

EFFECTOS DEL HURACAN IKE (2008) EN EL PLANCTON DE ISLA DE AVES, VENEZUELA

EGLEÉ CASANOVA^{1,2*}, E. ZOPPI DE ROA^{2†} & EDIE MONTIEL²

¹ Centro de Estudios Ambientales, Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Autor de correspondencia: egleecasanova@yahoo.es, <http://orcid/0000-0002-5348-7030>

² Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton), Centro de Ecología y Evolución, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

<http://orcid/0000-0002-0901-6768>

RESUMEN: Se evaluaron los cambios en la composición, riqueza, abundancia y biomasa de la comunidad planctónica en Isla de Aves, durante 18 días interdiario (25 agosto - 11 septiembre 2008), en la época de alta frecuencia de huracanes. El fitoplancton se recolectó con una botella tipo LaMotte (1 L), en la subsuperficie (0,5-1 m) mientras que el zooplancton se obtuvo por medio de arrastres oblicuos con una red de plancton (malla filtrante = 285 µm). La composición del plancton incluyó una mezcla de especies costeras, neríticas y oceánicas. El fitoplancton con 27 especies estuvo representado por las diatomeas *Coscinodiscus centralis* y *Nitzschia longissima*, y los dinoflagelados *Tripes pulchellum* y *Prorocentrum micans* y la cianobacteria *Trichodesmium thiebautii*. La riqueza, abundancia del fitoplancton y concentración de clorofila *a*, fueron mayores en pre-perturbación (29 agosto) y disminuyeron al inicio de la post-perturbación (02 septiembre), a consecuencia del huracán Ike (categoría 4). Se identificaron 84 especies zooplanctónicas: los copépodos fueron el grupo dominante representados por *Aetus typicus*, *Calocalanus pavo*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Farranula gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea*, *Nannocalanus minor* y *Oncaea venusta*, seguidos en importancia por las apendicularias *Oikopleura (C.) longicauda* y *O. (C.) fusiformis*. El máximo valor de abundancia del zooplancton (1740 ind/m³) se presentó en pre-perturbación, mientras la riqueza y biomasa zooplanctónica (54 mg/ m³) fueron mayores en post-perturbación. La variación en la composición, riqueza, abundancia y biomasa del plancton en Isla de Aves durante la época de huracanes es regulada por la presencia cíclica de las perturbaciones tropicales.

Palabras clave: plancton, biomasa, huracán Ike, Isla de Aves, Venezuela.

ABSTRACT: Changes in the composition, richness abundance and biomass of the plankton community on the island of Aves were evaluated, during 18 days interdiary (25 august – 11 September 2008), in the high frequency hurricane season. The phytoplankton was collected with a LaMotte bottle (1 L), in the subsurface (0.5-1 m) while zooplankton was obtained by means of oblique trawls with a plankton net (filter mesh = 285 µm). The composition of the plankton included a mixture of coastal, neritic, and oceanic species. The phytoplankton with 27 species was represented by the diatom species *Coscinodiscus centralis* and *Nitzschia longissima* and the dinoflagellates *Tripes pulchellum* and *Prorocentrum micans* and the cyanobacteria *Trichodesmium thiebautii*. The richness, abundance of phytoplankton and chlorophyll *a* concentration were higher in pre-disturbance (29 august) and lower at the beginning of the post-disturbance (02 september), as a consequence of hurricane Ike (category 4). 84 zooplanktonic were identified; the copepods were the dominant group represented by *Aetus typicus*, *Calocalanus pavo*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Farranula gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea*, *Nannocalanus minor* and *Oncaea venusta*, followed in importance by the appendicularians *Oikopleura (C.) longicauda* and *O. (C.) fusiformis*. The maximum value of zooplankton numerical abundance (1740 ind/m³) occurred during the pre-disturbance, while the zooplankton richness and biomass (54 mg/m³) were higher in the post-disturbance. Variation in the composition, richness, abundance and biomass of the plankton species on island of Aves during the hurricane season is regulated by the cyclical presence of tropical disturbances that occur on the island.

Key words: plankton, biomass, hurricane Ike, island of Aves, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El área emergida (Isla de Aves), la plataforma insular y el mar territorial fueron declarados en 1972 como Refugio de Fauna Silvestre (REPÚBLICA DE VENEZUELA 1972). De acuerdo a PRIETO *et al.* (2012), Isla de Aves representa la principal área nacional para la anidación de la tortuga marina *Chelonia mydas* y la segunda colonia de mayor relevancia en el mar Caribe occidental.

También es un refugio importante para diversas especies de aves migratorias y residentes, como: la gaviota de veras (*Sterna fuscata*), la más abundante en la isla y la principal población conocida en Venezuela y la gaviota tiñosa (*Anous stolidus*), la colonia más grande conocida en el Caribe (BRADLEY & NORTON 2009). Asimismo, Isla de Aves es vulnerable al impacto de los ciclones tropicales (tormentas tropicales y huracanes), que se

presentan con una mayor ocurrencia entre agosto y septiembre (OLIVARES-RAMÍREZ & PIÑERO-DÍAZ 2010).

Los ciclones tropicales afectan la pluviosidad, nubosidad y velocidad del viento que a su vez, cambian las condiciones oceanográficas como el oleaje, turbidez, temperatura, salinidad y generan surgencias (SON *et al.* 2007; JULLIEN *et al.* 2012). Además, los huracanes cambian la distribución, riqueza y abundancia de las especies marinas, y generan diferentes patrones ecológicos en los ecosistemas (BOERO 1996). Al respecto, los huracanes cambian la estructura de la comunidad planctónica (FOGEL *et al.* 1999; LIN *et al.* 2003; MCKINNON *et al.* 2003; BABIN *et al.* 2004; SHI & WANG 2007; ZHAO *et al.* 2008; MANGESH *et al.* 2016; BOLOGNA *et al.* 2018 y WACHNICKA *et al.* 2019). En Isla de Aves los huracanes afectan los procesos meteorológicos y oceanográficos, al igual que impactan en la estructura comunitaria del plancton.

Las investigaciones sobre el plancton en el país, han sido enfocadas en la variación temporal y espacial de la composición, riqueza, abundancia, así como su relación con las variables ambientales. Estos trabajos se han enfocado principalmente en la región nerítica de la costa oriental y occidental de Venezuela (LEGARÉ 1964; MARGALEF 1965; ZOPPI DE ROA 1961, 1971, 1977; FERRAZ 1983; LA BARBERA 1993; VARELA *et al.* 2003; GONZÁLEZ 2003; MARTIN *et al.* 2007; ZOPPI DE ROA & CAMISOTTI 2007; PIRELA- OCHOA *et al.* 2008; BRICEÑO *et al.* 2009; SCOTT-FRIAS 2011; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2017, 2018; GÓMEZ 2019; CRESPO *et al.* 2020; GONZÁLEZ-PEROZO *et al.* 2020 y PEREIRA *et al.* 2020).

En la región insular oceánica correspondiente a las Dependencias Federales son pocos los estudios referidos al plancton, llevados a cabo en la isla La Tortuga y el Parque Nacional Archipiélago Los Roques (P.N.A. Los Roques). Un trabajo pionero a destacar en la isla La Tortuga es el de CERVIGÓN (1962), quien contribuyó al conocimiento de los copépodos de la zona oceánica. RODRÍGUEZ-CENTENO *et al.* (2010), reportaron baja biomasa y abundancia del fitoplancton relacionada con el carácter oligotrófico de las aguas en la isla La Tortuga.

En P.N.A Los Roques, se encuentra el trabajo de GONZÁLEZ (1989), quien registró bajas concentraciones de nutrientes y producción primaria fitoplanctónica alrededor de las aguas del cayo Dos Mosquises; por su parte SÁNCHEZ (1993) estudió la ecología y dinámica del fitoplancton en el arrecife coralino del mismo

cayo. PÉREZ-CASTRESANA *et al.* (2014), caracterizaron el fitoplancton de seis arrecifes coralinos del Archipiélago Los Roques, reportando que la comunidad estuvo constituida básicamente por el nanofitoplancton (>60% de la abundancia total). En relación al zooplancton, FIGUEROA (2002) estudió la composición y distribución vertical del zooplancton en cayo Dos Mosquises. CASANOVA *et al.* (2007) caracterizaron espacial y temporalmente la comunidad zooplanctónica en cinco zonas del Archipiélago Los Roques, encontraron una composición que combina formas neríticas y oceánicas con dominancia de los copépodos; reportaron altas concentraciones de zooplancton en ciertas zonas del parque.

Finalmente, en Isla de Aves es importante destacar, el trabajo de CASANOVA (2016), quien contribuyó al conocimiento de la dinámica comunitaria planctónica y su interrelación con las variables ambientales en varias épocas de estudio. PEREIRA *et al.* (2018), quienes realizaron un inventario de las especies de microalgas que constituyen la comunidad fitoplanctónica de la isla. No existen trabajos respecto al impacto de los ciclones tropicales en la estructura comunitaria del fitoplancton y zooplancton de Isla de Aves. En esta investigación se evalúa la composición, riqueza, abundancia y biomasa del plancton en condiciones de pre-perturbación y post-perturbación en la época de alta frecuencia de huracanes que afectan Isla de Aves.

MATERIALES Y MÉTODOS

Isla de Aves (sup. = 3,6 ha) está situada a 15° 40' 23,7" Lat. N y 63° 36' 59,9" Long. W (FIGURA 1, DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DHN 2002). Presenta una topografía plana de forma alargada con longitud aproximada de unos 550 m en dirección norte-sur y 140 m en su parte más ancha en dirección este-oeste (LAZO 2015).

La plataforma submarina de la isla es una meseta elipsoidal de 5,8 km en dirección norte sur y 2,6 km en dirección este oeste, y presenta (una superficie de 10 km², con una profundidad media de 15 m, y 25 m cerca del talud). La isla está rodeada por una franja arrecifal que se ubica en la zona de barlovento y se extiende hasta sus extremos laterales norte y sur, protegiéndola del oleaje y permitiendo el depósito del sedimento calcáreo. Al oeste de la isla, el fondo marino en la plataforma es arenoso con parches calcáreos (MÉNDEZ 2007).

Se realizó un muestreo interdiario durante 18 días (25 agosto - 11 septiembre 2008), en la época de alta

frecuencia de huracanes entre las 09:00 y 12:00 h. Se recolectaron un total de 80 muestras de plancton en cuatro zonas (norte, sur, este y oeste) ubicadas en forma concéntrica alrededor de la plataforma interna de Isla de Aves. En cada zona se establecieron dos estaciones siguiendo un diseño de muestreo por conglomerado bietápico con submuestreo y en forma sistemática, dispuestas lineal y paralelamente a la costa (Fig. 1).

En cada estación se tomó una muestra de fitoplancton superficial (0,5- 1 m) con una botella tipo *LaMotte* de 1 L de capacidad, y se preservaron *in situ* con lugol. Para los análisis de clorofila *a* se colectaron muestras de 2 L de agua. También se recolectó una muestra de zooplancton mediante arrastres verticales con una red tipo Hensen (malla filtrante = 285 μ m), desde 6 m de profundidad hasta la superficie. Una vez colectadas las muestras, se fijaron *in situ* con formaldehído al 37% neutralizado con borato de sodio.

En el laboratorio se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton, sedimentado en cámaras de Utermöhl (WETZEL & LIKENS 1991) y observados

en un microscopio óptico invertido (Leica DMIL). La identificación del fitoplancton se llevó hasta el menor nivel taxonómico posible. Para esto se consultaron: CUPP (1943), HALIM (1967), BALECH (1988), LA BARBERA (1993), GAMBOA-MÁRQUEZ *et al.* (1994), DÍAZ-RAMOS (2000), GUIRY & GUIRY (2020). La determinación de Chl *a* se realizó por espectrofotometría (STRICKLAND & PARSONS 1972).

Para el análisis del zooplancton, se tomó de la muestra una alícuota de 2 ml con una pipeta Hensen-Stempel y se colocó en una cámara Bogorov, para identificar y contar los individuos bajo un microscopio estereoscópico (Wild-Heerbrugg M-12); además se revisó la muestra original para detectar especies raras que no aparecieron en la alícuota. La ubicación taxonómica de los grupos zooplanctónicos se realizó en su mayoría hasta el nivel de especie. Para la identificación del zooplancton se emplearon los trabajos de: CERVIGÓN (1962), LEGARÉ (1964), OWRE & FOYO (1967), TRÉGOUBOFF & ROSE (1967), ZOPPI DE ROA (1971), DE BOYD (1977), CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES (1994), SUÁREZ-MORALES & GASCA (1997) y

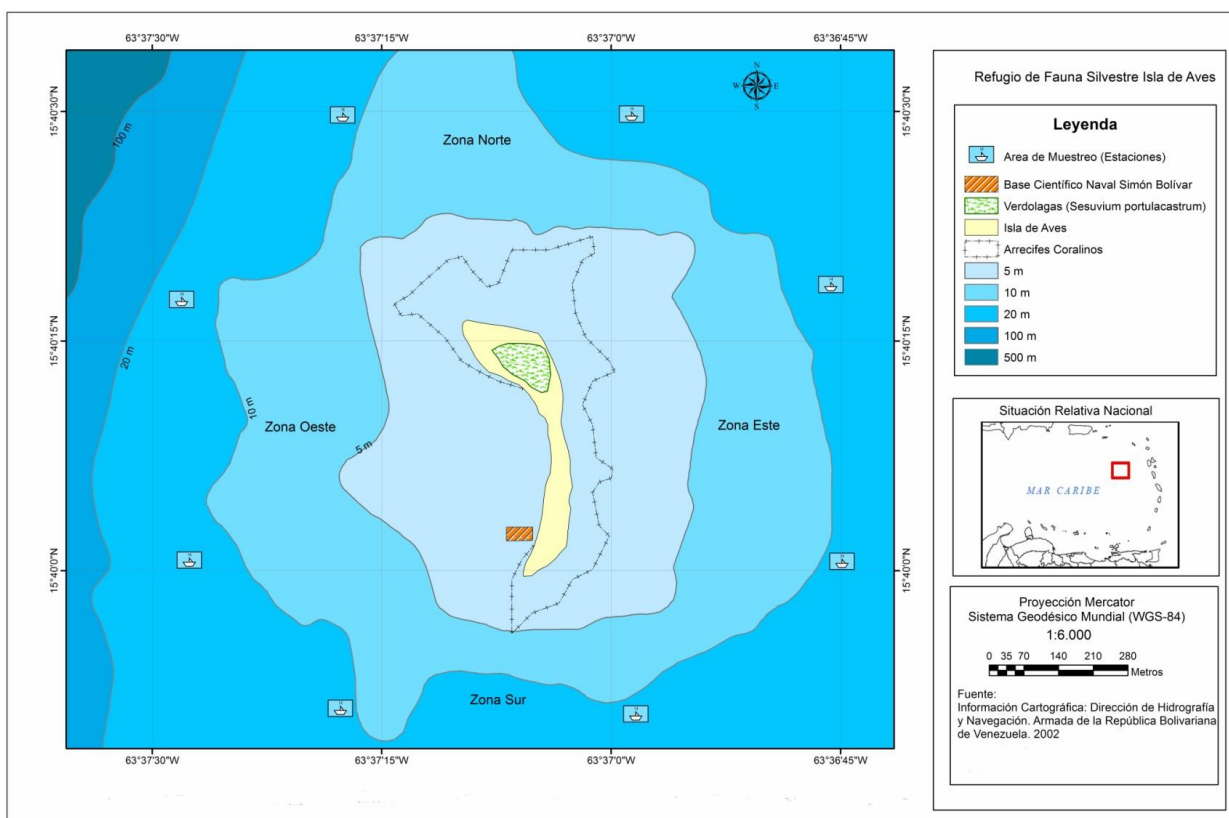


FIGURA 1. Ubicación de las zonas de muestreo en Isla de Aves, Venezuela.

JOHNSON & ALLEN (2012). La revisión de la validez de los nombres científicos se realizó en WoRMS (2020), desde donde se obtuvieron también los autores de las especies. La biomasa se estimó mediante el método gravimétrico del peso húmedo, según OMORI & IKEDA (1984).

Se midieron la temperatura, salinidad, pH del agua con una sonda multiparamétrica (Hanna HI 8424). Los datos meteorológicos como temperatura, radiación, presión atmosférica, velocidad del viento, humedad relativa y nubosidad se obtuvieron de la estación meteorológica de Isla de Aves. Se usaron las imágenes de satélites, mapas y reportes técnicos de la NOAA (<http://www.nhc.noaa.gov>) acerca de los ciclones tropicales que ocurrieron en el 2008.

Se realizaron sucesivos Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar la estructura de las correlaciones de las variables estudiadas, a partir de la matriz de correlación múltiple (JOHNSON & WICHERN 1992); se escogieron las variables más “importantes” (que aportaron la mayor información estadística). Se representaron en gráficos Biplot (GABRIEL 1971). El criterio de selección de los componentes fue el de los valores propios (< 1) (CHATFIELD & COLLINS 1980). Con las variables escogidas, se realizó un Análisis de Agrupamiento de Casos (“Cluster Analysis”), y se empleó como medida de asociación la distancia Euclídeana (medida de disimilitud) y el método de Ward

como medida de agrupamiento. Se representaron los agrupamientos en dendrogramas verticales (ANDERBERG 1973). Se utilizó una prueba de T^2 de HOTELLING (1931), que compara las medias de dos poblaciones multivariadas y determina si las diferencias entre los grupos del Análisis de Agrupamiento resultan estadísticamente significativas. Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Ciclones tropicales y variables ambientales

El 04 de septiembre 2008 a las 0600 h el huracán Ike pasó al norte de Isla de Aves (Fig. 2), y alcanzó la categoría 4 (velocidad máxima del viento: 231 km/h y presión atmosférica: 935 mb; BERG 2009). En la TABLA 1 se presentan las variables ambientales (meteorológicas y fisicoquímicas) medidas en Isla de Aves. La temperatura del aire (32°C) y del agua (30,5°C) alcanzó máximos valores el 02 de septiembre (al inicio de la perturbación de Ike). La presión atmosférica varió entre 1012 y 1007 mb (02 de septiembre). La dirección del viento dominante fue la SSW (pre-perturbación); y cambió a la ESE (post-perturbación) y la velocidad fue mayor (8,5 m/s) el 31 de agosto y menor (2,1 m/s) el 02 de septiembre. La salinidad fue baja (30,5 UPS) en la pre-perturbación e incrementó (35 UPS) en la post-perturbación. Se observó alto nivel de precipitación y el oleaje alcanzó una altura máxima (6 m) en la costa este y oeste (03 y 04 de septiembre).

TABLA 1. Datos de las variables ambientales registradas en Isla de Aves durante la época de huracanes en pre-perturbación (agosto) y post-perturbación (septiembre) de 2008.

Variables	Agosto (pre-perturbación)				Septiembre (post-perturbación)		
	25	27	29	31	02	09	11
Presión atmosférica (mb)	1010	1009	1008	1009	1007	1013	1011
Temperatura media del aire (°C)	30,8	31,0	31,6	30,4	32,0	31,0	30,3
Temperatura media del agua (°C)	29,7	29,4	30,2	29,9	30,5	29,8	30,2
pH del agua	8,07	8,06	8,04	8,10	8,0	8,23	8,48
Salinidad	30,5	30,80	31,72	31,23	32,08	34,90	32,83
Velocidad del viento (m/s)	6,4	1,6	5,5	8,5	2,1	6,9	5,4
Dirección del viento (°)	150,3	172,5	169,0	144,7	142,3	109,3	78,8
Nubosidad	5/8	6/8	6/8	6/8	6/8	4/8	4/8
Humedad (%)	72,3	70,0	69,5	66,7	64,3	75,0	77,0
Radiación (w/m2)	741	657	978	747	911	860	573

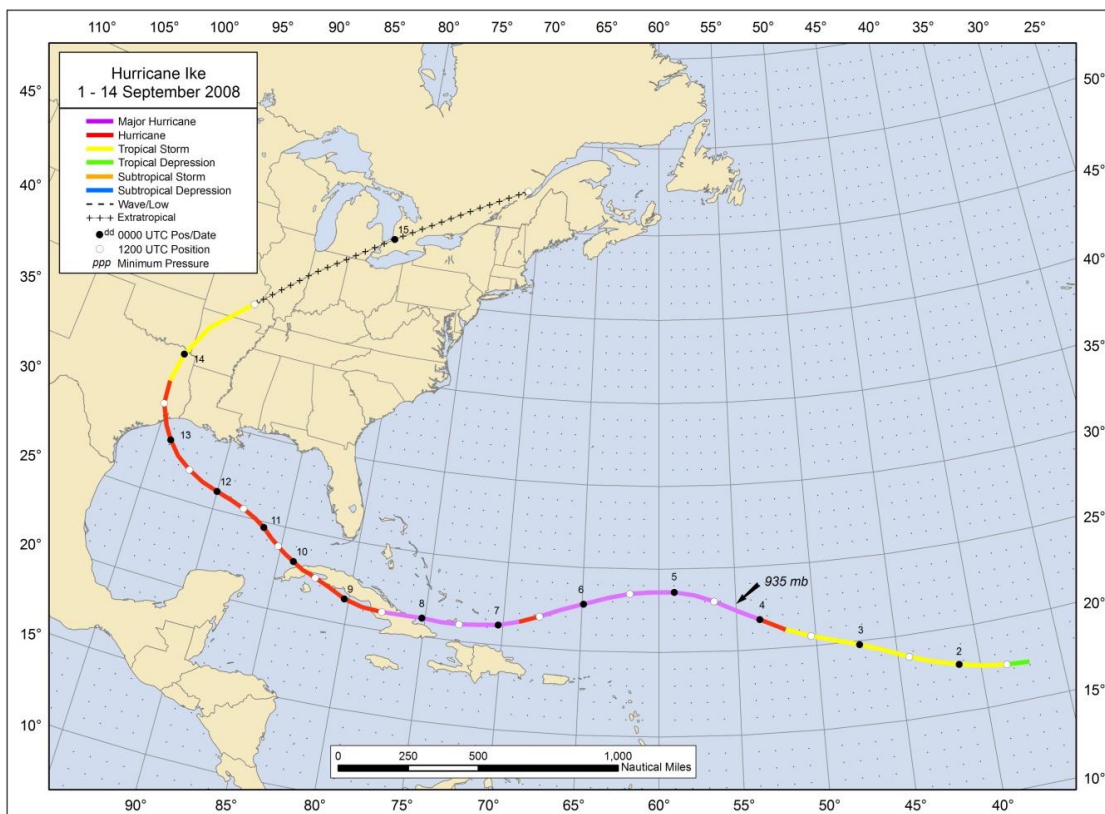


FIGURA 2. Trayectoria del huracán Ike, del 01 al 14 de septiembre del 2008.

Fuente: BERG (2009). Centro Nacional de Huracanes

Composición y abundancia del fitoplancton

La composición de la comunidad fitoplanctónica en la época de alta frecuencia de huracanes de 2008 en Isla de Aves se presenta en la TABLA 2. El fitoplancton observado corresponde a tres divisiones: Bacillariophyta (diatomeas), Pyrrophyta (dinoflagelados) y Cyanobacteria. Se identificaron 23 géneros. Se identificaron 15 especies de diatomeas, destacando *Coscinodiscus centralis*, *Nitzschia longissima* y *Navicula spp.* Entre los dinoflagelados, *Tripos pulchellum* y *Prorocentrum micans* fueron las especies más frecuentes y la cianobacteria *Trichodesmium thiebautii*, la cual estuvo presente durante todo el muestreo. De las 27 especies reportadas durante el periodo de huracanes, solo 12 representan el 44% de la composición total y, se mantuvieron en ambos periodos (pre-perturbación y post-perturbación). La mayor riqueza de taxones fitoplanctónicos (18) se registró el 31 de agosto, en la pre-perturbación y la mínima riqueza (3 especies) el 9 de septiembre durante la post-perturbación.

La abundancia del fitoplancton fue mayor en agosto, con un máximo valor (55 cel/L) el día 29, dominando las diatomeas, seguidas por las cianobacterias en pre-perturbación, el 02 de septiembre disminuyó la abundancia de los tres grupos fitoplanctónicos, durante la perturbación del huracán Ike. Hacia el final de la post-perturbación se registraron ligeros aumentos en los dinoflagelados y diatomeas (Fig. 3).

Las mayores concentraciones de clorofila *a*, se presentaron en pre-perturbación, con un máximo valor (5,53 mg/m³) el 29 de agosto. Durante el paso del huracán Ike, la concentración de clorofila *a* disminuyó (0,5 mg/m³), luego se reportó un ligero incremento durante la post-perturbación (Fig. 4).

Composición, abundancia y biomasa del zooplancton

El zooplancton estuvo representado por 88 taxones pertenecientes a 14 grupos del holoplancton (TABLA 3). Los copépodos fueron el principal grupo, tanto

TABLA 2. Taxones fitoplanctónicos (X = presencia) registrados en la época de alta frecuencia de huracanes durante 2008 en Isla de Aves, correspondiente a los días de agosto (Pre-P = pre-perturbación) y septiembre (Ike = inicio de la perturbación y Post-P = post-perturbación). (*) = especies presentes en todo el periodo de estudio.

Taxones fitoplanctónicos	Agosto				Septiembre		
	Pre-P				Ike	Post-P	
	25	27	29	31	2	9	11
BACILLARIOPHYTA							
<i>Coscinodiscus centralis</i> EHRENBERG, 1844 (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Guinardia striata</i> HENSEN, 1911	X		X	X	X		X
<i>Lauderia</i> sp.			X				
<i>Leptocylindrus danicus</i> CLEVE, 1889			X	X			
<i>Licmophora gracilis</i> (EHRENBERG) GRUNOW, 1867	X	X		X	X		X
<i>Navicula</i> spp (*)	X	X	X	X	X		X
<i>Nitzschia longissima</i> (BRÉBISSE) RALFS, 1861 (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia sigma</i> (KÜTZING) W.SMITH, 1853				X			
<i>Pleurosigma</i> sp.							X
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (CLEVE) H.PERAGALLO, 1899				X	X		
<i>Rhizosolenia flaccida</i> CASTRACANE, 1886	X		X	X	X		X
<i>Skeletonema costatum</i> (GREVILLE) CLEVE, 1873	X			X			
<i>Thalassiosira</i> sp.	X		X				
PYRROPHYTA							
<i>Dinophysis</i> sp.				X	X		X
<i>Gonyaulax</i> sp.		X		X			X
<i>Noctiluca scintillans</i> (MACARTNEY) KOFOID & SWEZY, 1921		X					
<i>Ornithocercus magnificus</i> STEIN, 1883							X
<i>Phalacroma rapa</i> JORGENSEN, 1923			X				
<i>Podolampas bipes</i> var. <i>reticulata</i> (KOFOID) TAYLOR				X			
<i>Preperidinium</i> sp.				X			
<i>Prorocentrum micans</i> EHRENBERG, 1834	X	X	X	X	X		X
<i>Protoperidinium pyriforme</i> (PAULSEN, 1905) BALECH, 1974	X	X	X	X			
<i>Protoperidinium</i> spp.		X					
<i>Tripes furca</i> (EHRENBERG) F.GÓMEZ, 2013							X
<i>Tripes pulchellus</i> (SCHRÖDER) F.GÓMEZ, 2013 (*)	X	X	X	X	X		X
CYANOBACTERIA							
<i>Oscillatoria</i> sp.			X				
<i>Trichodesmium thiebautii</i> GOMONT EX GOMONT, 1890 (*)	X	X	X	X	X	X	X
Total de taxones	12	11	14	18	11	3	14

en riqueza (48 especies) como en abundancia. Las especies dominantes durante la época huracanes fueron: *Aetus typicus*, *Calocalanus pavo*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Farranula gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea*, *Nannocalanus minor* y *Oncaea*

venusta. En pre-perturbación se registraron únicamente 11 especies: *Copilia quadrata*, *Copilia mirabilis*, *Euchaeta spinosa*, *Euchirella rostrata*, *Miracia efferata*, *Oncaea media*, *Paracalanus aculeatus*, *Pareucalanus sewelli*, *Scolecithrix danae*, *Subeucalanus*

subcrassus y *Xanthocalanus agilis*. Al inicio de la perturbación (huracán Ike), solamente se observaron 2 especies, *Agetus flaccus* y *Labidocera aestiva* y en post-perturbación aparecieron 9 especies: *Acartia* (*A.*) *spinata*, *Centropages velificatus*, *C. violaceus*, *Lubbockia squillimana*, *Mecynocera clausi*, *Oithona nana*, *Pachos punctatum*, *Sapphirina scarlata* y *Saphirella tropica* (TABLA 3).

Las apendicularias le siguieron en orden de importancia con 9 especies, siendo *Oikopleura* (*C.*) *longicauda* y *O. (C.) fusiformis*, las más representativas durante la época de huracanes en Isla de Aves. Se identificaron 6 especies de quetognatos, *Flaccisagitta enflata* y *Parasagitta tenuis* fueron las más comunes. Por último, se encontró el cladócer *Pseudevadne tergestina* durante toda la época de huracanes.

De las 84 especies zooplantónicas presentes en la época de huracanes, sólo 35 (42%) se mantuvieron tanto en pre-perturbación como en post-perturbación. La riqueza total de los taxones zooplantónicos, mostró un aumento en el número de taxones (45) el 9 de septiembre en post-perturbación.

La abundancia media del zooplancton total en pre-perturbación fue mayor con respecto a la post-perturbación con un máximo valor (1740 ind/m^3) el 27 de agosto (Fig. 5). La abundancia media de los copépodos presentó un patrón similar al zooplancton total. Las apendicularias y quetognatos mostraron los mayores registros de abundancia media durante los primeros días del periodo de pre-perturbación; el 02 septiembre la abundancia media de los tunicados disminuyó. En los quetognatos se observó un máximo de abundancia, coincidiendo con la ocurrencia del huracán Ike; la abundancia de ambos grupos disminuyó en condiciones de post-perturbación.

La biomasa total del zooplancton durante el estudio fue menor en la pre-perturbación con un mínimo el 27 de agosto (23 mg/m^3) con respecto a la post-perturbación. En cambio, al inicio de la perturbación el 02 septiembre, aumentó esta variable biológica (54 mg/m^3) (Fig. 6).

El Análisis de Componentes Principales (ACP), correspondiente al zooplancton y velocidad del viento, mostró una varianza acumulada de 70,41 % en sus dos primeros ejes. La velocidad del viento (Vel_Vie) y la abundancia del copépodo *Euchaeta spinosa* (Euc sp) presentan correlación positiva. La abundancia de *Euchirella rostrata* (Euc_ro), incrementa con la

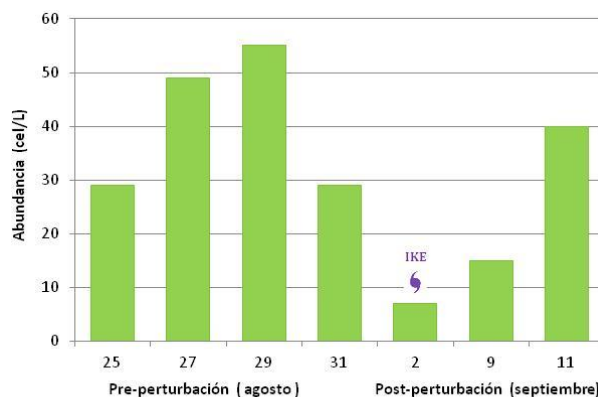


FIGURA 3. Variación interdiaria de la abundancia fitoplanctónica en la época de huracanes (2008), en pre-perturbación (agosto) y post-perturbación (septiembre) en Isla de Aves.

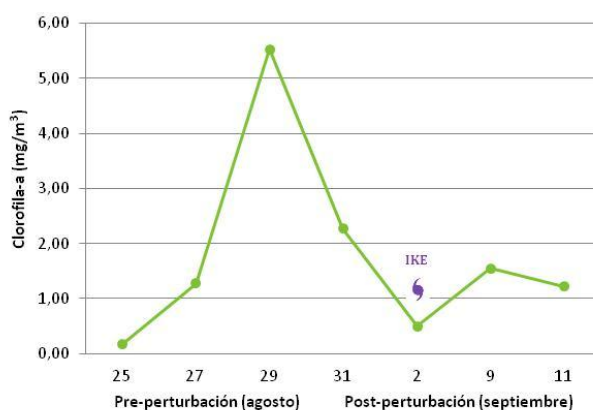


FIGURA 4. Variación interdiaria de la concentración de clorofila *a* en la época de huracanes (2008), en pre-perturbación (agosto) y post-perturbación (septiembre) en Isla de Aves.

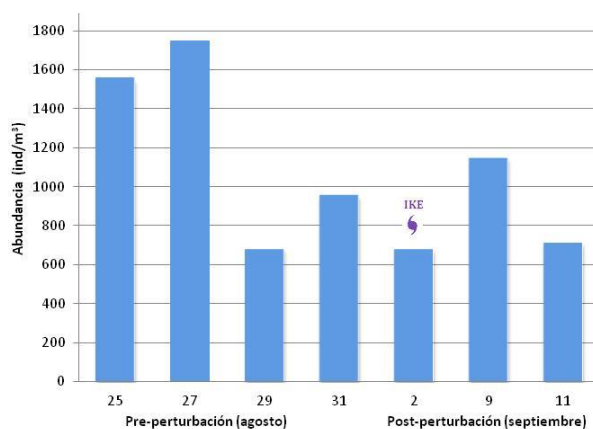


FIGURA 5. Variación interdiaria de la abundancia del zooplancton en la época de huracanes (2008), en pre-perturbación (agosto) y post-perturbación (septiembre) en Isla de Aves.

abundancia de *Scolecitrix danae* (Sco_da) (Fig. 7). La bigráfica del zooplancton y la salinidad, mostró en el tercer componente una variancia acumulada de 72,71%. La salinidad (Salin) presentó una relación positiva con la abundancia de *Acartia spinata* (Aca_sp) y *Sapphirella tropica* (Sap_tr). Se observó una relación inversa entre *Labidocera aestiva* (Lab_ae) y *Corycaeus latus* (Cor_la) (Fig. 8).

El análisis de conglomerados mostró 3 agrupamientos. El primero estuvo integrado por 15 casos correspondientes a los días 25, 29, 31 de agosto; la velocidad del viento fue la variable más importante. En el segundo agrupamiento se observó dos “subgrupos”; el primero que incluyó todas las zonas del 27 de agosto y 02 de septiembre (este y sur); y el otro del 29 de agosto (norte, oeste), 02 de septiembre (norte, oeste) y todas las zonas estudiadas de 11 de septiembre. El tercer agrupamiento con 6 casos estuvo conformado por las zonas en estudio del 9 de septiembre; la salinidad fue la variable abiótica más relevante (Fig. 9). La prueba de T² de HOTELLING, mostró la validez de los distintos agrupamientos y fueron estadísticamente significativos.

DISCUSIÓN

Variables ambientales

La temperatura máxima del aire y la presión atmosférica mínima que se registró el 02 de septiembre (inicio de la perturbación), son elementos climáticos que indicaron la ocurrencia del huracán Ike en Isla de Aves. BANICHEVICH & CASTRO (1999), señalan que la temperatura, presión atmosférica, y el tipo de nubosidad son variables climatológicas importantes en la formación y desarrollo de un ciclón tropical. Igualmente, contribuyen los valores mínimos de la cortante vertical del viento, la temperatura del agua mayor a 27°C y altos niveles de humedad en la ciclogénesis (CENTRO NACIONAL DE HURACANES 2014).

La mínima velocidad del viento registrada el 02 de septiembre (Inicio de la perturbación) y las máximas velocidades observadas el 03 y 04, son debidas al paso del huracán. GRANDOSO (1976), indica que existe un efecto de succión del aire a grandes distancias por los ciclones, que genera un “efecto indirecto” que produce nubosidad e intensas precipitaciones. Según DHN (2002), los mayores registros de velocidad del viento se detectaron entre julio y octubre, alcanzando una velocidad superior a 100 km/h, la cual está influenciada

por el paso de las tormentas y huracanes, tal como se apreció en este estudio.

La ocurrencia del huracán Ike, influyó en el aumento de la salinidad del 09 de septiembre durante la post-perturbación. Este resultado, coincidió con el estudio de PRICE (1981), que registró un incremento de 3 UPS en la salinidad, posterior al paso de un huracán por el golfo de México.

Los cambios en altura del oleaje en las zonas este y oeste presentado el 03 y 04 de septiembre, son debidos al huracán. El informe anual del CENTRO NACIONAL DE HURACANES (2014) registró una marejada ciclónica de 6 metros por Ike. OLIVARES- RAMÍREZ & PIÑERO-DÍAZ (2010), reportan en Isla de Aves, olas entre 6 y 12 metros de altura en la costa por las perturbaciones. El oleaje puede alcanzar una distancia de 1.500 km, dependiendo de la intensidad, distancia y duración del ciclón.

Fitoplancton

La composición del fitoplancton representa una mezcla de especies costeras, neríticas y oceánicas y así, ha sido reportada por SÁNCHEZ (1993), PÉREZ-CASTRESANA *et al.* (2014) en el Archipiélago Los Roques; VARELA *et al.* (2003) en aguas oceánicas entre Trinidad y Tobago; PIRELA-OCHOA *et al.* (2008) en Cubagua; RODRÍGUEZ-CENTENO *et al.* (2010) en isla La Tortuga; CASANOVA (2016) y PEREIRA *et al.* (2018) en el R.F.S. Isla de Aves. La dominancia de las diatomeas *Coscinodiscus centralis*, *Navicula* sp. y *Nitzschia longissima*, así como el dinoflagelado *Prorocentrum micans* y la cianobacteria

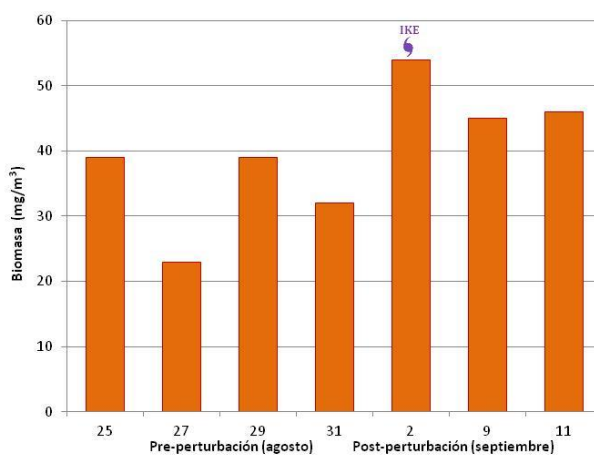


FIGURA 6. Variación interdiaria de la biomasa total del zooplancton en la época de huracanes (2008), en pre-perturbación (agosto) y post-perturbación (septiembre) en Isla de Aves.

Trichodesmium thiebautii, posiblemente se relaciona a los requerimientos fisiológicos de estas especies. MALONE (1980) señala que la dominancia de *Navicula*, *Prorocentrum* y *Nitzschia* se debe a su tamaño pequeño, carácter oportunista y necesidades nutritivas no tan exigentes. Las especies de *Navicula* toleran intervalos distintos de salinidad y aprovechan los nutrientes disponibles más rápido que otras especies (MAIDANA *et al.* 2011). El género *Trichodesmium* se encuentra tanto en aguas costeras como oceánicas, con bajas concentraciones de nutrientes (HOFFMAN 1999).

La presencia de sólo 3 especies *Coscinodiscus centralis*, *Nitzschia longissima* y *Trichodesmium thiebautii*, el 9 septiembre durante la post-perturbación sugiere la tolerancia de estas especies a los cambios en el hábitat. Según, PLATT *et al.* (2005) en ambientes oligotróficos los huracanes cambian la composición de la comunidad fitoplanctónica, y WACHNICKA *et al.* (2019) señalan el dominio temporal de especies oportunistas. Al respecto, CHUNG *et al.* (2012) reportan la presencia de *Nitzschia* spp., después de la incidencia de tifones en el océano Pacífico. SOMMER *et al.* (1993) señalan que durante la post-perturbación, la comunidad sigue un proceso sucesional direccional de acuerdo a la teoría de sucesión explicada por ODUM (1969), ratificando los resultados obtenidos en este estudio, con la presencia de especies oportunistas que indican las primeras etapas de una sucesión ecológica.

La baja abundancia del fitoplancton el 02 septiembre 2008, puede relacionarse con los cambios en las

condiciones ambientales y las respuestas fisiológicas de las especies por la incidencia del huracán Ike. De acuerdo con MARTIN *et al.* (2007), las rápidas tasas de reproducción y ciclos de vida corto de las especies del fitoplancton las hacen muy sensibles a impactos de corta duración. El aumento de diatomeas y dinoflagelados a finales del periodo de post-perturbación puede estar sujeto a una resuspensión de nutrientes o cambios en las condiciones ambientales por el huracán. Al respecto PLATT *et al.* (2005) y SON *et al.* (2007) señalaron aumentos en la abundancia de diatomeas luego de varios días del paso de huracanes en el Océano Atlántico. Asimismo, se registraron altas densidades de dinoflagelados, con dominio de *Triplos furca* después del paso de un huracán por Puerto Rico (GLYNN *et al.* 1964). En general, el aumento progresivo de la abundancia y riqueza de especies, en el periodo de post-perturbación, luego de 7 días de la máxima intensidad del huracán Ike por la isla, indica el impacto en la comunidad fitoplanctónica. Esto último quedó confirmado por lo mencionado por SOMMER (1995), quien simuló una perturbación ambiental (v. gr. dilución de nutrientes) y reportó un incremento en la abundancia, biomasa y riqueza de especies de fitoplancton en un intervalo de perturbación de 7 - 10 días.

Los valores bajos de biomasa fitoplanctónica el 02 septiembre 2008 están sujetos al impacto del huracán Ike por la isla. Al respecto, SOMMER *et al.* (1993), plantean que las perturbaciones pueden ser reconocidas por una disminución de la biomasa del fitoplancton y por un

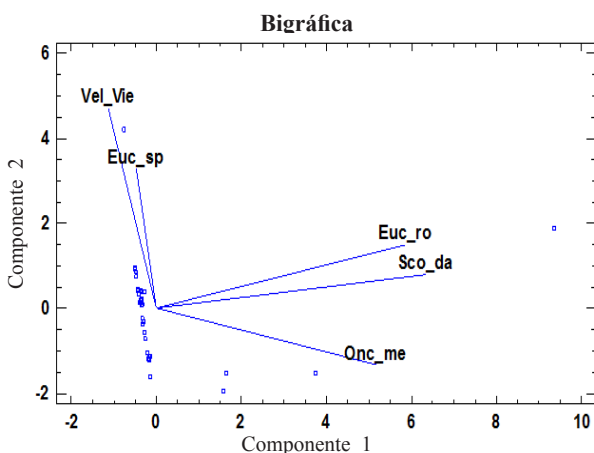


FIGURA 7. Análisis de Componentes Principales del zooplancton (Euc sp, *Euchaeta spinosa*; Euc_ro, *Euchirella rostrata*; Sco_da, *Scolecitrix danae*; Onc_me, *Onca mediterranea*) y la velocidad del viento (Vel_Vie) durante la época de huracanes de 2008.

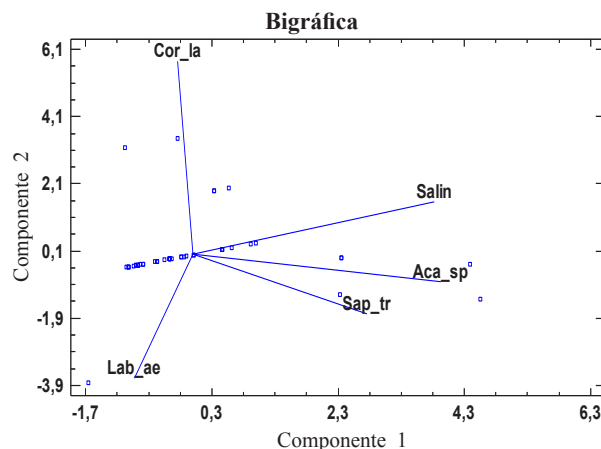


FIGURA 8. Análisis de Componentes Principales del zooplancton (Aca_sp, *Acartia spinata*; Sap_tr, *Sapphirella tropica*, Lab_ae, *Labidocera aestiva*; Cor_la, *Corycaeus latus*) y la salinidad (Salin) durante la época de huracanes de 2008.

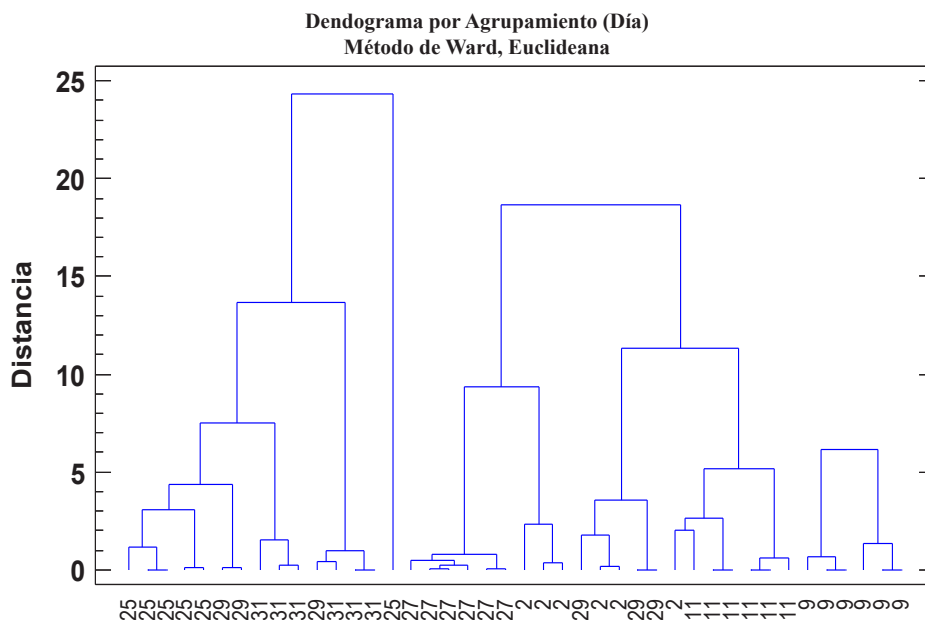


FIGURA 9. Dendrograma vertical de las variables biológicas y físicoquímicas en función de: a) Pre-perturbación (25,27, 29, 31 agosto); Inicio de la perturbación Ike (02 septiembre) y post-perturbación (9, 11 septiembre).

aumento de la disponibilidad de recursos. Un reciente estudio en la zona marino costera de Texas–Louisiana reporta una disminución en la biomasa fitoplanctónica y alta abundancia de pico y nanoplancton, luego del paso de un huracán al noroeste del golfo de México (KURTAY *et al.* 2021).

El incremento de la concentración de clorofila *a* durante el período de post-perturbación puede relacionarse con un aumento en la disponibilidad de nutrientes, por la mezcla vertical inducida debido al huracán. MELO GONZÁLEZ *et al.* (2000), observaron dos máximos notables en la densidad de pigmentos en 1980-81 y 1982-83 en el Caribe occidental y el golfo de México, en relación con otro huracán, que generó alta turbulencia por las olas y corrientes, que ocasionaron la resuspensión de nutrientes desde el fondo hasta la capa fótica.

Zooplankton

La composición del zooplankton en este estudio se caracterizó por una mezcla de especies neríticas, oceánicas epipelágicas y algunas, ocasionales de aguas profundas, lo que se corresponde con observaciones realizadas por otros investigadores en la región oriental de la costa venezolana (ZOPPI DE ROA & PALACIOS-CÁCERES 2005; MÁRQUEZ *et al.* 2006, MÁRQUEZ-ROJAS &

ZOPPI DE ROA 2017) y en el Caribe venezolano, en las islas de Margarita y La Tortuga (CERVIGÓN 1962; GÓMEZ & CHANUT 1993), en el P.N.A Los Roques (CASANOVA *et al.* 2007) y en el R.F.S. Isla de Aves (CASANOVA 2016).

La dominancia de los copépodos, tanto en riqueza y abundancia en este estudio, es típica en el mar Caribe, representando un grupo importante en la dinámica de la comunidad zooplanctónica marina (OWRE & FOYO 1967; CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES 1994; SUÁREZ-MORALES & GASCA 1997; LÓPEZ-SALGADO *et al.* 2000; HEIDELBERG *et al.* 2004; MARTÍNEZ-BARRAGÁN *et al.* 2009). Las especies comunes y abundantes de los copépodos *Agetus typicus*, *Calocalanus pavo*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Farranula gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea*, *Oithona plumifera*, *Nannocalanus minor*, *Oncaea mediterránea* y *O. venusta*, han sido reportadas como frecuentes o abundantes por ZOPPI DE ROA & PALACIOS-CÁCERES (2005) en Fachada Atlántica y en Los Roques por CASANOVA *et al.* (2007).

Los cambios en la composición y abundancia de especies de los copépodos, posiblemente estén relacionados a las variaciones en las variables ambientales y del fitoplancton afectado por el huracán. Las especies de copépodos presentes sólo durante el periodo de pre-perturbación *Copilia quadrata*, *Copilia*

TABLA 3. Taxones zooplanctónicos (X = presencia) registrados en la época de alta frecuencia de huracanes durante 2008 en Isla de Aves, correspondiente a agosto (Pre-P = pre-perturbación) y septiembre (Ike = inicio de la perturbación y Post-P = post-perturbación). (*) = especies presentes durante todo el periodo de estudio.

Taxones zooplanctónicos	Agosto				Septiembre		
	Pre-P				Ike	Post-P	
	25	27	29	31	2	9	11
FORAMINÍFEROS							
<i>Globigerina</i> sp. (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tretomphalus</i> sp.		X					
RADIOLARIOS		X	X				
TINTÍNIDOS	X	X	X	X	X	X	X
SIFONÓFOROS							
<i>Abylopsis eschscholtzii</i> (HUXLEY, 1859)				X			
<i>Abylopsis tetragona</i> (OTTO, 1823)						X	
<i>Diphyes dispar</i> CHAMISSO & EYSENHARDT, 1821	X						
<i>Eudoxoides spiralis</i> (BIGELOW, 1911)	X		X		X		X
<i>Muggiaea kochii</i> (WILL, 1844)						X	
MEDUSAS							
<i>Bougainvillia</i> sp.							X
<i>Clytia hemisphaerica</i> (LINNAEUS, 1767)		X	X	X	X	X	X
<i>Nausithoe punctata</i> KÖLLIKER, 1853			X	X			
<i>Obelia</i> sp.		X				X	
<i>Podocoryne</i> sp.						X	
POLIQUETOS							
<i>Callizona</i> sp.				X	X		
<i>Sagitella</i> sp.	X			X			
GASTRÓPODOS							
<i>Atlanta</i> sp.	X						X
<i>Creseis</i> sp.				X	X	X	
<i>Limacina</i> sp.						X	
CLADÓCEROS							
<i>Evadne spinifera</i> P.E. MÜLLER, 1867	X						
<i>Penilia avirostris</i> DANA, 1849						X	
<i>Pseudevadne tergestina</i> CLAUS, 1877 (*)	X	X	X	X	X	X	X
OSTRÁCODOS	X						
COPÉPODOS							
<i>Acartia (Acanthacartia) spinata</i> ESTERLY, 1911						X	
<i>Acrocalanus longicornis</i> GIESBRECHT, 1888	X	X		X	X		X
<i>Agetus flaccus</i> (GIESBRECHT, 1891)					X		
<i>Agetus typicus</i> KRØYER, 1849 (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Calocalanus contractus</i> FARRAN, 1926			X		X		
<i>Calocalanus pavo</i> (DANA, 1852) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Candacia pachydactyla</i> (DANA, 1849)	X	X	X	X			X
<i>Candacia varicans</i> (GIESBRECHT, 1893)		X			X		
<i>Centropages bradyi</i> WHEELER, 1900		X				X	
<i>Centropages velificatus</i> (OLIVEIRA, 1947)						X	

TABLA 3. Continuación.

Taxones zooplanctónicos	Agosto				Septiembre		
	Pre-P			31	Ike	Post-P	
	25	27	29		2	9	11
<i>Centropages bradyi</i> WHEELER, 1900		X				X	
<i>Centropages velificatus</i> (OLIVEIRA, 1947)						X	
<i>Centropages violaceus</i> (CLAUS, 1863)						X	
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (DANA, 1849) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Copilia mirabilis</i> DANA, 1852		X		X			
<i>Copilia quadrata</i> DANA, 1849		X		X			
<i>Corycaeus clausi</i> DAHL F., 1894	X		X	X		X	X
<i>Corycaeus speciosus</i> DANA, 1849	X	X	X	X			X
<i>Euchaeta marina</i> (PRESTANDREA, 1833)	X			X	X	X	
<i>Euchaeta spinosa</i> GIESBRECHT, 1893	X		X				
<i>Euchirella rostrata</i> (CLAUS, 1866)	X		X				
<i>Euterpina acutifrons</i> (DANA, 1847)	X				X	X	X
<i>Farranula gracilis</i> (DANA, 1849) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Labidocera aestiva</i> WHEELER, 1900					X		
<i>Lubbockia squillimana</i> CLAUS, 1863						X	
<i>Macrosetella gracilis</i> (DANA, 1846) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mecynocera clausi</i> THOMPSON I.C., 1888						X	
<i>Microsetella rosea</i> (DANA, 1847) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Miracia efferrata</i> DANA, 1849			X				
<i>Nannocalanus minor</i> (CLAUS, 1863) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oithona nana</i> GIESBRECHT, 1893						X	X
<i>Oithona plumifera</i> BAIRD, 1843	X	X	X	X	X		
<i>Oithona setigera</i> (DANA, 1849)			X	X	X	X	X
<i>Oncaea media</i> GIESBRECHT, 1891				X			
<i>Oncaea mediterranea</i> (CLAUS, 1863)	X	X	X			X	X
<i>Oncaea venusta</i> PHILIPPI, 1843 (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Onychocorycaeus catus</i> (DAHL F., 1894)	X	X		X	X	X	X
<i>Onychocorycaeus latus</i> (DANA, 1849)	X			X		X	
<i>Pachos punctatum</i> (CLAUS, 1863)						X	
<i>Paracalanus aculeatus</i> GIESBRECHT, 1888	X		X				
<i>Pareucalanus sewelli</i> (FLEMINGER, 1973)				X			
<i>Saphirella tropica</i> WOLFENDEN, 1906							X
<i>Sapphirina scarlata</i> GIESBRECHT, 1891						X	
<i>Scolecithrix danae</i> (LUBBOCK, 1856)	X	X	X				
<i>Subeucalanus subcrassus</i> (GIESBRECHT, 1888)	X		X				
<i>Temora stylifera</i> (DANA, 1849)			X		X	X	
<i>Temora turbinata</i> (DANA, 1849)					X	X	X
<i>Undinula vulgaris</i> (DANA, 1849)			X	X	X		X
<i>Urocorycaeus lautus</i> (DANA, 1849)				X			
<i>Xanthocalanus agilis</i> GIESBRECHT, 1893		X					
ANFÍPODOS		X		X	X	X	X
DECÁPODOS							

TABLA 3. Continuación.

Taxones zooplanctónicos	Agosto				Septiembre		
	Pre-P				Ike	Post-P	
	25	27	29	31	2	9	11
<i>Belzebub faxoni</i> (BORRADAILE, 1915)							X
QUETOGNATOS							
<i>Decipisagitta decipiens</i> (FOWLER, 1905)	X	X			X	X	
<i>Ferosagitta hispida</i> (CONANT, 1895)	X	X	X		X	X	
<i>Flaccisagitta enflata</i> (GRASSI, 1881) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Krohnitta pacifica</i> (AIDA, 1897)		X				X	X
<i>Parasagitta tenuis</i> (CONANT, 1896) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pterosagitta draco</i> (KROHN, 1853)					X		
APENDICULARIOS							
<i>Appendicularia sicula</i> FOL, 1874		X					X
<i>Fritillaria formica digitata</i> LOHMANN IN LOHMANN & BUCKMANN, 1926			X				
<i>Fritillaria formica tuberculata</i> LOHMANN IN LOHMANN & BUCKMANN, 1926	X		X	X	X		X
<i>Fritillaria haplostoma</i> FOL, 1872	X	X					X
<i>Fritillaria pellucida</i> (BUSCH, 1851)	X						
<i>Oikopleura (Coecaria) fusiformis</i> FOL, 1872 (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oikopleura (Coecaria) longicauda</i> (VOGT, 1854) (*)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oikopleura (Vexillaria) cophocerca</i> (GEGENBAUR, 1855)		X		X			
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> FOL, 1872	X						
Total de Taxones	42	38	36	39	37	45	37

mirabilis, *Euchaeta spinosa*, *Euchirella rostrata*, *Miracia efferata*, *Paracalanus aculeatus*, *Pareucalanus sewelli*, *Scolecithrix danae*, *Subeucalanus subcrassus* y *Xanthocalanus agilis*, son en su mayoría epipelágicas, algunas de ellas son meso y batipelágicas de tallas grandes, carnívoras y/o omnívoras (CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES 1994).

En cambio, las especies registradas durante la post-perturbación *Acartia (A.) spinata*, *Centropages velificatus*, *C. violaceus*, *Oithona nana*, *Pachos punctatum*, *Sapphirina scarlata* y *Sapphireella tropica* son en su mayoría formas de talla pequeña de hábitats neríticos-costeros y herbívoras (CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES 1994). Además, la presencia de *Lubbockia squillimana* y *Mecynocera clausi* sugiere eventos de mezcla vertical por el fuerte oleaje y vientos; ambas especies son formas epipelágicas y mesopelágicas, que han sido reportadas en aguas salinas más profundas, con salinidad mayor a 36 UPS (RAZOULS *et al.* 2021). MANGESH *et al.* (2016), reportaron el dominio de especies del zooplankton herbívoros y carnívoros luego del paso un ciclón en aguas costeras de Goa, India.

La relación positiva entre la salinidad y las abundancias de *Acartia spinata* y *Sapphireella tropica*, posiblemente se debe al aumento en la salinidad durante la post-perturbación por el paso del huracán. Ambas especies han sido reportadas en zonas neríticas de salinidad alta (OWRE & FOYO 1967; BENIGNO *et al.* 2011).

La presencia de este huracán pudo influir en el aumento de la abundancia media de los copépodos; el 09 septiembre durante el periodo de post-perturbación, dominaron las especies de tallas pequeñas *Clausocalanus arcuicornis* y *Farranula gracilis*, usualmente abundantes en el Mar Caribe occidental. Al respecto, MARTÍNEZ-BARRAGÁN *et al.* (2009), señalaron un incremento en la abundancia de copépodos y cambios en su distribución como consecuencia del paso de cuatro huracanes en el 2005, generando aumentos en la velocidad de los vientos, precipitación y oleaje en islas del mar Caribe colombiano.

La presencia de *Oikopleura (C.) longicauda* y *O. (C.) fusiformis* durante el periodo de estudio, indican que son especies cosmopolitas. De acuerdo a BERSOVINE

(2018) ambas se encuentran en zonas neríticas de la costa occidental y oriental del país, y en islas oceánicas. ZOPPI DE ROA (1971), las señala como formas oceánicas euritérmicas y eurihialinas. No obstante, la mayor abundancia *O. (C.) longicauda* en condiciones pre-huracán, y de *O. (C.) fusiformis* durante el periodo post-huracán, sugiere cambios en su hábitat por la acción de Ike. Según FORNERIS (1965), *O. (C.) longicauda* es favorecida por condiciones de baja salinidad y alta temperatura y *O. (C.) fusiformis* indica aguas mezcladas ya que se le ha encontrado en corrientes más profundas y frías. En general, la baja abundancia media de las apendicularias en la post-perturbación está sujeta a la disminución de la abundancia del fitoplancton y fluctuaciones de las variables abióticas afectadas por los huracanes, como la turbidez del agua, salinidad y temperatura. La distribución de las apendicularias pueden estar afectadas por varios factores como corrientes de surgencias, la salinidad, temperatura y disponibilidad de alimentos, ya que son herbívoras filtradoras de partículas de nanoplancton y picoplancton que transfieren la energía hacia los otros niveles tróficos (ALLDREDGE 1981; FLORES-COTO *et al.* 2010).

La amplia distribución de *Flaccisagitta enflata* y *Parasagitta tenuis* durante el periodo de estudio, se explica por ser especies cosmopolitas. *P. tenuis* es una especie nerítica euritérmica y eurihalina, y *F. enflata* es de afinidad nerítica y oceánica (ALVARIÑO 1965; HARDING 1984). La disminución de la abundancia de quetognatos, luego del paso de Ike, podría estar asociada con la variación en la abundancia de las apendicularias y copépodos, ya que los quetognatos como depredadores activos cumplen un papel regulador en la comunidad (ORES LAND 2000).

El incremento de la biomasa al inicio de la perturbación y durante la post-perturbación puede estar asociado a la mayor talla de los organismos del zooplancton, lo cual coincide con los máximos valores de abundancia de los quetognatos al inicio de la perturbación que contribuye de forma sustancial a la biomasa total zooplanctónica, ya que son activos depredadores incluso a bajas densidades zooplanctónicas. Resultados similares reportan ZOPPI DE ROA & PALACIOS-CÁCERES (2005) en la Fachada Atlántica, y lo relacionan con la acumulación de componentes pesados del zooplancton como moluscos planctónicos, larvas de crustáceos, peces y quetognatos de mayor talla.

En general los cambios temporales en la composición, riqueza, abundancia y biomasa del plancton durante la

época de huracanes están relacionados con la ocurrencia de Ike, que afectó principalmente la salinidad, velocidad del viento, temperatura y oleaje. La incidencia de los huracanes cambia la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica, resultando en el dominio temporal de especies oportunistas. Estas alteraciones en la red trófica afectan la producción secundaria, cambiando la composición del zooplancton y la biomasa (PLATT *et al.* 2005).

CONCLUSIONES

La composición de especies planctónicas en Isla de Aves estuvo representada por una mezcla de especies costeras, neríticas, oceánicas epipelágicas y batipelágicas. La riqueza, abundancia del fitoplancton y concentración de clorofila *a*, fueron mayores en pre-perturbación y disminuyeron durante la post-perturbación. En cambio los valores máximos de abundancia zooplanctónica se presentaron en pre-perturbación, mientras que la mayor riqueza y biomasa zooplanctónica en post-perturbación. En general, la composición, riqueza, abundancia y biomasa del plancton en la época de alta frecuencia de huracanes es regulada por la presencia cíclica de las perturbaciones tropicales.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Armada Bolivariana de Venezuela, en especial al Vicealmirante Guillermo Hernández Dorestes y al Capitán Carlos Ortigoza por su invaluable apoyo logístico en el traslado a Isla de Aves. También al personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación y de la Base Científico Naval “Simón Bolívar”, por su colaboración prestada durante la estadía en Isla de Aves. Igualmente a la Dirección de Áreas Naturales Protegidas por su atención y buena disposición. Por último, agradecemos igualmente al profesor José Baamonde por su pertinente y oportuna asesoría, a Joxmer Scott, por el apoyo en el trabajo de campo y Alexis León por la elaboración del mapa.

REFERENCIAS

- ALLDREDGE, A. L. 1981. The impact of appendicularian grazing on natural food concentrations in situ. *Limnol. Oceanogr.* 26: 247–257.
- ALVARIÑO, A. 1965. Chaetognaths. *Ocean. Mar. Bio. Ann. Rev.* 3:115-194.
- ANDERBERG, M.R. 1973. *Cluster analysis for applications*. Academic Press. New York, USA. 359 pp.

- BABIN, S. M., J. A. CARTON, T. D. DICKEY & J. D. WIGGER. 2004. Satellite evidence of hurricane-induced phytoplankton blooms in an oceanic desert. *J Geophys Res* 109:197-215.
- BALECH, E. 1988. *Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental*. Instituto Español de Oceanografía. 310 pp.
- BANICHEVICH, A. & V. CASTRO. 1999. Imágenes satelitales en la predicción de eventos esporádicos de escala sinóptica: Antecedentes del huracán César como un evento sinóptico. *Top. Meteor. Oceanog.* 6 (2):1-6.
- BERG, B. 2009. *Tropical Cyclone Report Hurricane Ike (AL092008) 1 - 14 September 2008*. National Hurricane Center. Miami. Florida.
- BENIGNO, J. E., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ. & E. SUÁREZ-MORALES. 2011. Spatial and seasonal variability of Acartia (Copepoda) in a tropical coastal lagoon of the southern Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 46(3): 379-390.
- BERSOVINE, D. 2018. *Tunicados planctónicos (Appendicularia y Thaliacea) del Caribe Venezolano*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad Central de Venezuela. Venezuela. Caracas. 82 pp.
- BOERO, F. 1996. Episodic events: Their relevance to Ecology and Evolution. *Mar. Ecol.* 17: 237-250.
- BOLOGNA, P., J. GAYNOR, R. MEREDITH, D. RESTAINO & C. BARRY. 2018. Stochastic event alters gelatinous zooplankton community structure: Impacts of Hurricane Sandy in a Mid-Atlantic estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 591: 217-227.
- BRADLEY, P. & R. NORTON. 2009. *An Inventory of Breeding Seabirds of the Caribbean*. University Press of Florida. Florida, USA. 353 pp
- BRICEÑO, H., R. BUONOCORE, C. SANGRONIS, L. GARCÍA-PINTO, J. ROJAS, J. CHIRINOS, A. GONZÁLEZ & C. LÓPEZ. 2009. Composición y abundancia del plancton de la Costa Noreste de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Bol. Cent. Invest. Biol.* 43(4): 463-485.
- CAMPOS-HERNÁNDEZ, A. & E. SUÁREZ-MORALES. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO/CONACYT. México. 353 pp.
- CASANOVA, E., E. ZOPPI DE ROA & E. MONTIEL. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplancton en el Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 46 (1): 51-65.
- CASANOVA, E. 2016. *Dinámica de la comunidad planctónica en relación a las perturbaciones naturales en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, Venezuela*. Trab. Grad. Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. Caracas, Venezuela. 187 pp.
- CENTRO NACIONAL DE HURACANES (CNH). 2014. National Hurricane Center (NHC). *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*. Disponible en: <http://www.nhc.noaa.gov>
- CERVIGÓN, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 22 (63): 181-197.
- CHATFIELD, C. & A. J. COLLINS 1980. *Introduction to multivariate analysis*. Chapman y Hall. London y New York. (Vol. 1). 246 p.
- CHUNG, C.C., G.C. GONG & C.C. HUNG. 2012. Effect of Typhoon Morakot on microphytoplankton population dynamics in the subtropical Northwest Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 44 (8):39-49.
- CRESPO, M., C. PEREIRA, E. ZOPPI DE ROA, J. SCOTT-FRÍAS, E. MONTIEL & V. HERNÁNDEZ. 2020. Composición y abundancia del zooplancton marino y costero del estado Miranda, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 59(01): 69-84
- CUPP, E.E. 1943. Marine planktonic diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr.* Univ. Calif. 5(1): 238-292.
- DE BOYD, L. 1977. *A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae*. Kendall-Hunt, California, EE.UU. 161 pp
- DÍAZ-RAMOS, J. R. 2000. Índice de la microflora marina de Venezuela: diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos. *Rev. Bio. Trop.* 48(4): 897-918.
- DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN (DHN). 2002. *Isla de Aves. Bastión Venezolano en el Mar Caribe*. (2ª ed). DIGECAFA. Caracas. 136 pp.
- FERRAZ, E. 1983. Estudio del fitoplancton de la cuenca Tuy-Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 22(1):111-124.

- FIGUEROA, D. 2002. *Zooplankton de formaciones coralinas: composición y distribución espacial en dos ambientes neríticos*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 150 pp.
- FLORES-COTO, C., L. SANVICENTE-AÑORVE & M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ. 2010. Appendicularian distribution and diversity in the southern Gulf of Mexico. *Rev Mex. Biodivers.* 81(1): 123-131.
- FOGEL, M. L., C. AGUILAR, R. CUHEL, D.J. HOLLANDER, J.D. WILLEY & H.W. PAERL. 1999. Biological and isotopic changes in coastal waters induced by Hurricane Gordon. *Limnol. Oceanogr.* 44: 1359-1369.
- FORNERIS, L. 1965. Appendicularian species groups and southern Brazil water masses. *Bol. Inst. oceanogr.* 14 (1): 53-114.
- GABRIEL, K. R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application a to principal component analysis. *Biometrika.* 58:453-467.
- GAMBOA-MÁRQUEZ, J. F., I. G. SÁNCHEZ-SUÁREZ & A. LA BARBERA-SÁNCHEZ. 1994. Dinoflagelados (Pyrrophyta) del Archipiélago Los Roques (Venezuela): Familias Prorocentraceae y Ostreosidaceae. *Acta Cient. Venez.* 45: 140-153.
- GLYNN, P. W., L. R. ALMODOVAR & J. G. GONZÁLEZ. 1964. Effects of Hurricane Edith on marine life in La Parguera, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 4: 335-345.
- GÓMEZ, A. & I. CHANUT. 1993. Hidrografía producción y abundancia planctónica de la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 32(1-2): 27-44.
- GÓMEZ, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplankton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Bol. Investig. Mar. Cost.* 48(1): 65-87.
- GONZÁLEZ, E. 1989. Producción primaria del fitoplancton y caracterización fisicoquímica de las aguas del cayo Dos Mosquises, Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela,* 28 (1 y 2): 35- 45.
- GONZÁLEZ, F. 2003. *Índice de surgencia asociado con los factores abióticos y la dinámica del plancton en la Bahía de Mochima (Edo. Sucre)*. Trab. Grad. Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. Caracas, Venezuela. 100 pp.
- GONZÁLEZ-PEROZO C., C. PEREIRA, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, V. HERNÁNDEZ, C. PEÑA, J. CRUZ-MOTTA & A. CASTILLO. 2020. Estructura comunitaria del microfitoplancton de la zona costera entre Cabo Codera y Paparo, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 59(01): 51-68.
- GRANDOSO, H.N. 1976. Direct and Indirect Effects of Tropical Cyclones and Heavy Precipitation. En: Proceedings of training seminar/WMO: Intense precipitation and floods in tropical areas of Latin America. El Salvador. 21-52.
- GUIRY, M. & G. GUIRY. 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. National University of Ireland. Galway. Disponible en: <http://www.algaebase.org>. (revisada 24 de junio 2020).
- HALIM, Y. 1967. Dinoflagellates of the south-east Caribbean Sea (east Venezuela). *Inst. Rev. Ges. Hydrobiol.* 52: 701-755.
- HARDING, B.M. 1984. *Chaetognatha of the Caribbean Sea and adjacent areas*. NOAA Technical Report NMFS 15. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service. U.S.
- HEIDELBERG, K.B., K.P. SEBENS & J.E. PURCELL. 2004. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican fore reef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs.* 23: 263-276.
- HOFFMAN, L. 1999. Marine cyanobacteria in tropical regions: diversity and ecology. *Eur. J. Phycol.* 34: 371-379.
- HOTELLING, H. 1931. The generalization of Student's ratio. *Ann. Math. Stat.* 2(3):360 - 378.
- JOHNSON, R. & D. WICHERN. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. 3^{ra} ed. Prentice-Hall Int. Tercera ed. N.J., U.S.A. 642 pp.
- JOHNSON, W & D. ALLEN. 2012. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts. A guide to their identification and ecology*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, EE.UU. 452 pp.
- JULLIEN, S., C. MENKES, P. MARCHESIELLO, N. JOURDAIN, M. LENGAIN, A. KOCH-LARROUY, J. LEFÈVRE, E. VINCENT & V. FAURE. 2012. Impact of tropical cyclones on the heat budget of the South Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.* 42: 1882-1906.

- KURTAY, G., H. PREVOST & B. STAUFFER. 2021. Pico- and nanoplankton communities on a near to offshore transect along the continental shelf of the northwestern Gulf of Mexico in the aftermath of Hurricane Harvey. *Limnol. Oceanogr.* 1–18.
- LA BARBERA, A. 1993. *Dinoflagelados de la región nororiental de Venezuela*. FONAIAD / CIAES. Sucre. 98 pp.
- LAZO, R., V. DE LOS LLANOS & J. GARCÍA. 2012-2014. *Proyecto Web Isla de Aves (WIdA)*. Disponible en: <http://isladeaves.org> (revisada 20 febrero 2016)
- LAZO, R. 2015. Historia cartográfica de isla de aves. *Tiempo y Espacio*. 64: 582-601
- LEGARÉ, E. H. 1964. The pelagic Copepoda of Eastern Venezuela. 1. The Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 3 (1/2): 15-81.
- LIN, I., W.T. LIU, C.C. WU, G.T. WONG, C. HU, Z. CHEN, W.D. LIANG, Y. YANG & K.K. LIU, 2003. New evidence for enhanced ocean primary production triggered by tropical cyclone. *Geophys Res Lett* 30(13):1718.
- LÓPEZ-SALGADO, I., R. GASCA & E. SUÁREZ-MORALES. 2000. La comunidad de copépodos (Crustacea) en los giros a mesoescala en el occidente del Golfo de México (julio, 1995). *Int. J. Trop. Biol.* 48(1): 169-179.
- McKINNON, A. D., M. G. MEEKAN, J. H. CARLETON, M. J. FURNAS, S. DUGGAN & W. SKIRVING. 2003. Rapid changes in shelf waters and pelagic communities on the southern Northwest Shelf, Australia, following a tropical cyclone. *Cont. Shelf Res.* 23:93-111.
- MALONE, T.C. 1980. *Algal size*. En: *The physiological ecology of phytoplankton*. Ed. I. Morris. Univ. California Press. Berkeley. 433-463.p
- MANGESH, G., K. SIBY, S.M. DAMODAR, N. HEMA & S.W. NAQVI. 2016. Cyclone Phyan-induced plankton community succession in the coastal waters off Goa, India. *Curr. Sci.* 111: 1091-1097.
- MARGALEF, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 25 (70-72): 141-205.
- MAIDANA, N.I., C. SEELIGMANN & M.R. MORALES. 2011. El género *Navicula* sensu stricto (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46(1-2): 13-29.
- MÁRQUEZ, B., B. MARÍN, E. ZOPPI & C. MORENO. 2006. Zooplankton del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 45 (1): 61-78.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B. & E. ZOPPI DE ROA. 2017. Zooplankton de la Bahía de Mochima: Retrospectiva y Prospectiva. *Saber*. 29: 495-511
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., L. TROCCOLI, B. MARÍN & J. DÍAZ-RAMOS. 2018. Abundancia y distribución del zooplankton superficial de la zona costera Arapito-Santa Fé, Estado Sucre. *Bol. Investig. Mar. Cost.*
- MARTÍN, A., L. MALAVÉ, D. SÁNCHEZ, R. APARICIO, F. AROCHA, D. BONE, J. BOLAÑOS, J. BOLAÑOS-JIMÉNEZ, J. CASTAÑEDA, J. CÁRDENAS, A. CARBONINI, Y. DÍAZ, H. GUADA, E. KLEIN, R. LAZO, A. LEMUS, M. LENTINO, C. LIRA, C. LODEIROS, R. LÓPEZ, B. MARÍN, G. MARTÍNEZ, B. MÁRQUEZ, A. MÁRQUEZ, R. MOLINET, F. MORALE J. POSADA, A. PRIETO, A. RIERA, C. RODRÍGUEZ, A. RAMÍREZ, W. SENIOR, P. SOLANA, H. SEVEREYN, P. SPINIELLO, E. VALERA, C. YANES & E. ZOPPI. 2007. Línea base ambiental Plataforma Deltana. Eds. Martín, A. & D. Bone. Petróleos Venezuela, S.A. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 176 p.
- MARTÍNEZ-BARRAGÁN, D.P., A. FRANCO-HERRERA, J. MEDINA-CALDERÓN & A. SANTOS-MARTÍNEZ. 2009. La comunidad de copépodos en las islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) durante el período lluvioso (octubre) 2005. *Bol. Investig. Mar. Cost.* 38(1): 85-103.
- MÉNDEZ, B. J. 2007. *Isla de Aves: Equilibrio entre la subsidencia, aumento del nivel del mar, acreción y progradación*. Trab. Asc. Prof. Titular. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 44 pp.
- MELO-GONZÁLEZ, N., F.E. MULLER-KARGER, S.C. ESTRADA, R. PÉREZ DE LOS REYES, I.V. DEL RIO, P.C. PÉREZ & I.M. ARENAL. 2000. Near-surface phytoplankton distribution in the western Intra-Americas Sea: the influence of El Niño and weather events. *J. Geophys. Res.* 105: 14029–14043.
- ODUM, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*. 164: 262-270.
- OLIVARES-RAMÍREZ, L. & A. PIÑERO-DÍAZ. 2010. *Los ciclones tropicales en las costas de Venezuela e Isla de Aves. Período 1851-2008*. Tecnocolor. Caracas, Venezuela. 111 pp.
- OMORI, M. & T. IKEDA. 1984. *Methods in marine zooplankton ecology*. John Wiley y Son. Inc. USA. 332 pp.

- ORES LAND, V. 2000. Diel feeding of the chaetognath *Sagitta enflata* in the Zanzibar Channel, western Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 193: 117-123.
- OWRE, H.B & M. FOYO. 1967. Copepoda of the Florida Current. *Fauna Carib.* 1:1-137.
- PEREIRA, C., R. QUIÑONES & V. HERNÁNDEZ. 2018. Fitoplancton del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves: el territorio venezolano más septentrional. *Cienc. Amb. Clima.* 1(1): 63-77.
- PEREIRA, C., A. FERNÁNDEZ., V. HERNÁNDEZ & L. TROCCOLI-GHINAGLIA. 2020. Ocurrencia de floraciones nocivas de microalgas en las costas del estado Miranda, Venezuela. *Cienc. Amb. Clima.* 3(1): 55-71.
- PÉREZ-CASTRESANA, G., E. VILLAMIZAR, R. VARELA & Y. FUENTES. 2014. Descripción preliminar del fitoplancton en seis arrecifes coralinos del Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. *Acta Biol. Venez.* 34(2): 293-309.
- PIRELA-OCHOA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ-ÁVILA. 2008. Hidrografía y microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 47(1): 3-15.
- PLATT, T., H. BOUMAN, E. DEVRED, C. FUENTES-YACO & S. SATHYENDRANATH. 2005. Physical forcing and phytoplankton distributions. *Sci. Marina.* 69 (1):55-73.
- PRICE, J. F. 1981. Upper ocean response to a hurricane. *J. Phys. Oceanogr.* 11:153-175.
- PRIETO, D., J. HERNÁNDEZ, A. BRAVO, M. ALVARADO, M. DÁVILA & N. QUIROZ. 2012. Valores hematológicos de la población anidadora de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, Venezuela. *Rev. Cient.* 22(3): 273-280.
- RAZOULS, C., F. DE BOVÉE, J. KOUWENBERG & N. DESREUMAUX. 2005-2021. *Diversity and geographic distribution of marine planktonic copepods*. Disponible en: <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> (revisada febrero 2021)
- REPÚBLICA DE VENEZUELA (1972). Declaratoria del RFSIA. Decreto N° 1069, Gaceta Oficial N° 29.888 del 24 de Agosto de 1972.
- RODRÍGUEZ-CENTENO, M.E., J.R. DÍAZ-RAMOS & L. CHARZEDDINE. 2010. Biomasa y abundancia del fitoplancton en la Isla La Tortuga. Dependencia Federal, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 49 (1): 77-86.
- SÁNCHEZ, I. 1993. *Ecología y Dinámica del fitoplancton en arrecifes coralinos: un estudio en los Islotes Dos Mosquises, Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela*. Trab. Doctoral, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. Caracas, Venezuela. 200 pp.
- SCOTT-FRIAS, J. 2011. *Estructura poblacional de las especies planctónicas de ostrácosos y cladóceros (crustacea) en la costa noroeste de Paraguaná (Falcón, Venezuela)*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 87 pp.
- SHI, W. & WANG, M. 2007. Observations of a Hurricane Katrina-induced phytoplankton bloom in the Gulf of Mexico. *Geophys. Res. Lett.* 34 (11).
- SOMMER, U. 1995. An experimental test of the intermediate disturbance hypothesis using cultures of marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 40: 1271- 1277.
- SOMMER, U., J. PADISAK, C.S. REYNOLDS & P. JUHASZ-NAGY. 1993. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. *Hydrobiologia*, 249: 1-7.
- SON, S., T. PLATT, C. FUENTES-YACO, H. BOUMAN, E. DEVRED, Y. WU & S. SATHYENDRANATH. 2007. Possible Biogeochemical response to the passage of Hurricane Fabian observed by satellites. *J. Plankton Res.* 29 (8):687-697.
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada.* 167: 1-310.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. GASCA. 1997. Copépodos (Crustacea) de aguas superficiales del Mar Caribe Mexicano (mayo, 1991). *Rev. Biol. Trop.* 45(4):1523-1529.
- TRÉGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1967. *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Tome II, planches. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, Francia. 219 pp.
- VARELA, R., F. CARVAJAL & F. MULLER-KARGER. 2003. El fitoplancton en la plataforma nororiental de Venezuela. *Fund. La Salle Cienc. Nat.* 210: 263- 294.

- WACHNICKA, A., J. BROWDER, T. JACKSON, L. WILLIAM, C. KELBLE, O. ABDELRAHMAN, E. STABENAU & C. AVILA. 2019. Hurricane Irma's Impact on Water Quality and Phytoplankton Communities in Biscayne Bay (Florida, USA). *Estuar. Coast.* 43:1217–1234.
- WETZEL, R.G. & G.E. LIKENS. 1991. *Limnological Analyses*. Segunda edición. Springer-Verlag. New York. 430 pp
- WoRMS. 2020. World Register of Marine Species. Disponible en: <http://www.marinespecies.org> (revisado 27 de junio 2020)
- ZHAO, H., D. TANG & Y. WANG. 2008. Comparison of phytoplankton blooms triggered by two typhoons with different intensities and translation speeds in the South China Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 365: 57–65.
- ZOPPI DE ROA, E. 1961. Medusas de la región este de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 1: 173-190.
- ZOPPI DE ROA, E. 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. *Stud. Fauna Curacao Caribb. Isl.* 38: 1-109.
- ZOPPI DE ROA, E. 1977. El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela. Tomo I. Trab. Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela, 187 p.
- ZOPPI DE ROA, E. & H. CAMISOTTI. 2007. *Componente zooplanctónico general*. En: *Estudio de Línea Base Ambiental Proyecto Rafael Urdaneta Bloques Negociados: Cardón IV. Repsol YPF-ENi*. Ed. A. Martín. Informe Técnico. FUNINDES-USB. INTECMAR. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 8: 69-77.
- ZOPPI DE ROA, E. & M. PALACIOS-CÁCERES. 2005. *Evaluación preliminar de la comunidad zooplanctónica del frente Atlántico de Venezuela*. En: Frente Atlántico venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias Ambientales. Petróleos de Venezuela, S.A (PDVSA). Eds, M.G. Gomez, M. Capaldo, C. Yanes & A. Martín. Fondo Editorial Fundaambiente. Caracas, Venezuela. 127-141.

RECIBIDO: OCTUBRE 2020

ACEPTADO: ABRIL 2021