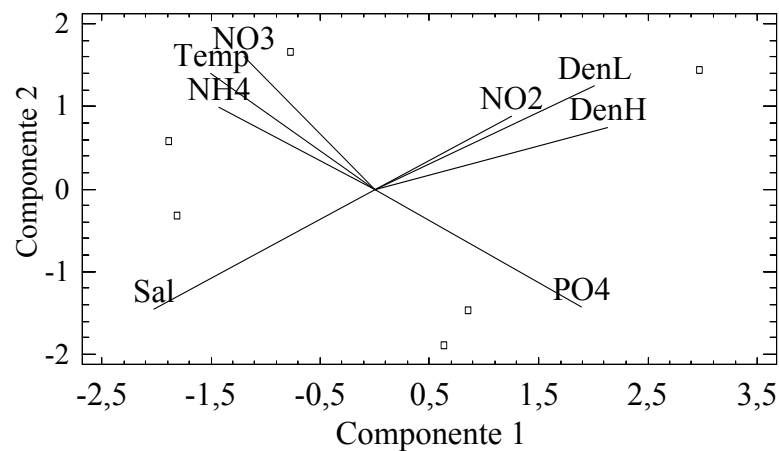


Figura 23. Proyección ortogonal de algunas variables fisicoquímicas la densidad de huevos y larvas de *Sardinella aurita* en diciembre en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga. Temp: temperatura del agua; NH₄: concentración de amonio; NO₃: concentración de nitrato; NO₂: concentración de nitrito; PO₄: concentración de fosfato; DenH: densidad de huevos; DenL: densidad de larvas.

DISCUSIÓN

La fertilización de las aguas de la plataforma continental del área de surgencia costera depende, en gran parte, del ascenso a las capas superficiales de los nutrientes transportados por las corrientes subsuperficiales, de aquí que la comunidad íctica se organice fundamentalmente en función del ambiente pelágico donde se encuentra una evidente diversidad de especies (Cervigón, 2005).

Históricamente los reportes de los estudios realizados en el nororiente venezolano indican que en aguas poco profundas (<200 m) en las adyacencias de la Cuenca de Cariaco se evidencia el fenómeno de surgencia. La surgencia o enriquecimiento se inicia entre diciembre o enero, con un pico de surgencia en marzo o abril, un período de transición en junio, una surgencia secundaria entre julio o agosto y posteriormente una relajación en septiembre y octubre (Rueda *et al.*, 2000; Astor *et al.*, 2005; Márquez *et al.*, 2011).

En este estudio la temperatura del agua se comportó de manera esperada para la surgencia, resultando con medias más bajas en el mes de marzo. Tal disminución de la temperatura, quizás se deba al enfriamiento de la columna de agua por el ascenso de las aguas subsuperficiales durante esta época, valores similares fueron registrados por La Barbera-Sánchez *et al.* (1999) en el Golfo de Cariaco y por Márquez *et al.* (2009) entre enero y julio de 2003 en la Cuenca de Cariaco. La surgencia costera en el nororiente de Venezuela se caracteriza por aguas frías (< 24 °C) como lo han señalado Okuda *et al.* (1978), y González *et al.* (2006). Sin embargo, algunos autores delimitan el período de relajación hasta el mes de diciembre (González *et al.*, 2007; Gómez *et al.*, 2008), lo cual se ha evidenciado por bajos promedios de temperatura en los meses de enero a mayo, incluso hasta junio, marcando así la estacionalidad.

Las salinidades registradas en esta investigación son similares a los valores encontrados por Gómez *et al.* (2008) en algunas estaciones del norte, este y sur del estado Nueva

Esparta durante el primer semestre del año, meses durante los cuales ocurre la surgencia y ascienden aguas subsuperficiales con salinidad superior a 36,6. Asimismo, Márquez *et al.* (2009), señalan valores mayores a 36,8 en época de surgencia en el año 2004 en la Cuenca de Cariaco. Por otra parte, durante la época de lluvias se produce dilución del agua superficial formándose núcleos de bajas salinidades en los primeros 50 m de profundidad (agosto-diciembre). No obstante, en 1997 durante el periodo septiembre-diciembre se detectaron salinidades $< 36,8$ entre los 30 y 100 m de profundidad (Rueda, 2000). De hecho, en este estudio se encontraron medias de salinidad más altas en marzo que en diciembre, siendo esto, indicador de surgencia.

En cuanto a los nutrientes, se debe acotar que los valores medios tan altos de concentración de amonio registrados en diciembre 2008, podrían ser el resultado de una contaminación de las botellas utilizadas para la toma de las muestras, por lo que tales valores probablemente estén errados. De hecho, en la bahía de Mochima se han registrado valores de hasta $3,5 \mu\text{mol/l}$ e inferiores a $0,5 \mu\text{mol/l}$ (La Barbera *et al.*, 1999), en la cuenca de Cariaco los valores de amonio son frecuentemente indetectables o menores a $0,5 \mu\text{mol}$ en los primeros 200 m de la columna de agua (Astor *et al.*, 2006).

Asimismo, aunque las concentraciones de nitrato no presentaron diferencias significativas, los valores fueron bastante inferiores a los valores reportados por Gómez *et al.* (2008) durante el período de surgencia en el sur, este y sureste de Margarita, Coche y Cubagua entre 2004 y 2005, y más bien se asemejan a algunos valores encontrados en ese mismo estudio pero en período de relajación, aunque de igual manera el intervalo de variación es no fue muy grande. Igualmente, Márquez *et al.* (2009) tampoco encontraron diferencias significativas entre época de surgencia y época de relajación en la Cuenca de Cariaco, con valores mínimos de $0,01 \text{ mg.m}^3$. En general los niveles de nitrato son prácticamente indetectables en esta zona (Astor *et al.*, 2006).

Las concentraciones de nitrito fueron uniformemente muy bajas en toda la columna de agua ($<0,5 \mu\text{M}$). Sin embargo, se observan dos picos, uno en la capa fótica

probablemente producto de la excreción fitoplanctónica o nitrificación, y otro máximo que ocurre por debajo de los 200 m que podría ser el resultado de la desnitrificación heterotrófica y/o quimiodenitrificación en la que el nitrato reacciona con el amonio para formar N_2 , donde NO_2^- actúa en el proceso como un aceptor de electrones (Astor *et al.*, 2006).

Las medias aritméticas de las concentraciones de fosfato no tuvieron variación significativa entre un mes y otro, ni entre las zonas diferenciadas, aunque en marzo el promedio resultó ligeramente mayor. Gómez *et al.* (2008) determinaron valores $>1 \mu\text{mol/l}$ en Coche y sur de Margarita, mientras que, en la Cuenca de Cariaco se han registrado valores inferiores a $0,3 \mu\text{mol/l}$ en la superficie (Astor *et al.*, 2004). Para la misma zona, Márquez *et al.* (2009) determinaron diferencias no significativas para las concentraciones de fosfato entre época de surgencia y época de relajación.

La concentración de oxígeno disuelto determinada en marzo resultó menor que las registradas en la Cuenca de Cariaco en un periodo de dos años por Márquez, *et al.* (2009) cuando los valores fluctuaron entre 2,95 y $5,54 \text{ ml.l}^{-1}$ en periodo de surgencia. González *et al.* (2006) indicaron fluctuaciones de oxígeno disuelto a profundidades de 0 a 10 m, entre 6,2 a $8,6 \text{ mg.l}^{-1}$ en la bahía de Mochima en periodo de surgencia. Las concentraciones de oxígeno disuelto en superficie señaladas por González *et al.* (2008) en diferentes estaciones ubicadas al norte, sureste y sur del estado Nueva Esparta resultaron entre 0,82 y $5,60 \text{ ml/l}$, más altas a las encontradas en este estudio. Generalmente, los valores bajos de oxígeno disuelto corresponden a aguas subsuperficiales que afloran, lo cual se observa en época de surgencia (Gómez, 2006).

La media de clorofila fue significativamente más alta en marzo, intermedia entre los valores mencionados por Moigis (1986) para el Golfo y la Cuenca de Cariaco ($1,64$ y $0,74 \text{ mg/m}^3$, respectivamente). De la misma manera, Rueda (2000) reportó valores $>1 \text{ mg/m}^3$ para la Cuenca de Cariaco desde enero hasta abril-mayo, con los máximos a nivel superficial. Durante los primeros meses del año, cuando se produce la surgencia, el

ascenso de las aguas a la superficie provoca un florecimiento de ésta y es en marzo cuando es más fuerte, y, mayores concentraciones de clorofila son indicativas del fenómeno de surgencia. Según Muller-Karger *et al.* (2011) y Varela *et al.* (2011), señalan una disminución de la surgencia en el área de la cuenca de Cariaco durante el período 1996-2010, lo que ha causado una disminución de la concentración de clorofila superficial y de la productividad primaria (PP) de la región. Estos reportes en la disminución de la surgencia se han atribuido a cambios en el ambiente, producto del calentamiento global que repercute en la ocurrencia de un evento ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) en su fase fría, es decir, “La Niña”, evento que se manifiesta principalmente por enfriamiento de las aguas del Océano Pacífico tropical central y oriental (Rodríguez y Andressen, 2011).

El estado Nueva Esparta se ha establecido como una importante y conocida área de desove, cría y caladero de pesca de sardina del oriente de Venezuela. Por consiguiente es lógico que en diciembre se encontrara la mayor densidad de huevos de sardina en la zona más cercana a esa región correspondiente a áreas neríticas, además fecha ya cercana al comienzo de la surgencia costera en el área. En estaciones localizadas en Guacuco y Porlamar las densidades promedio de huevos de sardina fueron de 10,30 y 5,76 ind.m⁻³, respectivamente, determinadas por Gómez y Hernández (2008), valores menores a los encontrados en este estudio, a pesar de que las costas este y sureste del estado Nueva Esparta son las más predominantes los desoves de sardina (López, 1972).

El hecho de que los resultados de esta investigación no presentaran diferencias significativas respecto a la densidad de huevos de *S. aurita* pudo deberse a que ambos muestreos fueron realizados en meses que se encuentran dentro del período de mayor intensidad de desove de la sardina en la región estudiada (Simpson y González, 1967), aún cuando estos no fueron del mismo ciclo. Además en marzo los vientos tienen más fuerza, provocando precisamente el movimiento de las capas superficiales del agua, con ello causando una mayor turbulencia que a su vez afecta negativamente la resistencia de los organismos, que en esta etapa son muy vulnerables, y por lo tanto afectarían su

densidad. Adicionalmente, Gutiérrez (2000), señaló que entre 26° y 28° C los embriones de *S. aurita* presentaron mayor porcentaje de supervivencia, indicando dichas temperaturas como óptimas para el desarrollo embrionario de la sardina, probablemente por eso se contabilizaron mayores densidades de huevos en diciembre, cuando la temperatura superficial del mar se ubicó entre las sugeridas por Gutiérrez (*op. cit*), a diferencia del mes de marzo cuando las temperaturas registradas en la superficie fueron inferiores a las mencionadas como óptimas en ese trabajo y el porcentaje de supervivencia de los embriones se hace menor a 24 °C.

Los calados de esta investigación se realizaron durante horas diurnas, y se ha reportado que los picos de desove de la *S. aurita* se dan entre las 19:30 y 23:00 horas (Simpson y González, 1967), lo que puede explicar la poca presencia de embriones en estadio I, por lo que la mayoría de los embriones ya se encontraban en etapas un poco más avanzadas de desarrollo, como los estadios III, IV y V. Gutiérrez (2000), señaló los tiempos de desarrollo embrionario en huevos de sardina entre un estadio y otro, indicando entre 8 y 10 horas para alcanzar el estadio III, 12 y 14 horas para los estadios IV y V, correspondientemente, y entre 14 y 20 horas para el estadio VI, VII y eclosión, a temperaturas de 26 y 28° C en condiciones de laboratorio, por lo que la temperatura superficial del mar pudo haber afectado los tiempos de desarrollo.

Al sureste de la Isla de Margarita la sardina es una especie con un potencial reproductivo alto y fluctuante, atribuida posiblemente, a la variabilidad ambiental, con períodos intensos de desove correspondientes al primer (enero, febrero, marzo) y último trimestre (octubre, noviembre, diciembre) del año (Gassman *et al.*, 2008). Según Simpson y González (1967), el desove se da durante todo el año, pero su mayor intensidad se da entre diciembre y abril.

La densidad de las larvas de sardina resultó mayor en diciembre, aunque estadísticamente no se presentaron diferencias significativas, probablemente por la misma razón expuesta con respecto a la densidad de los huevos, sin embargo se puede

mencionar lo señalado por Miller y Kendall (2009), que refieren que la turbulencia afecta la sobrevivencia de las larvas, siendo que los ambientes con mucha turbulencia afectan negativamente la cantidad de larvas al no permitirles encontrar presas para una adecuada alimentación, lo que pudo haber ocurrido en marzo, cuando los vientos más fuertes promueven la surgencia y con ella mayor turbulencia. Esto se refleja en una mayor frecuencia y abundancia de cohortes de larvas con mayores tallas en diciembre.

En cuanto a las zonas, la zona 2 presentó la mayor densidad de larvas en marzo, en diciembre fue la zona 1 la de mayor densidad, aunque no hayan mostrado diferencias significativas las densidades entre zonas en ninguno de los meses. La ubicación de las mayores densidades pudo haber sido provocado por el movimiento del cuerpo de agua a causa de los vientos de este a oeste, por lo que en marzo, cuando ya la surgencia ha comenzado el viento ya ha transportado los organismos en esa dirección, en cambio en diciembre cuando apenas comienza la surgencia y los vientos no son tan intensos, las larvas están más cerca de su lugar de eclosión y cría.

De igual forma, en el mes de diciembre además de haber presentado la mayor densidad en las cohortes de larvas de *S. aurita*, revela también que éstas presentaron mayor tamaño (LS) que las capturadas en marzo. Ramírez y Marín (2006), determinaron diferencias significativas entre los valores medios de LS de larvas de *S. aurita* provenientes de Isla de Margarita y Mochima, resultando 7,60 y 3,52 mm respectivamente. Otros factores que afectan la sobrevivencia de los organismos en las columnas de agua, como la depredación selectiva, el efecto de la turbulencia y la dispersión por corrientes, podrían afectar negativamente el crecimiento larval de la especie en áreas del nororiente venezolano (Freón *et al.*, 1997).

También Rossi-Wongtschowski *et al.* (2003) indicó que otros factores aparte de la disponibilidad de alimento afectaron la condición y crecimiento larvario de *S. brasiliensis*, pudiendo indicar que procesos fisiológicos o cambios ontogénicos tienen lugar en el desarrollo larvario de la sardina. Esto último pudiera ser razón por la cual, las

larvas obtenidas en marzo resultaron con menores promedios de LS, a pesar de altos valores de clorofila a, que supone una mayor productividad primaria y secundaria, y por lo tanto mayor disponibilidad de alimento para las larvas de sardina, también las temperaturas más bajas el desarrollo larvario es más lento y la vulnerabilidad en el medio aumenta.

En marzo, la asociación de la densidad de huevos de *Sardinella aurita* a la salinidad, nitrito y amonio e inverso a concentración de nitrato y fosfato sugiere un aporte de metabolitos de los peces en el proceso de desove, causando esto una gran intensidad en los procesos de óxido-reducción. En el mismo mes, la asociación inversa entre densidad de larvas y temperatura superficial del mar, se debe a que la sardina es una especie que aprovecha el fenómeno de surgencia para su reproducción, lo que apunta a que su abundancia se ve favorecida por las bajas temperaturas que predominan durante esa época.

En el ACP correspondiente al mes de diciembre, se muestra una sincronía entre los desoves y la eclosión de las larvas, además la asociación inversa entre nutrientes evidencia procesos de óxido-reducción. La temperatura indica la presencia de mezcla de masas de agua, provenientes del norte, a través del Canal Centinela, que pueden enriquecer y ventilar el medio.

Los diferentes organismos que se desarrollan en el ambiente marino están sometidos a los constantes cambios que suceden en su entorno, en tiempos de cambios climáticos es más evidente el dinamismo que presentan las comunidades marinas, que se manifiesta según se modifican las condiciones de su ecosistema.

CONCLUSIONES

El mes de diciembre de 2008 presentó mayor densidad en huevos y larvas de *S. aurita*.

Las zonas 1 y 2 asociadas a áreas neríticas (al este) presentaron mayor abundancia de huevos y larvas de *S. aurita*.

El estadio embrionario IV fue el más abundante en ambos períodos de estudio. Le siguió en importancia el estadio embrionario III.

Las larvas capturadas en diciembre presentaron tallas mayores a las larvas capturadas en marzo, la temperatura fue factor clave para el desarrollo larval, las menores temperaturas hacen más lento el crecimiento larvario.

La salinidad y la temperatura fueron los factores que se relacionaron más con las densidades de huevos y las larvas de sardina en el transecto Isla de Margarita-Isla La Tortuga.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar muestreos más continuos tanto en época de surgencia como en época de no surgencia para obtener datos más confiables.

Se propone además realizar calados en horas de la noche en la zona estudiada en esta investigación para determinar si hay diferencias en abundancia de larvas y huevos de *S. aurita* respecto a horas diurnas.

BIBLIOGRAFÍA

- Allain, G.; Petitgas, P.; Grellier, P. y Lazure, P. 2003. The selection process from larval to juvenile stages of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L) reared under different temperature conditions. *Fisheries Research*, 93: 257–264.
- Astor, Y., Muller-Karger, F. y Scranton, M. 2003. Seasonal and interannual variation in the hydrography of the Cariaco Basin: implication for basin ventilation. *Continental Shelf Research*, 23: 125–144.
- Astor, y.; Muller-Karger, F.; Bohrer, R.; Troccoli, L. Y García, J. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la Cuenca de Cariaco. *Memorias de la Sociedad Natural La Salle, 161-162*: 235-254.
- Astor, Y.; Scranton, M.; Muller-Karger, F.; Bohrer, R. y García, J. 2005. fCO₂ variability at the CARIACO tropical coastal upwelling Time Series Station. *Marine Chemistry*, 97(3-4): 245-261.
- Astor, Y.; Scranton, M.; Guzmán, L.; Thunell, R.; Muller-Karger, F.; Gordon, T.; Fanning, K. y Varela, R. 2006. Seasonal variability in the hydrological and chemical structure of the suboxic waters at the CARIACO Time-Series station. *Gayana (Suplemento)*, 70: 1-5.
- Balza, M.; Gutiérrez, M. y Marín, B. 2001. Descripción morfológica y crecimiento en los primeros estadios larvarios de la sardina *Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, 1 y 2 (40)*: 91–100.
- Boyer, J.; Fourquaran, J. & Jones, R. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries*, 20(4): 743-758.
- Bustos, C.; Landaeta, M. y Balbontín, F. 2008. Spawning and early nursery areas of anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 in fjords or southern Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(2): 381–389.
- CARIACO, 2007. Características Oceanográficas de la fosa de Cariaco y su Relación con los Cambios Climáticos. ¿Qué se estudia en el Proyecto CARIACO y qué respuestas hemos encontrado?: Surgencia
- Campana, S. 1996. Year class-class strength and growth back calculations base on otoliths?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47: 2219–2227.
- Carritt, D. y Carpenter, J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater; a

NASCO. *Report. Journal Marine Research*, 24: 286–318.

- Castellanos, P.; Varela, R. y Müller, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 154: 55–76.
- Cellamare, M y Gómez-Gaspar, A. 2007. Alimentación de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeidae) en el sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 46(1): 23–26.
- Cervigón, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 44(1): 3-28.
- Clark, K. y Gorley, R. 2006. PRIMER v6: *User manual/tutorial*. PRIMER-E Ltd, Plymouth, England.
- Ditty, J.; Houde, E. y Shaw, R. 1994. Egg and larval development of Spanish sardine *Sardinella aurita* (family Clupeidae), with a synopsis of characters to identify clupeid larvae from the northern gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 54(2): 367–380.
- Estevez, M. 2011. Cambios a corto plazo del fitoplancton durante la época de surgencia en la bahía de Mochima, estado Sucre. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Fahay, M. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotia Shelf. *Journal Northern Atlantic Fishery Science* 4: 1–423.
- FAO. 2009. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura, examen mundial de la pesca y la acuicultura*. Subdivisión de políticas y apoyo en materia de publicación electrónica. FAO. Roma.
- Freón, P.; El Khattabi, M.; Mendoza, J. y Guzmán, R. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. *Marine Biology*, 128: 363–372.
- Fukuoka, J. 1965. Hydrography of the adjacent sea (II). Some characteristics of oceanographical conditions in the Caribbean. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 4(2): 234–245.
- García, A.; Cortés, D. y Ramírez, T. 1998. Daily larval growth and RNA and DNA content of the NW Mediterranean anchovy *Engraulis encrasicolus* and their relations to the environment. *Marine Ecology Progress Series*, 166: 237–245.
- Gassman, J.; Eslava, N. y González, L. 2008. Reproducción de la sardina, *Sardinella aurita*

(Cupleiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 56(4): 1813-1824.

- Gaughan, J.; Fletcher, W. y White, K. 2001. Growth rate of larval *Sardinops sagax* from ecosystems with different levels of productivity. *Marine Biology*, 139: 83–837.
- Gómez, A. 2001. Recursos Pesqueros: Caribe. *Investigación y Ciencia* 301: 36–38.
- Gómez, A. 2006. Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar a La Isleta – Isla de Margarita). Museo Marino de Margarita Informe Final al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Venezuela (FONACIT Proyecto 2000001372). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas, Venezuela. 648.
- Gómez, A. 2007. Producción primaria en el sureste de la Isla de Margarita (Venezuela). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 46 (2): 97–105.
- Gómez, A. y Hernández, I. 2008. Abundancia interanual del zooplancton nocturno en la costa este de Isla Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 47(2): 91-102.
- Gómez, A.; Izaguirre, E. y Gómez, O. 2008. Ecología de caladeros, aspectos biológicos y pesca (2003-2006) de sardina *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) en Nueva Esparta, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 47(2): 113-128.
- González, F.; Zoppi de Roa, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 34(2): 37-45.
- González, L. y Eslava, N. 2000. Crecimiento y mortalidad natural de la sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) del estado Nueva Esparta, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 35 (1): 83–91.
- González, L., Euán, J.; Eslava, N. y Suniaga, J. 2007. La pesca de sardina *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada con la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 55(1): 279-286.
- Gutiérrez, M. 2000. Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario de la sardina, *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Gutiérrez, M.; Balza, M. y Marín, B. 2002. Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario de la sardina, *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) (Pisces: Clupeidae) en condiciones controladas de laboratorio. *Boletín instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 45(1): 41–46.

- Guzmán, R. y Gómez, G. 2000. Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Sardinella aurita* en el Nororiente de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 18(2): 01-08.
- Hernández, E. y Castro, L. 2000. Larval Growth of the anchoveta *Engraulis ringens* during the winter spawning season off central Chile. *Fishery Bulletin*, 98: 704-710.
- Herrera, L. y Febres, G. 1975. Procesos de surgencia y renovación de agua en la fosa de Cariaco, mar Caribe. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 14: 31-44.
- Hofstede, R.; Dickey-Collas, M.; Mantingh, I. y Wague, A. 2007. The link between migration, the reproductive cycle and condition of *Sardinella aurita* off Mauritania, north-west Africa. *Journal of Fish Biology*, 71: 1293-1302.
- Holden, M. y Raitt, J. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *Documento Técnico*, 115: 1-211.
- Johnson, R. y Wichern, D. 1992. Applied multivariate statistical analysis. 3th ed. Prentice-Hall Int. New York, USA.
- La Barbera-Sánchez, A. Gamboa-Márquez, J. y Senior, W. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 47(1): 57-63.
- Lee, O.; Danilowicz, B. y Dickey-Collas, M. 2006. Temporal and spatial variability in growth and condition of dab (*Limanda limanda*) and sprat (*Sprattus spartus*) larvae in the Irish Sea. *Fisheries Oceanography*, 15: 490-507.
- López, H. 1972. Distribución y abundancia estimada de huevos de la sardina (*Sardinella anchovia*) en la región oriental de Venezuela., 1968-1969. MAC-PNUD-FAO. *Informe Técnico*. 46: 1-27.
- Marín, B. 2000. *Aspectos biológicos de la sardina en el oriente de Venezuela*. Memorias del taller: Evaluación, tecnología e industrialización de pequeños pelágicos "Pablo Herrera". Cumaná. Edo. Sucre, Venezuela. UCV.
- Márquez, B.; Díaz-Ramos, J.; Troccoli, L.; Marín, B. y Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3): 737-749.
- Márquez, B.; Troccoli, L.; Marcano, L.; Morales, J.; Allen, T.; Marín, B. y Díaz-Ramos, R. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(2): 3-7.
- Matsuura, Y. y Olívar, M. 1999. Fish larvae. En: *South Atlantic zooplankton*. Boltovskoy, D.

(ed). Backauhys Publisher, Leiden II. The Netherlands. Págs. 1445-1494.

- Meekan, M. y Fortier, L. 1996. Selection for fast growth during the larval life of Atlantic cod *Gadus morhua* on the Scotian Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 137: 25-37.
- Miller, B. y Kendall, A. 2009. *Early life history of marine fishes*. University of California Press, Ltd. London, England.
- Moigis, A. 1986. Variación de la producción primaria del fitoplancton en el Golfo y en Fosa de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 25(1-2): 115-126.
- Montgomery, D. 1997. *Design and analysis of experiments*, Tercera edición. Wiley. New York.
- Müller-Karger, F. y Aparicio, R. 1994. Mesoscale Processes Affecting Phytoplankton Abundance in the Southern Caribbean Sea. *Continental Shelf Research*, 14(2-3): 199-221.
- Müller-Karger, F.; Varela, R.; Thunell, R.; Scranton M.; Bohrer, R.; Taylor G.; Capelo, J.; Astor, Y.; Tappa, E.; Ho, T. and Walsh, J. 2001. Annual Cycle of Primary Production in the Cariaco Basin: Response to upwelling and implications for vertical export. *Journal of Geophysical Research*, 106(C3): 4527–4542.
- Okuda, T.; García, A.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 17: 69-88.
- Ramírez, T. y Marín, B. 2006. Edad y crecimiento en larvas de *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) del nororiente de Venezuela, mediante el análisis de sus otolitos. *Ciencias Marinas*. 32(3): 559 – 567.
- Región. 2009. “La pesca de la sardina ha representado durante muchos años la principal actividad pesquera del país”. “Diario del pueblo, Región”. <www.diarioregion.com.ve/site/index.articulos.php> (27/01/10).
- Richards, F. 1975. The Cariaco Basin (Trench). *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 13: 11–67.
- Richards, F. y Vaccaro, R. 1956. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep Sea Research*, 3(3): 214-228.
- Rodríguez, R. y Andressen, R. 2011. *Análisis preliminar del actual periodo de lluvias en Venezuela* (informe 2). Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
- Rossi-Wongtschowski, C.; Clemmensen, C.; Ueberschär, B. y Ferras, J. 2003. Larval condition

and growth of *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): preliminary results from laboratory studies. *Scientia Marina*, 67(1): 13–23.

- Rueda, D. 2000. Variabilidad temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la Cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998). Trabajo de postgrado. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Simpson, J. y González, G. 1967. Algunos aspectos de las primeras etapas de vida y ambiente de la sardina (*Sardinella anchovia*) en el oriente de Venezuela. *Serie Recursos de Explotación Pesquera M.A.C.*, 1: 1–93.
- Takasuka, A. y Aoki, I. 2006. Environmental determinants of growth rates for larval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in different waters. *Fisheries Oceanography*, 15: 139–149.
- Varela, R.; Klein, E. y Chollett, I. 2007. *Características oceanográficas de la fosa de Cariaco y su relación con los cambios climáticos*. EDIMAR-INTECMAR, Caracas, Venezuela.
- Wiedenhöfer, H. 1993. *Pruebas no paramétricas para las ciencias agropecuarias (muestras pequeñas)*. FONAIIP-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 140 pp. Serie A. Maracay, Venezuela.
- Yasue, N. y Takasuka, A. 2009. Seasonal variability in growth of larval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* driven by fluctuations in sea temperature in the Kii Channel, Japan. *Journal of Fish Biology*, 74: 2250-2268.
- Yentsch, C. 1980. Phytoplankton growth in the sea: A coalescence of disciplines. En: *Primary Productivity in the sea*. Falkowski, P. (ed). Plenum Press. New York. 17-31.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

– 1/6

Título	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUEVOS Y LARVAS DE LA SARDINA <i>Sardinella aurita</i> VALENCIENNES, 1847 (PISCES: CLUPEIDAE) EN EL TRANSECTO ISLA DE MARGARITA – ISLA LA TORTUGA, VENEZUELA, DURANTE LOS MESES DE MARZO Y DICIEMBRE DE 2008.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Alcalá R., Norma V.	CVLAC	15.936.980
	e-mail	normaveronic@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Huevos de sardina, larvas de sardina, <i>sardinella aurita</i>.
Sardina.

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Escuela de Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

La sardina es reconocida como una especie de importancia económica en Venezuela, especialmente en la región nororiental, de allí la importancia del monitoreo constante del recurso. Por ello, se establecieron las zonas de mayor abundancia de huevos y larvas de *Sardinella aurita*, la frecuencia de los estadios embrionarios y las clases de tallas de las larvas en 7 estaciones ubicadas costa afuera en el transecto Isla de Margarita – Isla La Tortuga, Venezuela. Se realizaron muestreos en los meses de marzo y diciembre de 2008, en la periferia de la Cuenca de Cariaco, a bordo de un crucero oceanográfico en el *B/O GUAQUERI II*. Las muestras de ictioplancton se colectaron con una red de bongo con una abertura de malla de 555 μm y diámetro de boca de 50 cm, usando un flujómetro calibrado. Las muestras se preservaron en formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio y llevadas al Laboratorio de Zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV). Los huevos y las larvas se identificaron utilizando claves taxonómicas. Seguidamente los huevos fueron clasificados en 6 estadios (I; II; III; IV; V; VI), y las larvas fueron medidas utilizando el programa computarizado Sigma Scan-Pro. Las zonas con mayor densidad de huevos resultaron en el Canal de La Tortuga (zona 2) y en las cercanías del estado Nueva Esparta (zona 1), esto para marzo (206,78 org/1000 m^3) y diciembre (491,52 org/1000 m^3) respectivamente, aunque las diferencias no fueron significativas. Los estadios embrionarios tampoco presentaron diferencias significativas entre los meses, ni entre las zonas. No obstante se pudo observar que el estadio IV presentó la mayor densidad en ambos meses con 200 org/1000 m^3 y 193,22 org/1000 m^3 en marzo y diciembre respectivamente. Respecto a la densidad de larvas se obtuvieron valores de 206,78 y 491,52 org/1000 m^3 en marzo y diciembre, respectivamente. Además, al igual que para los huevos, las zonas con las mayores densidades fueron las zonas 2 y 1 en marzo y diciembre, respectivamente. Las larvas capturadas en ambos muestreos presentaron longitudes estándar entre 0,76 y 11,79 mm; las larvas capturadas en diciembre presentaron medias mayores con 4,79 y 7,28 mm en las zonas 1 y 3 del transecto en estudio. En el ACP correspondiente al mes de marzo, la densidad de huevos se relacionó positivamente con la salinidad e inversamente con las concentraciones de PO_4 y NO_3 y la densidad de larvas se relacionó negativamente con la temperatura del agua; en diciembre, en el ACP se mostró una relación positiva de las densidades de huevos y de larvas de sardina con la concentración de NO_2 y una relación inversa de éstos con la salinidad. Las zonas más cercanas a la Isla de Margarita resultaron ser las de mayor abundancia, debido a que es un área de desove y cría de la sardina en el nororiente de Venezuela. La temperatura y la salinidad afectaron la distribución de huevos y larvas de *S. aurita*. Los diferentes organismos que se desarrollan en el ambiente marino están sometidos a los constantes cambios que suceden en su entorno, en tiempos de cambios climáticos es más evidente el dinamismo que presentan las comunidades marinas, que se manifiesta según se modifican las condiciones de su ecosistema.

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	
	e-mail	malebalza@yahoo.com
	e-mail	
Marín, Baumar.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5.182.626
	e-mail	baumarm@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2012	07	13
------	----	----

Lenguaje: SPA _____

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS_NA.DOC	Application/word

Alcance:

Espacial: **NACIONAL** (Opcional)

Temporal: **TEMPORAL** (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciada en Biología.

Nivel Asociado con el Trabajo: LICENCIADA

Área de Estudio: Biología.

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

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

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 INTELECTUAL 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.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNDELE
Secretario



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

JABC/YGC/marija

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”.



Alcalá Norma
Autor



Balza María
Asesor

