

Variación temporal del zooplancton durante 2017 y 2018 en el sureste de Isla Margarita, Venezuela

Temporal variation of zooplankton during 2017 and 2018 in the southeast of Isla Margarita, Venezuela

Alfredo Gómez Gaspar 

Museo Marino de Margarita y Universidad de Oriente (Nueva Esparta), Venezuela

*Autor de correspondencia: agomezgaspar@yahoo.com

Recibido: 27 de abril de 2021

Aceptado: 07 de julio de 2021

Publicación en línea: 30 de diciembre de 2021

Resumen

Palabras clave:
zooplancton; abundancia;
biomasa; Caribe; Venezuela

En el sureste de isla Margarita (Venezuela), durante dos años (2017 y 2018), se estudió la abundancia del zooplancton en dos estaciones fijas a cinco millas de la costa. Se recolectaron muestras nocturnas (7:00-8:00 p.m; total: 72) utilizando una red con diámetro de 1,7 m y longitud de 3,5 m (apertura de malla de 400 micras), arrastrada horizontalmente durante 20 minutos a profundidad de 10-15 m. La temperatura varió entre 24,3 y 29,1 °C; la salinidad, entre 35,12 y 37,68, y el oxígeno disuelto, entre 3,38 y 4,72 mL/L. No se determinó diferencia estadística entre estaciones en la abundancia del zooplancton, pero sí entre los años ($p < 0,01$). La abundancia en densidad del zooplancton varió entre 26,84 y 398,09 ind/m³; su biomasa seca, entre 0,12 y 5,05 mg/m³, y el volumen sedimentado, entre 0,01 y 0,72 mL/m³. La abundancia promedio anual en 2017 fue de 110,33±94,36 ind/m³; la biomasa seca fue de 0,88 ± 0,74 mg/m³, y el volumen sedimentado, de 0,10±0,09 mL/ m³, mientras que en 2018 los registros fueron de 128,97± 87,13 ind/m³, 1,37±1,15 mg/m³ y 0,20±0,17 mL/m³ respectivamente. Estos valores son intermedios entre periodos de menor abundancia del zooplancton (años 2002-2004 y 2014-2016) y el de mayor abundancia durante los años de la crisis sardinera (2005-2013). Los años 2017 y 2018 fueron de transición entre esos periodos.

Abstract

Key words:
zooplankton; abundance;
biomass; Caribbean; Venezuela

In the southeast of Margarita Island (Venezuela) the abundance of mesozooplankton was studied for two years (2017 to 2018) in two fixed stations five miles from the coast. Nocturnal samples (total 72) were collected by hauls using a net with a diameter of 1.7 m and a length of 3.5 m (mesh size of 400 microns) towed horizontally at a depth of 10 to 15 m for 20 minutes. The temperature ranged from 24.3 to 29.1°C; salinity between 35.12 and 37.68 and oxygen from 3.38 to 4.72 ml/L. In the two years and in the stations, the abundance of nocturnal zooplankton does not have a statistical difference. In the samples the density ranged between 26.84 and 398.09 ind/m³; the dry biomass ranged from 0.12 to 5.05 mg/m³ and the displacement plankton volume ranged from 0.01 to 0.72 ml/m³. The annual mean abundance of zooplankton in 2017 was 110.33 ind/m³±94,36; the dry biomass was 0.88 ± 0.74 mg/m³, and the sediment volume, 0,10±0,09 mL/ m³, while in 2018 were 128.97± 87.13 ind/m³, 1.37±1.15 mg/m³ y 0.20±0.17 mL/m³ respectively. These values are intermediate values between the lower abundance of zooplankton in years 2002-2004 and 2014-2016; and high abundance during years of sardine crisis (2005-2013). The years 2017 and 2018 were of transition between those periods.

Introducción

El plancton es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas marinos, por una parte, por constituir el recurso alimenticio más importante en la dinámica trófica pelágica (Beaugrand, 2005) y, por otra parte, por su rol en los ciclos biogeoquímicos de los océanos (Roemmich y McGowan, 1995). Se reconoce que los cambios en la abundancia y composición del zooplancton indican que ocurren modificaciones en el ecosistema (Möllman *et al.*, 2015) y que, por sus ciclos de vida cortos, estos organismos responden rápidamente a las variaciones ambientales (Hays *et al.*, 2005). Así se considera que el zooplancton es gran indicador del cambio climático (Reid y Edwards, 2001; Beaugrand y Reid, 2003), más que las variaciones físicas (Perry *et al.*, 2004). De tal forma, las alteraciones en el clima generalmente están acompañadas por modificaciones zooplanctónicas (Mackas *et al.*, 2001; Beaugrand y Reid, 2003) que afectan la estructura y función de las comunidades planctónicas (De Young *et al.*, 2008; Scheffer 2009; Mölmann y Diekmann, 2012; Möllman *et al.*, 2015).

El recurso pesquero más importante de Venezuela es la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes 1847, que se captura en el oriente del país, en los estados Sucre y Nueva Esparta. En este último (isla Margarita) comenzó la pesquería (1927) y el enlatado en 1934 (Gómez *et al.*, 2008), de manera que esta especie se ha explotado durante más de 90 años. En 2003-2004, particularmente, la captura nacional de sardina fluctuó alrededor de 200,000 t, pero en el 2005 disminuyó apreciablemente, lo que marca el inicio de una crisis sardinera que se atribuye a los pescadores por sobrepesca (González *et al.*, 2007; Mendoza, 2015; Rueda *et al.*, 2017), si bien esto no ha ocurrido en Nueva Esparta (Gómez, 2018a), donde la captura se hace mediante chinchorro playero. Desde el inicio de la crisis se mencionaron causas ecológicas (Gómez, 2006, 2007; Gómez *et al.*, 2008) que ocasionaron la disminución de la fertilidad regional (Gómez *et al.*, 2012, 2014; Taylor *et al.*, 2012; Gómez y Barceló, 2014; Pinckney *et al.*, 2015), afectando la población sardinera, como ha ocurrido también en otras áreas marinas con recursos pelágicos pequeños.

Margarita, la principal zona de pesca sardinera, se localiza al sureste, entre las localidades de Pampatar (Punta Ballena) y La Isleta. Esta zona es considerada el caladero de pesca más importante de Venezuela porque en los años 2003 y 2004 se pescaron 68,431 y 72,141 t respectivamente, aunque en el año 2005 se capturaron 24,549 t, y en el 2006, ya acentuada la crisis pesquera de la sardina, 3,990 t (Gómez, 2006). En esos años se

planteó que en el área los cardúmenes no se aproximaron a las aguas costeras como consecuencia de notorios cambios ambientales, entre ellos, posiblemente, la abundancia del zooplancton, que se considera constituye el alimento básico de recursos pesqueros explotables como los clupeidos (Márquez *et al.*, 2006).

En dicha región, desde 2002 se iniciaron estudios sobre la abundancia y composición del zooplancton nocturno, y las colectas realizadas hasta el 2016 permitieron plantear que la crisis sardinera tuvo relación con un cambio de régimen que ha ocurrido en el ecosistema (Gómez, 2018b, 2019). Los muestreos continuaron hasta el 2018, cuando fueron concluidos. En la presente investigación se presentan los resultados sobre la abundancia del zooplancton obtenido en los dos últimos años (2017 y 2018) de la serie de tiempo.

Materiales y métodos

Área de estudio

La región nororiental de Venezuela incluye los estados Sucre y Nueva Esparta, este último constituido por las islas Margarita, Coche y Cubagua. Es la región marina más productiva del mar Caribe (Gómez, 1996, 2001; Rueda, 2012), principalmente por la surgencia de aguas subtropicales durante los primeros meses del año, por lo que ha sido objeto de numerosas investigaciones oceanográficas (Gómez y Barceló, 2014). Margarita, concretamente, se localiza en el centro del área del afloramiento regional (Gómez, 1996) y está rodeada por aguas con excepcional productividad que originan una considerable riqueza pesquera (Margalef, 1965; Gómez, 2001).

Recolecta de muestras

De enero de 2017 a diciembre de 2018 (24 meses), a bordo de una embarcación pesquera artesanal de madera (eslora de 9 m), se visitaron dos estaciones (figura 1) localizadas a cinco millas de la costa suroriental de Margarita (11°03'19" N, 63°45'53" W y 10°52'13" N, 63°50'29" W), ambas con una profundidad que alcanza 30 m. Los muestreos fueron quincenales (2017) y mensuales (2018), para un total de 72 colectas, y se hicieron entre las 7:00 p. m. y las 8:00 p. m., utilizando una red con diámetro de 1,7 m y longitud de 3,5 m (apertura de malla de 400 micrómetros), arrastrada horizontalmente a profundidad de 10-15 m durante 20 minutos.

Se estimó que en cada arrastre se filtró un volumen aproximado de 650 m³ de agua (según distancia recorrida por la embarcación), con la misma red utilizada desde el 2002. Debido

a que durante los primeros años se empleó un contador de flujo que permitió verificar la relativa constancia en el volumen por tiempo de arrastre y con marcas de campo precisas, los registros de esta investigación se ajustaron a igual volumen nominal. Esta situación es corriente en series de tiempo de larga duración como la conocida WEC (occidente del canal inglés), iniciada a comienzos del siglo XX (Blackett *et al.*, 2014). Las muestras se conservan en el Museo Marino de Margarita (formol 5 %).

Trabajo en laboratorio

La muestra se subdividió en dos partes mediante un separador de plancton Folsom I: una para estimar la abundancia total del zooplancton, y otra para estudiar la composición y la densidad de los principales grupos del zooplancton, lo que constituye un trabajo aparte.

La abundancia se determinó estimando la densidad total (ind/m³) por el conteo directo (dos alícuotas de 5 mL extraídas

con pipeta Hensen/Stempel y extrapolación) sobre cámara de conteo Bogorov. Para el peso seco (mg/m³) y el volumen sedimentado (mL/m³ usando como Imhoff), se empleó igual metodología que en trabajos precedentes (Gómez 2015, 2016, 2018b, 2019) según pautas generales (Boltovskoy, 1981).

Para la hidrografía se tomaron muestras de agua (1 y 25 m de profundidad) con botella tipo Van Dorn para determinar la temperatura con termómetro digital, la salinidad con salinómetro de inducción (Beckman®RS10) y el oxígeno disuelto según el método de Winkler (Strickland y Parsons, 1972). Con estos dos últimos valores se calculó el promedio para la columna de agua.

Los resultados fueron comparados mediante análisis de varianza (una vía), a través del programa estadístico Statgraphics18®. Luego, con un análisis de componentes principales (ACP) se determinaron las relaciones simples entre variables hidrográficas y la abundancia del zooplancton.

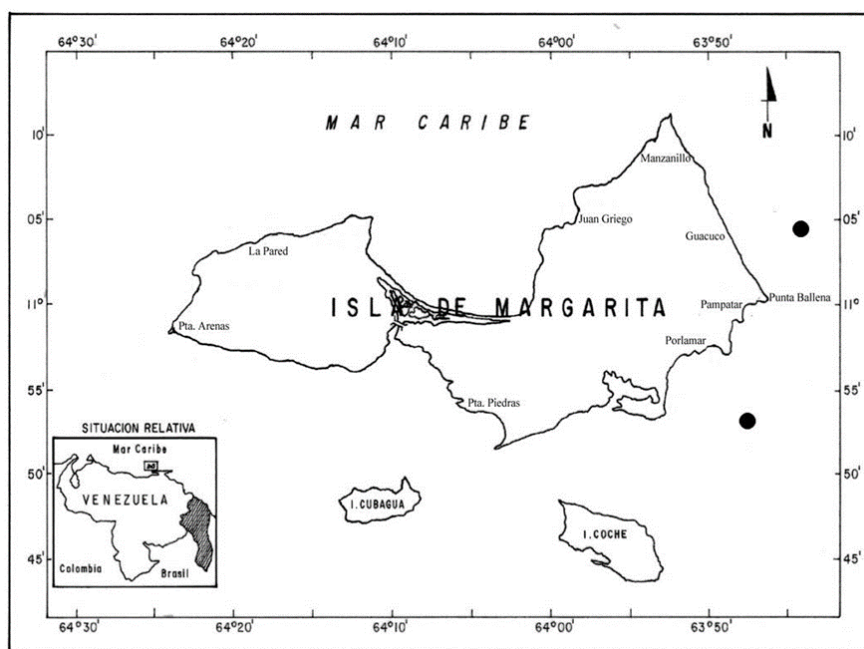


Figura 1. Estaciones de muestreo (●) al sureste de isla Margarita, Venezuela.

Resultados

El estudio consideró muestreos realizados durante 2017 y 2018, y se analizaron 72 recolectas de zooplancton. El análisis de varianza multifactorial simple y con datos transformados (log n+1) indicó diferencia estadística significativa entre los años de estudio ($p < 0,01$), pero no entre las estaciones ($p = 1,00$), por lo cual estas se analizaron en conjunto.

Abundancia de zooplancton

Densidad

La densidad varió entre 26,84 y 398,09 ind/m³ en mayo y septiembre de 2017, respectivamente. En dicho año la densidad promedio mensual fluctuó entre 35,88 y 315,72 ind/m³, con promedio anual de 110,33 ±94,36 ind/m³. En 2018, por otra parte, el promedio mensual osciló entre 34,92 y 272,67 ind/m³,

con promedio anual de $128,97 \pm 87,13 \text{ ind/m}^3$, sin determinar diferencia estadística entre los años ($F= 0,50$; $p= 0,482$). Las mayores concentraciones ($>200 \text{ ind/m}^3$) fueron cuantificadas en

septiembre-octubre de 2017 y en enero-marzo de 2018, mientras que durante los otros meses la densidad fue $<170 \text{ ind/m}^3$ (tabla 1, figura 2).

Tabla 1. Abundancia promedio y desviación estándar del zooplancton en 2017 y 2018 al este de isla Margarita, Venezuela. Valores mínimo y máximo en paréntesis.

Año	n	Densidad (ind/m^3)	Peso seco (mg/m^3)	Volumen sed. (mL/m^3)
2017	48	$110,33 \pm 94,36$ (26,84-398,09)	$0,88 \pm 0,74$ (0,12-2,64)	$0,10 \pm 0,09$ (0,01-0,32)
2018	24	$128,97 \pm 87,13$ (30,22-367,63)	$1,37 \pm 1,15$ (0,38-5,21)	$0,20 \pm 0,17$ (0,03-0,72)

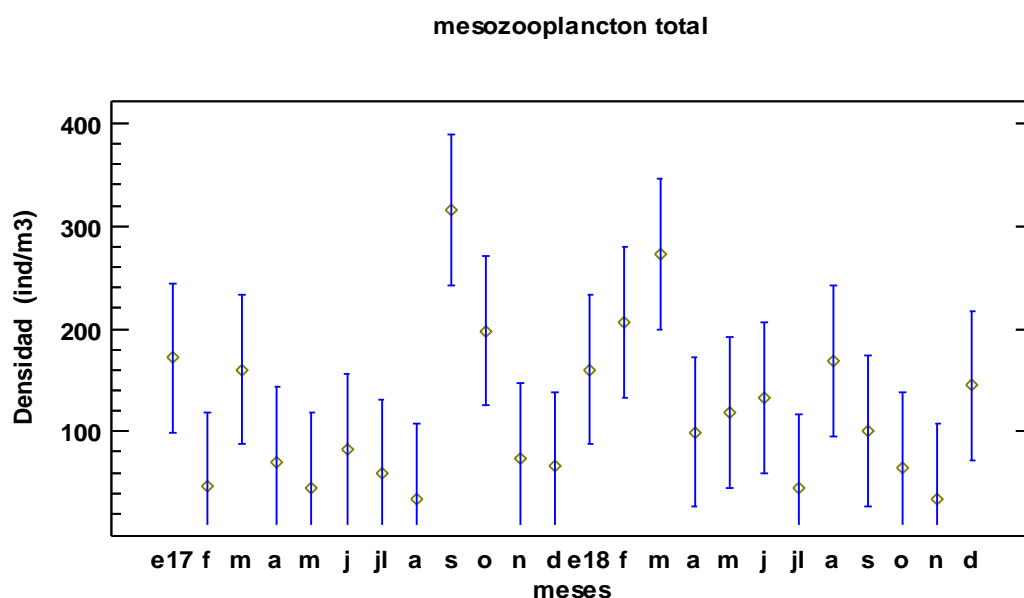


Figura 2. Variación mensual de la densidad total (ind/m^3) del zooplancton al sureste de isla Margarita, Venezuela (años 2017 y 2018).

Peso seco

La biomasa zooplanctónica estimada por el peso seco varió entre $0,12$ y $5,05 \text{ mg/m}^3$ en mayo y marzo de 2017. En dicho año la biomasa mensual promedio fluctuó entre $0,24$ y $2,86 \text{ mg/m}^3$, con promedio anual de $0,89 \pm 0,74 \text{ mg/m}^3$, mientras que en 2018 osciló entre $0,50$ y $3,66 \text{ mg/m}^3$, con promedio anual de $1,37 \pm 1,15 \text{ mg/m}^3$, sin encontrarse diferencia estadística entre los años ($F= 2,43$; $p= 0,126$). Los mayores valores ($2,86$ y $3,66 \text{ mg/m}^3$) se obtuvieron en marzo de 2017 y 2018 (tabla 1, figura 3).

Volumen sedimentado

El volumen de zooplancton varió entre $0,01$ y $0,72 \text{ mL/m}^3$. Los mínimos se registraron en febrero, julio y agosto de 2017, y el máximo, en febrero de 2018. En 2017 el promedio mensual del volumen varió entre $0,04$ y $0,16 \text{ mL/m}^3$, con promedio anual $0,10 \pm 0,09 \text{ mL/m}^3$. En 2018, varió entre $0,03$ y $0,72 \text{ mL/m}^3$, con promedio anual de $0,20 \pm 0,17 \text{ mL/m}^3$, y se encontró diferencia estadística entre los años ($F=0,26$; $p=0,016$). Los mayores valores ($0,36$ y $0,50 \text{ mL/m}^3$) se obtuvieron en febrero y marzo de 2018 (tabla 1, figura 4).

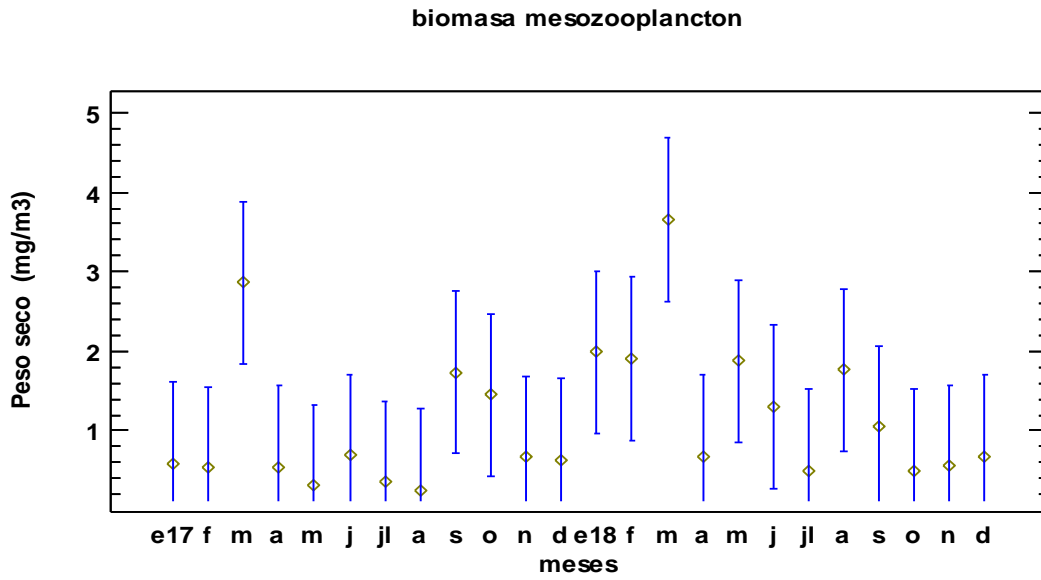


Figura 3. Variación mensual de la biomasa (peso seco mg/m³) del zooplancton al sureste de isla Margarita, Venezuela (años 2017 y 2018).

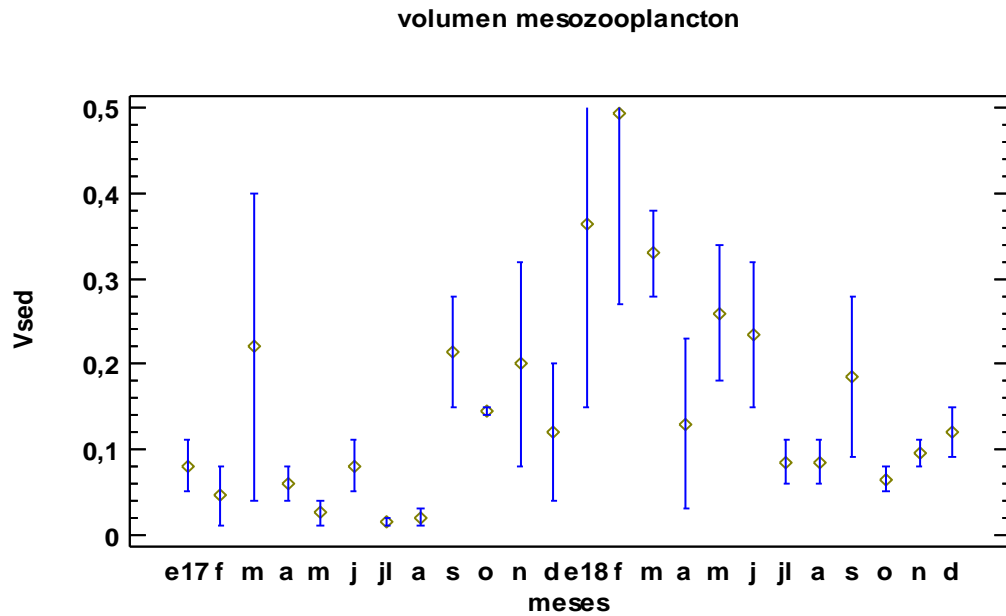


Figura 4. Variación mensual del volumen sedimentado (mL/m³) del zooplancton al sureste de isla Margarita, Venezuela (años 2017 y 2018).

Hidrografía

En 2017 la temperatura en la columna de agua (0 a 25 m) varió entre 26,15 y 29,10 °C, con promedio de 27,54±0,96 °C, mientras que en 2018 osciló entre 24,30 y 28,90 °C, con promedio de 26,13± 1,41 °C, y se verificó diferencia estadística entre los años (F=15,75; p=0,00). En 2018, durante los primeros meses (surgencia), la temperatura fue menor que en el 2017, y los valores máximos se determinaron entre septiembre y octubre. En 2017, la salinidad varió entre 35,12 y 37,68, con promedio de 35,62± 1,17. En el 2018, esta variable fluctuó entre 35,48 y 37,05, con promedio de 35,98±1,15, y no se encontró diferencia

estadística entre los años (F=1,08; p= 0,305). En 2017, el oxígeno disuelto osciló entre 3,67 y 4,72 mL/L, con promedio anual de 4,12±0,35 mL/L, mientras que en 2018 varió entre 3,38 y 4,45 mL/L, con promedio anual de 3,98± 0,27 mL/L, sin verificarse diferencia estadística entre los años (F= 2,32; p= 0,134).

Con relación al ACP, los tres primeros componentes explicaron el 79,04 % de variabilidad de los datos (tabla 3). En el componente uno, la abundancia del zooplancton (densidad, biomasa y volumen) tuvo correlación negativa con la temperatura y ligeramente positiva con el oxígeno disuelto. Finalmente, en el componente dos, la salinidad muestra baja correlación negativa con la temperatura (tabla 4, figura 5).

Tabla 2. Valores promedios y desviación estándar de variables hidrográficas en columna de agua (0-25 m) medidos en el este de isla Margarita (2017 y 2018). Valores mínimo y máximo en paréntesis.

Año	n	Temperatura °C	Salinidad UPS	Oxígeno mL/L
2017	48	27,54± 0,96 (26,15-29,10)	35,62± 1,17 (35,12-37,68)	4,12± 0,35 (3,67-4,72)
2018	24	26,13± 1,41 (24,30-28,90)	35,98± 1,15 (35,48-37,05)	3,98± 0,27 (3,38-4,45)

Tabla 3. Porcentaje de variación de tres primeros componentes del análisis de componentes principales en el sureste de isla Margarita, Venezuela (años 2017 y 2018).

Componente	Autovalores	% varianza	% acumulado
1	2,59047	43,174	43,174
2	1,13324	18,887	62,062
3	1,01846	16,974	79,036

Tabla 4. Peso de tres primeros componentes principales expresados por correlaciones con la hidrografía y el zooplancton en el sureste de isla Margarita (años 2017-2018). (D=densidad; V=volumen; Ps=peso seco; temperatura; salinidad; oxígeno disuelto).

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
D/m3	0,54	-0,22	0,08
V. sed/m3	0,54	-0,06	-0,10
Ps/m3	0,57	-0,09	-0,12
Temperatura	-0,26	-0,59	0,04
Salinidad	0,09	0,73	0,31
Oxígeno	0,07	-0,22	0,92

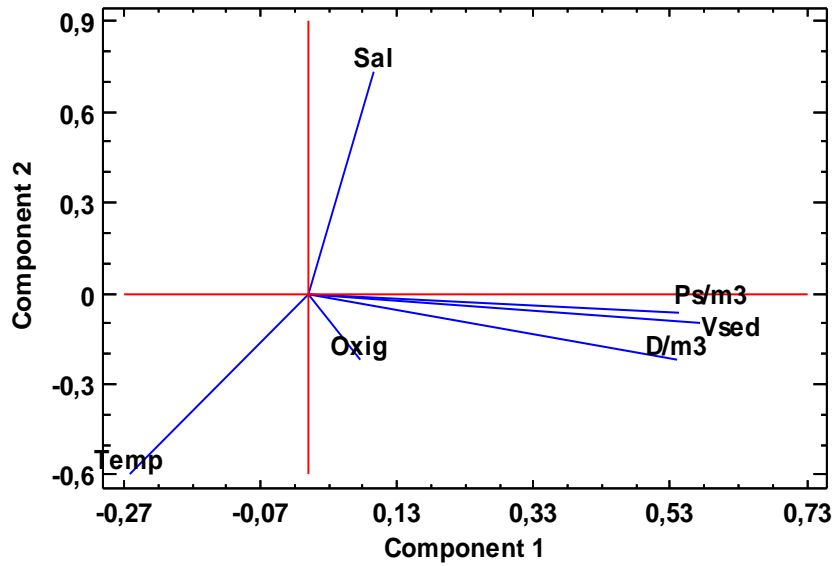


Figura 5. Proyección en los dos primeros componentes de la abundancia del zooplancton e hidrografía en el sureste de isla Margarita, Venezuela (años 2017 y 2018). (D=densidad; V=volumen; Ps=peso seco; temperatura; salinidad; oxígeno disuelto).

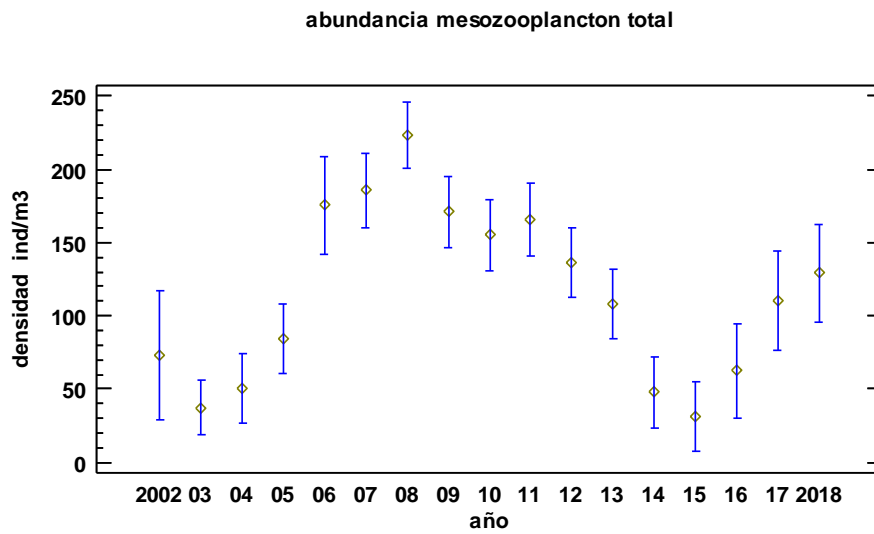


Figura 6. Variación del promedio anual de la abundancia del zooplancton (ind/m³) en el sureste de isla Margarita, Venezuela (periodo 2002-2018, valores hasta el año 2016 tomados de Gómez, 2018b).

Discusión

En el sureste de Margarita, durante los años 2017 y 2018, la abundancia mensual promedio del zooplancton nocturno y el promedio anual (tabla 1) tuvieron valores inferiores a los obtenidos previamente durante el periodo entre 2006 y 2013, cuando los promedios anuales en densidad alcanzaron un máximo de 223,27 ind/m³ y hasta 3,76 mg/m³ de biomasa seca y 0,43 mL/m³ de volumen sedimentado. Esto contrasta con lo determinado en los años 2002 a 2004 y 2014 a 2016 (Gómez, 2018a), cuando se encontraron menores promedios anuales de abundancia (densidad máxima de 72,90 ind/m³ y hasta 2,57 mg/m³ de biomasa seca y 0,12 mL/m³ de volumen sedimentado).

La anterior diferencia también fue verificada por Gómez y Hernández (2008) en muestreos diurnos y con red más pequeña (diámetro de 80 cm), donde encontraron menor abundancia de zooplancton en el periodo 2002 - 2004 y un aumento en el 2005, el cual podría tener relación con la disminución de la sardina en el área y, en consecuencia, en el consumo de zooplancton. En cambio, durante los años previos (2003 - 2004) las capturas sardineras fueron cuantiosas por la gran abundancia del recurso (Gómez, 2006), por lo que ocurrió un mayor consumo planctónico, que se expresó en una menor concentración del zooplancton.

Lo expuesto se muestra claramente en la figura 6, donde los menores valores de la densidad de zooplancton obtenidos en los años 2013 a 2016 son comparables con los obtenidos entre 2002 y 2004. Sin embargo, los valores anuales obtenidos en el presente estudio (2017 - 2018) son mayores, lo que indica que la densidad del zooplancton aumenta a valores intermedios cuando se compara con densidades determinadas en el periodo 2006-2012.

Se ha considerado que los valores altos en la densidad o abundancia del zooplancton indican la ocurrencia de un cambio de régimen (Gómez, 2018b, 2019). En consecuencia, es posible suponer que las variaciones observadas en el ecosistema durante alrededor de una década (Gómez, 2018a) aún se están manifestando, pues las alteraciones en la producción secundaria y en la composición del plancton pueden persistir un tiempo y afectar la dinámica trófica pelágica (Checkley *et al.*, 2017). Por ejemplo, a nivel general, es reconocido que en el fitoplancton las diatomeas grandes experimentan mayor disminución en su abundancia que otros tipos de fitoplancton (Marinov *et al.*, 2010), lo que también fue verificado en el área de surgencia de Venezuela (Pinckney *et al.*, 2015). Este fenómeno tiene

implicaciones en especies de peces pequeños pelágicos planctófagos, como las sardinias y las anchovias, que tienen diferente selectividad alimenticia del plancton que consumen (Van der Lingen *et al.*, 2006).

En el presente estudio la abundancia del zooplancton también fue menor a la registrada en el sur de Margarita y la península de Araya (octubre 2007 a marzo 2009), donde se obtuvieron valores mensuales de abundancia de hasta 1,032,8 ind/m³ en densidad, 7,32 mg/m³ en peso seco y 0,38 mL/m³ en el volumen sedimentado. Asimismo, en las islas de Cubagua y Coche se determinaron densidades mayores, de hasta 1.225,29 ind/m³ (Gómez, 2016). De tal manera se evidencia que la mayor abundancia de zooplancton en isla Margarita durante los años de crisis de la sardina también ocurrió en la península de Araya, que es una importante área sardinera (Gómez, 2018a). Además, se confirma que la abundancia alta o baja del zooplancton puede tener relación con la sardina que transita por las áreas de pesca (Gómez y Hernández, 2008) y que ocurre con frecuencia en regiones sardineras (Verheye y Richardson, 1998; Cury *et al.*, 2000; Möllmann *et al.*, 2000; Reid *et al.*, 2000; Verheye 2000; Möllmann y Koster, 2002).

Se reconoce la dificultad de establecer comparaciones entre estudios que utilizan redes muy diferentes en tamaño (diámetro, longitud y poro) y que varían la hora de los muestreos y su periodicidad, por lo cual se sugiere realizar investigaciones con una menor escala espacial y temporal (Hernández y Gómez, 2014) e intentar estandarizar el tamaño de las redes con objeto de disminuir la enorme variación. Cuando se emplean redes pequeñas, <50 cm, se determinan valores muy bajos (Márquez-Rojas *et al.*, 2007), mientras que utilizando redes más grandes aumentan los valores de abundancia (Márquez-Rojas *et al.*, 2008, 2011, 2018; Hernández y Gómez, 2014). También cabe considerar que, con fines de estimar la abundancia potencial del recurso sardinero en Venezuela mediante la colecta de huevos, tienen que utilizarse redes más grandes (diámetro >1 m) y colectas subsuperficiales y nocturnas (Gómez, 2006, 2016).

Conclusión

En el sureste de isla Margarita (Venezuela), la abundancia promedio anual de zooplancton determinada en 2017 y 2018 tiene valores intermedios o de transición entre la alta abundancia durante los años de crisis sardinera (2006-2013) y los bajos registros de los periodos 2002-2005 y 2014-2016.

Agradecimientos

Se agradece a los pescadores sardineros del Morro de Porlamar por facilitar embarcación para los muestreos desde 2002 hasta 2018, realizados con el Sr. Simplicio Rosales. El Museo Marino de Margarita brindó su laboratorio para los análisis. También es necesario mencionar el apropiado y sentido homenaje que esta revista hace a Luis Alfonso Vidal (*), sencillo y valioso pionero, desde muy joven, de los estudios de fitoplancton en Colombia y con excelentes trabajos publicados. Gracias por el tiempo, la dedicación y las muy oportunas sugerencias de evaluadores.

Referencias

- Beaugrand, G. 2005. Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *ICES Journal of Marine Science* 62: 333-8. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.01.002>.
- Beaugrand, G. y Reid, P. 2003. Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon linked to climate change. *Global Change Biology* 9: 801-17. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00632.x>.
- Blackett, P., Licantro, P., Coombs, S. y Lucas, C. 2014. Long-term variability of the siphonophores *Muggiæa atlantica* and *M. kochi* in the Western English Channel. *Progress in Oceanography* 128: 1-14. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.07.004>.
- Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Inidep, Mar del Plata.
- Checkley, D., Asch, R. y Rykaczewski, R. 2017. Climate, Anchovy, and Sardine. *Annual Review of Marine Science* 9: 469-93. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-122414-033819>.
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R., Jarre, A. Quiñones, R., Shannon, L. y Verheye, H. 2000. Small pelagiques in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in "waspswaist" ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57: 603-18. Doi: <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0712>.
- De Young B., Barange, M. Beaugrand, G. Harris, R. Perry, R. Scheffer, M. y Werner, F. 2008. Regime shifts in marine ecosystems: detection, prediction and management. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 402-9. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.03.008>.
- Gómez, A. 1996. Causas de fertilidad marina en nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-6.
- Gómez, A. 2001. Recursos pesqueros: Caribe. *Investigación y Ciencia* 301: 36-8.
- Gómez, A. 2006. Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita). Museo Marino de Margarita Informe Final al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Venezuela (FONACIT Proy. 2000001372). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas.
- Gómez, A. 2007. Producción primaria al sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 46(2): 97-105.
- Gómez, A. 2015. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: abundancia de huevos de sardina *Sardinella aurita* en el este de Isla Margarita. Once años de estudio (2002-2013) y comentarios sobre muestreo, reproducción y desarrollo. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 54 (2): 95-108.
- Gómez, A. 2016. Densidad de huevos de sardina *Sardinella aurita*, abundancia de zooplancton e hidrografía en la Península de Araya y sur de Isla Margarita, Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 45(1): 57-72. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2016.45.1.630>.
- Gómez, A. 2018a. Análisis del manejo de la crisis de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela y comentario sobre artes de pesca y estadísticas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 47(1): 85-106. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.1.739>.
- Gómez, A. 2018b. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: posible causa un cambio de régimen. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 57(1): 70-82.
- Gómez, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplancton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 47(1): 85-106.
- Gómez, A. y Barceló, A. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: hidrografía y nutrientes al este de la isla de Margarita, una década de estudio (2003-2012). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 53(2): 185-203.
- 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 Universidad de Oriente* 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 Universidad de Oriente* 47(2): 113-28.
- Gómez, A., Barceló, A. y Mata, E. 2012. Condiciones hidrográficas (2007-2009) al sur de isla Margarita y Península de Araya como indicio de disminución de la fertilidad regional y posible afectación del recurso sardinero venezolano. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 51: 173-186.
- Gómez, A., Mata, E. y Gómez, O. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: variación de la biomasa del fitoplancton en el este de Margarita, una década de estudio (2003-2012). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 53: 25-36.
- González, W., Eslava, N. y Gómez, E. 2007. Parámetros poblacionales de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad de Zulia* 41(4): 457-70.
- Hays, G., Richardson, A. y Robinson, C. 2005. Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 337-44. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.03.004>.
- Hernández, I. y Gómez A. 2014. Patrones de abundancia y composición del zooplancton costero a varias escalas temporales en un ciclo de surgencia estacional en la Isla de Margarita, Venezuela. *Inter ciencia* 39(2): 122-8.
- Mackas, D., Thomson, R. y Galbraith, M. 2001. Changes in the zooplankton community of the British Columbia continental margin, 1985-1999, and their covariation with oceanographic conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 685-702. Doi: <https://doi.org/10.1139/f01-009>.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. En: *Estudios sobre el ecosistema pelágico del N.E. de Venezuela*. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas.
- Marinov, I., Doney, S. y Lima, I. 2010. Response of ocean phytoplankton community structure to climate change over the 21st century: partitioning the effects of nutrients, temperature and light. *Biogeosciences* 7: 3941-59. Doi: <https://doi.org/10.5194/bg-7-3941-2010>.
- Márquez, B., Marín, B., Zoppi, E. y Moreno, C. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 45(1): 61-78.
- Márquez-Rojas, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J., Troccoli L. y Subero-Pino S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la Bahía de Mochima, Estado Sucre-Venezuela, durante 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42: 241-52. Doi: <https://doi.org/10.4067/S0718-19572007000300004>.
- Márquez-Rojas, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J. y Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana* 72: 52-67. Doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-65382008000100008>.
- Márquez-Rojas, B., Troccoli, L., Marcano, L., Morales, M., Allen, T., Marín, B. y Díaz-Ramos, J. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 50: 103-19.
- Márquez-Rojas, B., Troccoli, L., Marín, B. y Díaz-Ramos, J. 2018. Abundancia y distribución del zooplancton superficial de la zona costera Arapito-Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 47(2): 111-33. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.2.750>.
- Mendoza, J. 2015. Rise and fall of Venezuela industrial and artisanal marine fisheries: 1950-2010. Fisheries Centre. The University of British Columbia. *Working Paper Series* 2015-27.
- Möllmann C. y Diekmann, R. 2012. Marine ecosystem regime shifts induced by climate and overfishing: a review for the Northern Hemisphere. *Advances in Ecological Research* 47: 303-47. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398315-2.00004-1>.
- Möllmann, C. y Koster, F. 2002. Population dynamics of calanoid copepods and the implications of their predation by clupeid fish in the Central Baltic Sea. *Journal of Plankton Research* 24: 959-77. Doi: <https://doi.org/10.1093/plankt/24.10.959>.
- Möllmann, C., Kornilovs, G. y Sidrebrics, L. 2000. Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the Central Baltic Sea. *Journal of Plankton Research* 22: 2015-38. Doi: <https://doi.org/10.1093/plankt/22.11.2015>.
- Möllman, C., Folke, C., Edwards, M. y Conversi, A. 2015. Marine regime shifts around the globe: theory, drivers and impacts. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* B370: 20130260. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0260>.
- Perry, R., Batchelder, H., Mackas, D., Chiba, S., Durbin, E., Greve, W. y Verheye, H. 2004. Identifying global synchronies in marine zooplankton populations: issues and opportunities. *ICES Journal*

- of Marine Science* 61: 445-56. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.03.022>.
- Pinckney, J., Benitez, C., Thunell, R., Muller, F., Lorenzoni, L., Troccoll, L. y Varela, R. 2015. Phytoplankton community structure and depth distribution changes in the Cariaco Basin between 1996 and 2010. *Deep-Sea Research Part I* 101: 27-37. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2015.03.004>.
- Reid, P. y Edwards, M. 2001. Plankton and climate. En: Steele, J., Editor. *Encyclopedia of Sciences*. Academic Press, Oxford.
- Reid, P., Battle, E., Batten, S. y Brander K. 2000. Impact of fisheries on plankton community structure. *ICES Journal of Marine Science* 57: 495-502. Doi: <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0740>.
- Roemmich, D. y McGowan, J. 1995. Climatic warming and the decline of zooplankton in the California current. *Science* 267: 1324-6. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.267.5202.1324>.
- Rueda, D. 2012. On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of Spanish sardine (*Sardinella aurita*). Tesis de Doctorado, University South Florida, USA.
- Rueda-Roa, D., Mendoza, J., Muller-Karger, F., Cárdenas, J., Achury, A. y Astor, Y. 2017. Spatial variability of Spanish sardine (*Sardinella aurita*) abundance as related to the upwelling cycle off the southeastern Caribbean Sea. *PLoS ONE* 12(6): e0179984. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179984>.
- Scheffer M. 2009. *Critical transitions in nature and society*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Strickland, J. y Parsons, T. 1972. Practical Handbook of Seawater analysis. *Bulletin - Fisheries Research Board of Canada* 167: 310.
- Taylor, G., Müller-Karger, F., Thunell, R., Scranton, M., Astor, Y., Varela, R., Troccoli, L., Lorenzoni, L., Fanning, K., Hameed, S. y Doherty, O. 2012. Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 109 (47): 19315-20.
- Van Der Lingen, C., Hutchings, L. y Field, J. 2006. Comparative trophodynamics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardinops sagax* in the southern Bengala: are species alternations between small pelagic fish trophodynamically mediated? *African Journal of Marine Science* 28: 465-77. Doi: <https://doi.org/10.2989/18142320609504199>.
- Verheye, H. 2000. Decade-scale trends across several marine trophic levels in the Southern Benguela upwelling system off *South Africa* *Ambio* 29: 30-4. Doi: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.1.30>.
- Verheye, H. y Richardson, A. 1998. Long-term increase in crustacean zooplankton abundance in the southern Benguela upwelling region (1951-1996): bottom-up or top-down control? *ICES Journal of Marine Science* 55: 803-7. Doi: <https://doi.org/10.1006/jmsc.1998.0387>.

Citar como: Gómez Gaspar, A. 2021. Variación temporal del zooplancton durante 2017 y 2018 en el sureste de Isla Margarita, Venezuela. *Intropica* 16(2): 180- 190. Doi: <https://doi.org/10.21676/23897864.4036>