FICOFLORA DE LA BAHÍA DE MANZANILLO EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA: ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LAS ESPECIES INDICADORAS DE SURGENCIA COSTERA

Duque, Matilde[1]*; Velásquez-Boadas, Aidé[2]; Vera, Beatriz[3] & Rodríguez, Julio[4]

*[1]Unidad de Cursos Básicos, Departamento de Ciencias, Área de Biología. Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta (UDO). *Autor de correspondencia: nautilusmd@gmail.com; https://orcid.org/0009-0006-6888-2494*

[2]Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM). Universidad de Oriente (UDO). aijuaa2@gmail.com; https://orcid.org/0009-0002-6531-9824

[3]Centro de Botánica Tropical, Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela (UCV). esverabe@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-9577-1945

[4]Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA). Universidad de Oriente (UDO). juliorod58@gmail.com; https://orcid.org/ 0000-0001-6378-236X

RESUMEN: La bahía de Manzanillo está ubicada en la zona Norte de la isla de Margarita. Es un puerto pesquero que está influenciado por el fenómeno de surgencia costera durante el primer semestre del año. Se obtuvieron, tanto muestras de algas bentónicas del litoral rocoso como muestras de agua para determinar la salinidad, la temperatura y el pH, durante 12 meses consecutivos. Se identificaron 78 especies, de las cuales, 49 constituyen nuevos registros para la bahía, 7 para el estado Nueva Esparta y 5 para la costa venezolana. Después de un período de 29 años desde el último inventario, se determinó una ficoflora diferente incluyendo algunas especies indicadoras de contaminación, como las del género *Grateloupia* y las del orden Ulvales. De las especies señaladas como indicadora de surgencia, no se encontró *Levringia brasilensis* y sólo se registró la presencia de *Gelidium floridanum*.

Palabras claves: ficoflora, isla de Margarita, surgencia, temperatura, zona intermareal.

ABSTRACT: Manzanillo bay is located in the northern area of the isla de Margarita. It is a fishing port that is influenced by upwelling during the first half of the year. During 12 consecutive months were collected samples of benthic algae from the rocky coastline and water samples to determine salinity, temperature, and pH. A total of 78 species were identified of which 49 were new records for the bay, seven were new records for Nueva Esparta and five were new records for the Venezuelan coast. After a period of 29 years since the last inventory, a different phycoflora was observed, some pollution indicator species included, such as the ones from *Grateloupia* genus and the Ulvales order. About the species characterised as upwelling indicators, *Levringia brasilensis* was not found, only the presence of *Gelidium floridanum* occurred.

Key words: intertidal zone, Margarita Island, phycoflora, temperature, upwelling.

INTRODUCCIÓN

La bahía de Manzanillo está ubicada en la zona N de la isla de Margarita, es un puerto pesquero, convertida en una zona residencial y de comercio que está influenciada, fuertemente, por el fenómeno de surgencia costera durante el primer semestre del año. Esta bahía ha sido un área de referencia donde se han realizado varios estudios sobre la biota marina, particularmente sobre las macroalgas (Aponte 1985; Vera 1986).

Las macroalgas marinas bentónicas que habitan en los ambientes costeros de la bahía de Manzanillo crecen de acuerdo a la tolerancia de una combinación de factores, tales como la temperatura, salinidad, nutrientes y estabilidad del sustrato. Entre estos factores, la salinidad y la temperatura son determinantes para el desarrollo de las especies indicadoras de surgencia.

Díaz-Piferrer (1967) consideró los géneros *Porphyra*, *Acrosorium* y *Plocamium*, dentro del Phylum Rhoophyta, y a *Dictyopteris hoytii* (W. R. Taylor) y *Levringia brasilensis*, (Montag.) A. B. Joly, en el Phylum Ochrophyta, como indicadores de surgencia.

Aponte (1985) realizó una evaluación taxonómica de la flora bentónica marina de la costa noreste de la isla de Margarita, desde Manzanillo hasta El Morro de Porlamar, en un área aproximada de 50km. Ésta ha sido señalada por diversos autores como un área de surgencia significativa, por las condiciones hidrográficas excepcionales que se presentan en sus costas, la cual logra su mayor intensidad durante la época de sequía (diciembre-mayo), refiere la autora. Un porcentaje (55%) de las especies identificadas para la zona en ese año, presentaron estadios reproductivos, lo cual evidencia la influencia del fenómeno sobre la ficoflora marina bentónica. A pesar de la importancia de la isla, para entonces, no abundaban estudios de esta índole y sólo estaban registradas para la misma 93 de las 442 especies señaladas para el país, por lo que este trabajo fue un invaluable aporte, el cual abarcó un análisis detallado de la taxonomía de las macroalgas, evaluación de algunas características hidrográficas que influyen en la presencia de las mismas, diseño de un catálogo con las descripciones, ilustraciones y claves para la identificación, así como datos de ocurrencia, abundancia y distribución. Se determinaron tres especies como indicadoras de surgencia costera: *Centrocerocolax ubatubensis* (A. B. Joly), *Cryptopleura crispa* (Kylin) y *Radicilingua media* (Hoyt.) M. A. Wolf., Sciuto & Sfriso.

Vera (1986) en su estudio ecológico de la zona intermareal de la bahía de Manzanillo halló 27 especies en páneles de concreto: 12 rodofitas (44,44%), 8 ocrofitas (29,63%) y 7 clorofitas (25,93%), destacó a *Gelidium floridanum* (W. R. Taylor)*, L. brasiliensis, Neoporphyra spiralis* var. *amplifolia*, (E. C. Oliveira & Coll) M. J. Wynne, como indicadoras de surgencia.

Después de un período de casi tres décadas, se consideró necesario realizar un inventario de las especies de macroalgas, asociadas al litoral rocoso, para obtener información básica sobre la cual se puedan iniciar otros estudios de relaciones entre las especies y las condiciones ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio.

El área de estudio seleccionada fue la bahía de Manzanillo, localizada al norte de la isla de Margarita en las coordenadas UTM REGVEN N 1.223.749,00 y E 402.686,00 Huso 20 (TABLA 1). Debido a su ubicación geográfica, esta área se encuentra en una de las principales zonas de surgencia del país; por lo cual, representa un sitio con condiciones excepcionales. En ésta se establecieron cuatro estaciones de muestreo ($E_{1,}$ $E_{2,}$ E_3 y E_4; Fig. 1).

Se realizaron muestreos mensuales, desde diciembre del 2012 hasta noviembre del 2013, en el litoral rocoso de la bahía de Manzanillo. Las muestras se fijaron en una solución de formol en agua de mar al 4%. Se tomó una porción de las muestras fijadas para su análisis morfoanatómico y otra para herborización. La clasificación taxonómica se llevó a cabo con las claves de Taylor (1960), Littler & Littler (2000), Littler *et al*. (2008), siguiendo la nomenclatura de Wynne (2022), actualizados en la base de datos de Web Ficoflora Venezuela (2023). Simultáneamente, se efectuaron mediciones *in situ* de las variables temperatura (termómetro de 0,1ºC de apreciación) y pH (con cinta indicadora). Para determinar la salinidad, se recolectaron muestras de agua, en botellas plásticas de 250 ml y se analizó utilizando un salinómetro digital de inducción Tsurumiseiki (TSK) modelo 3-G (de 0,01 UPS de apreciación), la cual se llevó hasta el laboratorio de oceanografía de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM-UDONE).

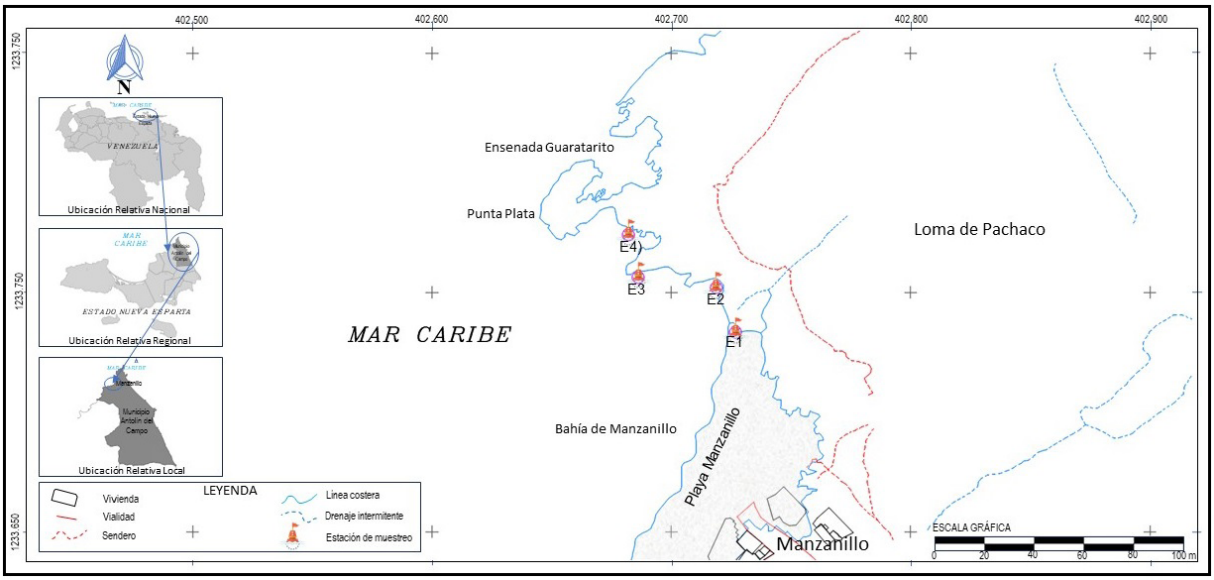


Fig. 1. Área de estudio en la bahía de Manzanillo, isla de Margarita, estado nueva Esparta ($E_{1=}$ Estación$_1$, $E_{2=}$ Estación$_2$, $E_{3=}$ Estación$_3$, $E_{4=}$ Estación$_4$).

RESULTADOS

Se identificaron 78 especies (TABLA 2), agrupadas en 8 clases, 17 órdenes y 27 familias; con una distribución porcentual de 38 especies del Phylum Rhodophyta (48,72%), 23 del Phylum

Chlorophyta (29,49%) y 17 del Phylum Ochrophyta (21,79%; Fig. 2). Como indicadoras del fenómeno de surgencia costera, sólo se registró *G. floridanum*. Del listado de especies, 49 constituyen nuevos registros para la bahía, 7 para el estado Nueva Esparta y 5 para Venezuela.

Durante los muestreos se apreciaron días soleados, con viento y aguas cálidas (23-24°C, durante el primer semestre del año). Respecto a las variables determinadas, la temperatura tuvo la tendencia a aumentar, a medida que transcurrió el tiempo, mientras que la salinidad y el pH se mantuvieron estables durante el período de muestreo, 32 ups y siete-ocho, respectivamente (TABLA 3).

DISCUSIÓN

La plataforma nororiental, donde se encuentran situadas las islas del estado Nueva Esparta, es un área excepcionalmente fértil; esta fertilidad, fuera de lo normal para un área tropical, se debe a la influencia del fenómeno oceanográfico denominado surgencia costera, el cual favorece la actividad pesquera por la riqueza de las aguas (Gómez-Gaspar 1999). La surgencia costera, afloramiento o upwelling es notorio a principio de cada año (enero-mayo; Hernández-Ávila & Gómez-Gaspar 2014; Gómez-Gaspar *et al*. 2014). Éste es ocasionado por los vientos alisios del noreste, los cuales desplazan la capa superficial de agua originando el ascenso de masas de aguas relativamente frías y ricas en nutrientes inorgánicos, lo cual estimula la producción primaria. La estacionalidad de los vientos influencia las variaciones del régimen de surgencia, lo que se manifiesta, físicamente, en dos períodos definidos, caracterizados por el enfriamiento de las aguas superficiales: uno de mayor intensidad durante los primeros meses del año, desde enero hasta marzo-abril (período de máximos vientos,) y otro de mínima intensidad, correspondiente al trimestre de agosto-septiembre-octubre, período de mínima intensidad eólica (Aparicio-Castro & Contreras 2003).

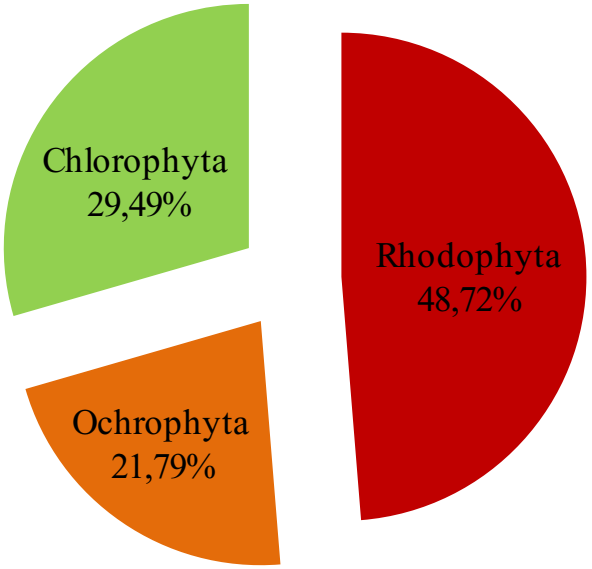


Fig. 2. Porcentaje de especies de macroalgas bentónicas que corresponden a los diferentes Phyla presentes en la bahía de Manzanillo.

Las condiciones oceanográficas e hidrográficas de la región nororiental favorecen el fenómeno de surgencia costera, ésta es promovida por los vientos alisios (Gómez-Gaspar *et al*. 2014); además de éste, existen otros factores que propician la riqueza de las aguas, entre ellos está el efecto del transporte de Eckman, corrientes marino costeras, ondas

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo en la bahía de Manzanillo.

ESTACIÓN	NORTE (N)	ESTE (E)
E_1	1.233.733,37	402.726,88
E_2	1.233.752,00	402.718,80
E_3	1.233.756,27	402.686,19
E_4	1.233.774,11	402.682,06
DATUM REGVEN. HUSO 20		

Tabla 2. Ficoflora bentónica asociada al litoral rocoso de la bahía de Manzanillo (* especies nuevas para la bahía de Manzanillo, ** especies nuevas para el estado Nueva Esparta y *** nuevo registro para el país).

ESPECIES
PHYLUM CHLOROPHYTA
Blidingia minima (Nageli ex Kütz.) Kylin ***
Bryopsis corticulans Setch.***
Bryopsis pennata var. *leprieurii* (Kütz.) Collins & Herv.*
Bryopsis ramulosa Montg. **
Chaetomorpha antennina (Bory) Kütz.
Chaetomorpha gracilis Kütz.*
Cladophora fuliginosa Kütz.*
Cladophora laetevirens Dilwyn Kütz. **
Cladophora prolifera (Roth) Kütz.*
Cladophora sericea (Huds.) Kütz *
Cladophora vagabunda (L.) C. Hoek
Cladophoropsis membranacea (Bang. ex C. Agardh) Börgesen *
Codium decorticatum (Woodw) M. Howe
Codium repens P. Crouan & H. Crouanin *
Codium taylorii P. C. Silva *
Lychaete longicellulata (C. Hoek) M. J. Wynne ***
Lychaete pseudobainesii (C. Hoek) M. J. Wynne ***
Ulva chaetomorphoides (Börgesen) Hayden, Blomster, Maggs, Pc. Silva & Waatland *
Ulva clathrata (Roth) C. Agardh *
Ulva flexuosa Wulfen
Ulva lacinulata (Kütz.) Wittrock
Ulva lactuca L.*
Ulva prolifera O. F. Müller *
PHYLUM OCHROPHYTA
Asteronema breviarticulatum (J. Agardh) Ouriques & Bouzon *
Canistrocarpus cervicornis (Kütz.) De Paula & De Clerck*
Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth.) Derbes & Solier
Dictyota bartayresiana J. V. Lamour. *
Dictyota ciliolata Sonder. ex Kütz. *
Dictyota hamifera Setch.**
Dictyota humifusa Hörnig, Schnetter & Coppejans **
Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert *
Dictyota pulchella Hörnig & Schnetter *
Dictyota sp.
Ectocarpus rallsiae Vickers
Feldmannia mitchelliae (Harv.) H. S. Kim
Padina boergesenii Allender & Kraf *

Padina gymnospora (Kütz.) Sond.*
Padina pavonica (L.) Thivy ***
Spatoglossum schroederi (C. Agardh) Kütz.*
Vaucheria sp.
PHYLUM RHODOPHYTA
Acrochaetium sp.
Amphiroa sp.
Austrokallymenia westii (Ganesan) C. W. Schneider & G. W. Saunders *
Bryocladia thyrsigera (J. Agardh) F. Schmitz *
Bryothamnion seaforthii (Turner) J. Agardh *
Centroceras gasparinii (Menegh.) Kütz.
Centrocerocolax ubatubensis A. B. Joly
Ceramium sp.
Chondracanthus saundersii C. W. Schneider & C. E. Lane *
Cryptonemia atrocostalis C. W. Schneider, C. E. Lane & G. W. Saunders
Dasya ocellata (Gratel) Harv. *
Erythrotrichia carnea (Dilwyn) J. Agardh*
Erythrotrichia vexillaris (Mont.) Hamel
Gayliella dawsonii (A. B. Joly) Barros-Barreto & F. P. Gómez **
Gelidium corneum (Huds) J. V. Lamour. *
Gelidium floridanum W. R. Taylor
Gelidium sp.
Gracilaria sp.
Grateloupia cuneifolia J. Agardh
Grateloupia filicina (J. V. Lamouroux) C. Agardh
Grateloupia sp.
Gymnogongrus griffithsiae (Turner) Mart.*
Gymnogongrus tenuis J. G. Agardh
Herposiphonia parca Setch. **
Herposiphonia sp.
Hooperia divaricata (Durant) M. J. Wynne, C. W. Schneider & G. W. Saunders*
Hydrolithon farinosum (J. V. Lamouroux) Penrose & Y. M. Chamberlain *
Hypnea musciformis (Wulfen) J. V. Lamour.
Hypnea sp.
Laurencia microcladia Kütz.*
Melanothamnus sphaerocarpus (Börgesen) Díaz-Tapia & Maggs *
Neogoniolithon sp.
Phyllymenia gibbesii (Harv.) Showe M. Lin. Rodríguez-Prieto, De Clerk & Guyri *
Pneophyllum fragile Kütz. **
Sahlingia subintegra (Rosenv.) Kornmann
Stylonema alsidii (Zanardini) K. M. Drew *

Tiffaniella saccorhiza (Setchell & Gardner) Doty & Meñez *
Wrangelia argus (Montag) Montag.*

internas y lagunas costera (Hernández-Ávila & Gómez-Gaspar 2014), además del aporte de las aguas continentales (González *et al.* 2007). Los sistemas influenciados por el fenómeno de surgencia costera son fuertemente dinámicos y presentan gran variabilidad a diversas escalas de tiempo y espacio. Durante los períodos de viento favorable estos ecosistemas presentan un núcleo de agua turbulenta, fría y rica en nutrientes. Las diferencias en el medio físico relacionada con los ritmos de intensificación y relajamiento de la surgencia, circulación de las aguas y contribución de las diferentes masas de agua se reflejan en las variaciones en la composición y abundancia de las diferentes especies y demás organismos marinos (Margalef 1974).

En este trabajo se ha monitoreado la zona para dar seguimiento a las especies que crecen en la zona intermareal, encontrándose cambios sustanciales en las mismas, particularmente en aquellas indicadoras del fenómeno de surgencia costera, registradas por Aponte (1985) y Vera (1986), de éstas sólo se registró *G. floridanum*.

Se propone a la especie *Asteronema breviarticulatum*, (J. Agardh) Ouriques & Bouzon, como indicadora de surgencia, debido a su aparición exclusiva durante el primer trimestre del año. Sin embargo, al revisar las especies indicadoras de surgencia en la literatura (TABLA 4) se pudo apreciar que la misma, en el borde sur del Mar Caribe (Colombia y Venezuela), es muy dispersa y que se citan algunas especies como indicadoras de este fenómeno sin haberse realizado, hasta el momento, un estudio ecológico sobre los rangos de tolerancia de temperatura de dichas especies. Este hecho es señalado por Rodríguez de Ríos en el trabajo de Bula-Meyer (1977) donde propone dos especie del género *Sargassum* como indicadoras de surgencia, debido a que éste es considerado como un género tropical y subtropical, pero no de aguas templadas.

Tabla 3. Promedio de las variables físico-químicas de la bahía de Manzanillo (2012-2013).

MESES	TEMPERATURA (ºC)	PH	SALINIDAD (UPS)
Diciembre	26,3	8	32,28
Enero	25,0	8	32,39
Febrero	23,7	8	32,43
Marzo	24,7	7	32,71
Abril	24,0	9	32,48
Mayo	24,3	7	32,78
Junio	24,7	7	32,65
Julio	26,7	7	32,46
Agosto	30,0	8	31,96
Septiembre	27,0	8	31,73
Octubre	26,0	7	32,27
Noviembre	25,3	7	32,30

De acuerdo con las referencias que coinciden en señalar algunas especies indicadoras de surgencia, se estima que *N. spiralis* var. *amplifolia*, *Plocamium brasiliensis*, (Grev. in J. St. Hil.) M. Howe & W. R. Taylor, *Acrosorium venulosum,* (Zanardini) Kylin, y *G. floridanum* pueden considerarse como especies indicadoras de surgencia. Sin embargo, con respecto a esta última especie es de hacer notar que durante los muestreos realizados en 1984 (Vera 1986), ésta sólo se presentaba durante el primer trimestre del año y después no aparecía, cuando las aguas incrementaban su temperatura. En el presente trabajo (año 2012), ésta ocurrió durante todo el año. Este curioso hecho refiere una aclimatación progresiva de la especie a las condiciones de mayores temperaturas observadas en la bahía (TABLAS 3,5).

Levringia brasiliensis (Ochrophyta) es la especie señalada como indicadora de surgencia (Díaz-Piferrer 1967; Bula-Meyer 1977; Vera 1986) que no se evidenció durante los muestreos del año 2012. Este hecho sugiere la necesidad de hacer un estudio ecológico sobre las especies consideradas como indicadoras de surgencia y sus rangos de tolerancia a la temperatura, para certificarlas como especies indicadoras de este fenómeno en nuestras costas.

Es oportuno hacer una acotación sobre la ausencia de *N. spiralis* var. *amplifolia*, *A. venulosum* y *P. brasiliensis* en la bahía de Manzanillo. Con respecto a la primera, en 1984 se registraron pocos talos de esta especie**;** no obstante, en las localidades de Pedro Gonzáles y áreas del norte de la isla fueron avistadas poblaciones pequeñas de la misma (B. Vera; A. Velásquez-Boadas, *com. pers*.). *A. venulosum* era común en 1984, sin embargo no fue registrado en el 2012. Respecto a *P. brasiliensis* nunca fue registrada para la bahía, pero sí para una zona cercana, Los Morros de Constanza (Web Ficoflora Venezuela 2023). Es evidente un cambio en las especies indicadoras de surgencia, debido a las condiciones de altas temperaturas y bajas salinidades en la bahía de Manzanillo. Estos cambios también se notan en la ficoflora más abundante, cuyas especies son tropicales, y en la presencia de las Ulvales y las especies del género *Grateloupia*, indicadoras de contaminación orgánica; esto se suma al calentamiento global de las masas de aguas superficiales, producidas por el cambio climático.

Durante el período de muestreo se registraron un total de 78 especies para el litoral rocoso (zona intermareal) de la bahía de Manzanillo, de las cuales, muchas son comunes a lagunas y otras zonas costeras del estado (Ramírez 1996). Los géneros *Codium*, *Ulva*, *Hypnea*, *Gracilaria*, *Centroceras*, *Ceramium*, *Dictyota* y *Padina*, encontrados en este estudio, fueron registrados por Aponte (1985) para este mismo lugar, por Velásquez-Boadas *et al*. (2010) para el Parque Nacional Laguna de La Restinga y por Acosta (2010) para la isla de Cubagua.

De las 32 especies citadas por Aponte (1985) y de las 27 registradas por Vera (1986) en páneles de concreto en esta zona, sólo 18 y 12, respectivamente, fueron comunes en este estudio, de lo que se deduce que, transcurridos 29 años desde el último inventario, el cambio en la cantidad y variedad de las especies fue significativo.

Tanto en la bahía de Manzanillo, como en las de Charagato, Cubagua, (Acosta 2010) y Boca de Río (Guilarte 2010), las rodofitas dominaron la relación porcentual sobre clorofitas y ocrofitas (Feoficeas), lo cual es típico de aguas tropicales y subtropicales, caracterizadas por una

Tabla 4. Especies indicadoras del fenómeno de surgencia.

ESPECIES	REFERENCIA
PHYLUM OCHROPHYTA	
Dictyopteris hoytii W. R. Taylor	Díaz-Piferrer (1967); Bula-Meyer (1977)
Dictyopteris justi J. V. Lamouroux	Pereira *et al*. (2020)
Ectocarpus confervoides Le Jolis	Bula-Meyer (1977)
Levringia brasilensis (Montag.) A. B. Joly	Díaz-Piferrer (1967); Bula-Meyer (1977); Vera (1986)
Sargassum cymosum C. Agardh	Bula-Meyer (1977)
Sargassum filipendula C. Agardh	Bula-Meyer (1977)
PHYLUM RHODOPHYTA	
Acrosorium venulosum (Zanardini) Kylin	Díaz-Piferrer (1967); Bula-Meyer (1977); Vera (1986)
Austrakallymenia westii (Ganesan) C. W. Schneider & G. W. Saunders	Solé & Vera (1997)
Radicilingua media (Hoyt.) M. A. Wolf., Sciuto & Sfriso	Aponte (1985)
Centrocerocolax ubatubensis A. B. Joly	Aponte (1985)
Cryptopleura crispa Kylin	Aponte (1985)
Gelidium floridanum W. R. Taylor	Vera (1986)
Neoporphyra spiralis var. *amplifolia* (E. C. Oliveira & Coll) M. J. Wynne	Díaz-Piferrer (1967); Bula-Meyer(1977); Vera (1986)
Plocamium brasiliensis (Grev. in J. St. Hil.) M. Howe & W. R. Taylor	Bula-Meyer (1977); Solé & Vera (1997); Pereira *et al.* (2020)
Scinaia complanata (Collins) Cotton	Pereira *et al.* (2020)

Tabla 5. Resumen de temperatura y salinidad en la bahía de Manzanillo durante los muestreos de los años 1984 (VERA 1986: anexo) y 2012-2013.

AÑOS	TEMPERATURA MÁXIMA (ºC)	TEMPERATURA MÍNIMA (ºC)	SALINIDAD MÁXIMA (ups)	SALINIDAD MÍNIMA (ups)
1984	28,4	22,1	37,21	36,13
2012-2013	30,0	24,0	32,78	31,73

alta riqueza y variedad de especies, donde el orden de importancia y la distribución porcentual por phylum guarda esta relación (Díaz-Piferrer 1967). Dicha relación no se cumple en la laguna La Restinga (Velásquez-Boadas *et al*. 2010), donde las clorofitas dominaron sobre rodofitas y ocrofitas, tal vez por ser una zona de alta productividad, rica en nutrientes, o de deposición de aguas residuales, las cuales estimulan el crecimiento de algunos géneros de estas algas. Es válido resaltar que, según Guilarte (2010), para la bahía de Boca de Río, aunque dominaron las rodofitas (46%), las clorofitas estuvieron cerca en cuanto a número de especies (43%), ya que esta zona está altamente impactada por las actividades antrópicas. En este contexto, para la bahía de Manzanillo, a pesar de las actividades antrópicas como la descarga de aguas residuales, aún se cumple la proporción de Rhodophyta > Chlorophyta > Ochrophyta. En el área de estudio, los géneros *Ulva* (Chlorophyta) y *Grateloupia* (Rhodophyta) registraron seis y dos especies, respectivamente. Éstas han sido usadas como indicadoras de calidad del agua y están asociadas a procesos de enriquecimiento de nutrientes, tanto naturales (surgencia costera) como antrópicos (Huber & Castro 2007; Vera *et al*. 2017).

Cambios en la condición del agua han sido asociados con proliferaciones masivas de micro y macroalgas, algunas florecen en condiciones eutróficas o son estimuladas por varios tipos de descargas, como las de aguas residuales (Livingston 2001). Cualquier incremento en la capacidad nutritiva del agua conduce inmediatamente a un aumento de la biomasa vegetal, lo cual depende de las características de cada especie. Es evidente que la contaminación costera proporciona los micro y macronutrientes que pueden incrementar las tasas de crecimiento y la biomasa. Los altos niveles de nitratos y fosfatos de las aguas contaminadas pueden constituir un estimulante para las especies, ya que son los primeros en agotarse tras el crecimiento normal. Cabe destacar, que algunas especies pueden usar nitrógeno o fósforo orgánico por lo que las aguas con contaminación orgánica les resultan favorables (Margalef 1974).

La temperatura registrada en el primer semestre del año (23-24°C) y la presencia de *G. floridanum* (B. Vera; A. Velásquez-Boadas, *com. pers*.), así como los estadios reproductivos (cistocarpos y/o esporangios) observados en las especies *Centroceras gasparinii*, (Menegh.) Kütz., *Ceramium* sp., *Bryocladia thyrsigera*, (J. Agardh) F. Schmitz, *Melanothamnus sphaerocarpus,* (Börgesen) Díaz-Tapia & Maggs, *Grateloupia cuneifolia,* J. Agardh, (Rodhophyta) y *Feldmannia mitchelliae,* (Harv.) H. S. Kim, (Ochrophyta) son indicativos del fenómeno de surgencia costera, el cual es típico del período de mayor intensidad de los vientos alisios y tiene un efecto marcado en la composición de la flora bentónica (Aponte 1985). La variación de la salinidad respecto a Vera (1986) sugiere que hay un ingreso de agua dulce (probablemente proveniente de la descarga de aguas residuales) hacia la bahía (TABLAS 3, 5), debido a que las salinidades marinas oscilan entre 36 y 37 UPS, mientras que la salinidad encontrada en este trabajo fue de 32 UPS. Los cambios en cuanto al número de especies y grupos taxonómicos, respecto a Aponte (1985), indican la presencia de aguas enriquecidas de manera natural (surgencia costera) o por acciones antropogénicas (contaminación orgánica), además de los cambios climáticos que ejercen un efecto sinérgico calentando las aguas superficiales de la zona costera que anteriormente tenían una menor temperatura (TABLA 5); todos estos factores están influenciando la zona intermareal de esta bahía.

CONCLUSIONES

Las macroalgas identificadas en la bahía de Manzanillo (78 especies) para el período de muestreo estuvieron distribuidas en 38 rodofitas (48,72%), 23 clorofitas (29,49%) y 17 ochrofitas (21,79%), agrupadas en 8 clases, 17 órdenes y 27 familias. La proporción de especies identificadas corresponde al orden Rhodophyta > Chlorophyta > Ochrophyta, el cual es característico de ambientes tropicales. De las Chlorophyta, el género *Ulva* fue uno de los que presentó mayor número de especies (seis).

Los cambios de temperatura y salinidad, debido al aporte de aguas residuales hacia la bahía, pueden estar incidiendo en el número de especies, en la presencia de algunos géneros asociados con este tipo de descargas o ambientes eutrofizados (*Ulva* y *Grateloupia*), en la ausencia de especies indicadoras de surgencia, como *L. brasiliensis*, o en la aclimatación de otras, tal es el caso de *G. floridanum*.

Se recomienda actualizar el inventario de macroalgas y monitorear constantemente la zona para ampliar el registro de la ficoflora bentónica asociada al litoral rocoso (infra y sublitoral) de la bahía de Manzanillo (incluso con la incorporación de buzos), a fin de registrar cualquier cambio en la composición de las especies que indique la presencia de actividades antropogénicas, fenómenos naturales o cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Regional de Investigaciones Ambientales del Núcleo Nueva Esparta, Universidad de Oriente (CRIA-UDONE) por su invaluable colaboración, mediante el financiamiento, para la ejecución de este proyecto.

REFERENCIAS

Acosta, N. 2010. Estudio ficoflorístico del litoral rocoso y fondos coralinos de Bahía Charagato y las Cabeceras, Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela, durante el período enero – junio 2006. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 108 pp.

Aparicio-Castro, R. & R. Contreras. 2003. *Índices de surgencia costera inducida por el viento para la región nororiental de Venezuela*. En: *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela*. Ed. Freón & Mendoza. Cumaná, Venezuela. p. 207-232.

Aponte, M. 1985. Evaluación taxonómica de las algas de la costa noreste de la Isla de Margarita. Venezuela. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 381 pp.

Bula-Meyer, J. 1977. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe colombiana. *Annal. Inst. Inv. Mar. Punta Betín*. 9: 45-71.

Díaz-Piferrer, M. 1967. Efectos de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Carib. J. Sci*. 7: 1-13.

Gómez-Gaspar, A. 1999. *Los recursos marinos renovables del estado Nueva Esparta, Venezuela. Tomo I: Invertebrados y algas*. Fondo Editorial del Estado Nueva Esparta. Venezuela. 208 pp.

Gómez-Gaspar, A., Mata, E. & O. Gómez. 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). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 53(1): 25-36.

González, L. W., Euán, J., Eslava, N. & J. Suniaga. 2007. La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada con la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 55(1): 279-286.

Guilarte, A. 2010. Variación espacio – temporal de la ficoflora macrobentónica en la bahía de Boca del Río, estado Nueva Esparta, Venezuela. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 208 pp.

Hernández-Ávila, I. & A. Gómez-Gaspar. 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. *Interciencia*. 39(2): 122-128.

Huber, M. & P. Castro. 2007. *Biología Marina* (6ta ed.). Editorial McGraw-Hill. Madrid, España. 486 pp.

Littler, D. & M. Littler. 2000. *Caribbean reef plants*. Off Shore Graphics, Inc. Washington, USA. 542 pp.

Littler, D., Littler, M. & M. Dennis. 2008. *Submersed plants of the Indian River Lagoon: A floristic inventory and field guide*. Off Shore Graphics. Florida, USA. 286 pp.

Livingston, R. 2001. *Eutrophication processes in coastal systems: Origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in Gulf Coast Estuaries*. Florida, USA. 327 pp.

Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 pp.

Pereira, C., García, M., Zoppi De Roa, E. & V. Hernández. 2020. Macroalgas de la zona submareal del estado Miranda. *Acta. Biol. Venez*. 40: 1-25.

Ramírez, P. 1996. *Lagunas costeras venezolanas*. Edit. Benavente & Martínez, C. A. Porlamar, Venezuela. 275 pp.

Solé, M. & B. Vera. 1997. Caracterización de las algas marinas bénticas en la región Chirimena-Punta Caimán, estado Miranda. *J. Carib. Sci*. 33: 180-190.

Taylor, W. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the America*. Lord Baltimore Press, INC. University of Michigan. Michigan, EE.UU. 870 pp.

Velásquez-Boadas, A., Fernández, Y. & A. Pérez. 2010. Algas del parque nacional Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. ECOCRIA. Año 2. Ed. Nº VI Abril-Junio: 7.

Vera, B. 1986. Estudios ecológicos en la zona intermareal rocosa de la Bahía de Manzanillo, Isla de Margarita, Venezuela. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 101 pp.

Vera, B., Moreno C. & J. Linares. 2017. *Grateloupia* como bioindicador de aguas residuales en la costa oriental del estado Vargas, Venezuela. XI Congreso de Ficología de Latinoamérica y el Caribe, IX Reunión Iberoamericana de Ficología y de la Sociedad Latinoamericana de Ficología – SOFILAC, del 7 al 12 de Noviembre, Cali, Colombia.

WEB FICOFLORA VENEZUELA. 2023. Catálogo digital de la Ficoflora de Venezuela. Publicación electrónica. Universidad Central de Venezuela, Caracas. Ed: Santiago Gómez, Yusneyi Carballo Barrera, Mayra García & Nelson Gil. Disponible en https://www.ficofloravenezuela.inf.ve (revisada en abril 2023).

Wynne, M. 2022. *A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fifth revisión*. Nova Hedwigia Beiheft 153. Berlín. 178 pp.

Recibido: Abril 2023
Aceptado: Julio 2023