



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
CARRERA DE BIOLOGÍA

MACROALGAS DE BOCA ANDREA, VERACRUZ EN
TEMPORADA DE LLUVIAS Y SECAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A
ANDREA MERIT ONTIVEROS LOERA

Área: Ficología

Directora: Dra. Alejandrina Graciela Avila Ortiz

Asesor: Dr. Sergio Díaz Martínez

Asesor: M. en C. Lisandro Hernandez Anaya

Asesor: Biol. Marco Antonio Hernández Muñoz



Ciudad de México

2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
CARRERA DE BIOLOGÍA
FORMATO F-5



OFICIO DE FECHA DE EXAMEN

QFB GRACIELA ROJAS VÁZQUEZ
JEFA DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 Presente

Le comunico que al alumno: **ONTIVEROS LOERA ANDREA MERIT** con número de cuenta **313330029** de la carrera **BIOLOGÍA** se le ha fijado el día **6 de Febrero de 2024** a las **11:00 hrs.**, para presentar la réplica oral de su examen profesional, que tendrá lugar en esta facultad, ante el siguiente jurado:

CARGO	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE BIOL.	HERNANDEZ MUÑOZ MARCO ANTONIO	
VOCAL	DRA. AVILA ORTIZ ALEJANDRINA GRACIELA	
SECRETARIO	M. EN C. ESPITIA LICEA ROCIO	
SUPLENTE	DR. DIAZ MARTINEZ SERGIO	
SUPLENTE	M. EN C. HERNANDEZ ANAYA LISANDRO	

El título del trabajo escrito que se presenta es:

Macroalgas de Boca Andrea, Veracruz en temporada de lluvias y secas.

En la modalidad de: **TESIS**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 CDMX, a 1 de Diciembre de 2023

DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES ZARAGOZA

Agradecimientos

A la UNAM-DGAPA-PAPIME PE207819 “Las colecciones científicas de algas, hongos y líquenes del Herbario FEZA y su apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje” y a la beca otorgada por este proyecto.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por la oportunidad para formarme como bióloga.

A los miembros del sínodo la Dra. Alejandrina Avila Ortiz, al Dr. Sergio Díaz Martínez, al M. en C. Lisandro Hernandez Anaya, al Biol. Marco Antonio Hernández Muñoz y a la M. en C. Rocío Espitia Licea por sus observaciones y comentarios que enriquecieron este trabajo con sus vastos conocimientos en sus diferentes áreas de trabajo.

A la Dra. Alejandrina Graciela Avila Ortiz por su constante guía y paciencia al momento de redacción de este trabajo.

Al M. en C. Armando Cervantes por la ayuda prestada para obtener la constancia de verificación de trabajo escrito, al analizar el trabajo con el software: Plagius-Detector de plagio 2.8.

Agradecimientos a título personal

A mi familia, empezando con mi mamá, María de la Luz Loera Otero por su apoyo, amor y confianza incondicional, además de su fe en mí y de que iba a culminar este proceso tan importante; también a mi padre, Miguel Ángel Ontiveros Bautista, quien a pesar de ya no estar con nosotros, tampoco dejó de apoyarme incondicionalmente; a mis hermanas Daniela y Sarahi, a quienes adoro desde que eran pequeñas, quienes también nunca perdieron la fe en mí y me dieron su apoyo siempre, además de ser mi motivación para seguir adelante en la vida; así que a toda mi familia le dedico esta tesis con mucho cariño.

A mis amigos del laboratorio de psicología (ficobanda): Arturo, Laura, Erick, Abi, Karen y el Maestro Lisandro con quienes pase momentos agradables en el laboratorio y en las prácticas de campo.

Con especial cariño al Maestro Lisandro quien me orientó y apoyo en varias ocasiones durante mi estadía en el laboratorio, además de que me apoyó en la revisión de este trabajo, y poco a poco se convirtió en uno de mis mejores amigos dentro y fuera del laboratorio.

Con cariño a Arturo, quien al comienzo de mi estadía en el laboratorio de psicología me orientó y ayudó con las actividades que debían realizarse, y después se convirtió en uno de mis mejores amigos dentro y fuera del laboratorio, con quien compartí momentos agradables de amistad en los años que llevamos conociéndonos.

Índice	
1. Introducción	9
2. Marco teórico	10
2.1 Phylum Chlorophyta (Algas verdes)	10
2.2 Phylum Rhodophyta (Algas rojas)	11
2.3 Clase Phaeophyceae del Phylum Ochrophyta (Algas pardas)	12
2.4 Importancia alimenticia y medicinal	12
2.5 Fenología, estudios y criterios fenológicos en macroalgas marinas	13
2.6 Factores que influyen en el crecimiento, desarrollo y reproducción de las algas	13
3. Antecedentes	15
4. Justificación	15
5. Hipótesis	16
6. Objetivo general	16
7. Objetivos particulares	16
8. Material y método	17
8.1 Área de estudio	17
8.2 Trabajo de campo	18
8.3 Recolección y preservación de ejemplares	18
8.4 Registro de datos ambientales y coordenadas	18
8.5 Trabajo de laboratorio	19
8.6 Determinación taxonómica	19
8.7 Incremento de la base de datos e ingreso de los ejemplares a la Colección Ficológica	19
8.8 Análisis de similitud	20
9. Resultados	20

9.1 Estudio florístico	20
9.2 Factores ambientales	29
9.3 Análisis de similitud	31
9.4 Incremento de la base de datos e ingreso de ejemplares a la colección ficológica	33
10. Análisis de resultados	33
10.1 Diversidad de algas	33
10.2 Influencia de los factores ambientales en la presencia de algas	34
10.3 Similitud entre temporadas	34
10.4 Fenología	36
10.5 Nuevos registros para la localidad de Boca Andrea, Veracruz	37
11. Conclusiones	38
12. Consideraciones finales	39
13. Literatura citada	40

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de especies, temporada de lluvias, 2016, 2017, 2018	21
Tabla 2. Lista de especies, temporada de secas 2019	22
Tabla 3. Registro de presencia de las especies en ambas temporadas (Lluvias y secas) y registro del estado fenológico.	28
Tabla 4. Datos ambientales de la localidad Boca Andrea en los años 2016, 2017, 2018 y 2019.	30

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad Boca Andrea, Veracruz.	17
Figura 2. Boca Andrea, Veracruz. Vista panorámica, playa mixta (rocas y arena).	18
Figura 3. Número de especies de cada grupo de algas en la temporada de lluvias y en la temporada de secas.	24
Figura 4. Temperatura del agua obtenida en los años 2016, 2018 y 2019.	30
Figura 5. pH obtenido en los años 2016, 2018 y 2019.	30
Figura 6. Salinidad obtenida en los años 2016, 2018 y 2019.	31
Figura 7. Dendograma que representa la temporada de lluvias y la de secas.	32
Figura 8. Diagrama que muestra las especies compartidas entre sí, de la temporada de lluvias (junio, 2016 y agosto, 2018); las especies que comparte la temporada de lluvias con la temporada de secas (abril, 2019) y las especies compartidas entre ambas temporadas (junio, 2016, agosto, 2018 y abril, 2019).	36

Índice de láminas

Lámina 1. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen al Phylum Chlorophyta	25
Lámina 2. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen al Phylum Rhodophyta	26
Lámina 3. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen a la Clase Phaeophyceae	27

Índice de anexos

Anexo 1. Base de datos de las especies presentes en la localidad de Boca Andrea, Veracruz en los años 2016, 2018 y 2019.	Boca	47
Anexo 2. Descripción de las especies registradas en la localidad de Boca Andrea, Veracruz.		49

Resumen

En México se han registrado aproximadamente 1700 especies de macroalgas, de las cuales 325 pertenecen al Phylum Chlorophyta, 1132 al Phylum Rhodophyta y 245 a la Clase Phaeophyceae del Phylum Ochrophyta; los listados florísticos de la costa de Veracruz aún están incompletos, y falta explorar otras localidades, entre ellas Boca Andrea, por lo que es necesario complementar el inventario para conocer su diversidad, así como los nuevos registros que puedan existir para esta localidad. Los objetivos de este trabajo fueron comparar las macroalgas en temporada de lluvias y secas en la localidad de Boca Andrea, Veracruz; así como los factores ambientales (pH, temperatura del agua y salinidad), realizar un análisis de similitud entre ambas temporadas, analizar su fenología y contribuir al incremento de la colección ficológica del Herbario FEZA y su base de datos. A partir del material recolectado de las tres recolectas (junio, 2016; agosto, 2018 y abril 2019) se identificaron 70 especies, 38 para la temporada de lluvias y 32 para la temporada de secas; la temperatura del agua mostró una disminución de 6°C en la temporada de secas, el pH se mantuvo igual en ambas temporadas con un valor de 7 y la salinidad fue de 36 ups en lluvias y de 35 ups en secas. Las especies de junio, 2016 se agruparon con las de agosto, 2018 pero la composición florística de ambas fechas fue diferente, compartieron tres especies entre ellas y cinco con las de la temporada de secas, ésta última se separó de las dos anteriores, compartieron tres especies con junio, 2016 y cinco con agosto, 2018; además ambas temporadas compartieron tres especies entre sí. La mayoría de las especies fértiles se registraron para la temporada de secas, con un total de nueve, con una mayoría de ocho para la Clase Phaeophyceae. El total de nuevos registros fue de 27, 14 fueron para la temporada de lluvias y 13 para la temporada de secas. El incremento de la colección ficológica y de la base de datos fue de 100 ejemplares y 100 números respectivamente, que van del 5230 al 5330.

Introducción

Las algas son organismos de estructura relativamente simple y con una gran diversidad de niveles de organización. Los principales son: unicelular y pluricelular entre ellos: cenobio, colonia, sifonal, sifonocladal, cenocitos, filamentos uniseriados (ramificados o no), pseudoparénquima y parénquima. Se denominan talofitas ya que no presentan diferenciación entre tallo raíz y hojas (Quitral et al., 2012; Collado-Vides & Braga, 1996). Además, son parte esencial de los mares, ríos y lagos debido a que son productores primarios que contribuyen a las redes tróficas, tanto de invertebrados como de vertebrados. Contribuyen también de manera considerable a la producción de materia orgánica, al reciclaje de nutrientes y a la producción de oxígeno en sus aguas (Lüning, 1990; Peña et al., 2005).

Por otra parte, el talo de las algas también es un lugar donde otras algas pueden crecer, y cumplen la función de forófito. Las algas que se desarrollan sobre otros talos se les denomina epífitas y son importantes ya que potencian la estratificación en las costas rocosas, lo que genera heterogeneidad del hábitat y aumenta la diversidad de especies (Széchy & Sá, 2008).

Las macroalgas se han clasificado en tres grandes grupos: el Phylum Chlorophyta (algas verdes), el Phylum Rhodophyta (algas rojas) y la Clase Phaeophyceae del Phylum Ochrophyta (algas pardas) (Quitral, et al., 2012; Guiry & Guiry, 2005). Las algas verdes comprenden el grupo con mayor diversidad de formas y número de especies incluyendo algas unicelulares y pluricelulares, contienen clorofila a y b, el 10% de ellas son marinas, mientras que el 90% son de agua dulce, estas tienen una distribución cosmopolita, mientras que las marinas que están en las aguas tropicales y semitropicales cálidas tienden a ser similares en todas las partes del mundo (Cantera & Londoño, 2011; Lee, 2008).

Las algas rojas se encuentran presentes sobre todo en el medio marino, la mayoría son pluricelulares, aunque también hay especímenes unicelulares, poseen biliproteínas como la ficoeritrina y ficocianina, que contribuyen a enmascarar el color verde de la clorofila a y b. Constituyen el grupo más diverso entre las algas, ya que se han descrito cerca de 4,000 especies a nivel mundial (Lee, 2008; Ortíz, 2011).

Por otra parte, las algas pardas no presentan formas coloniales ni unicelulares (excepto gametos y esporas), la organización de su talo puede ser filamentosa, pseudoparenquimatosa o parenquimatosa. Poseen clorofila a y c, entre los pigmentos accesorios el más común es el beta-caroteno y la fucoxantina. Existen alrededor de 266 géneros y 1800 especies en el mundo (León & Núñez, 2012; Mansilla & Alveal, 2004).

En México se han registrado aproximadamente 1700 especies de macroalgas de las cuales 325 pertenecen al Phylum Chlorophyta, 1132 del Phylum Rhodophyta y 245 de la Clase Phaeophyceae (CONABIO, 2015). Existen estudios sobre las algas presentes en el litoral de Veracruz, como por ejemplo el de Huerta en 1960, Galicia y colaboradores en 1996, Robinson et al., 2012, Galicia y colaboradores en 2013 y García-López y colaboradores en 2017, estos estudios son descripciones de especies, listados, revisión bibliográfica y de herbario; este trabajo también trata sobre listados y descripciones de especies, además incluye un análisis de similitud, el cual nos dice qué temporadas son más similares entre sí por las especies que comparten.

Marco teórico

Las algas marinas bentónicas comprenden los grupos de microalgas y macroalgas asociadas al fondo marino (Campana, 2018), las macroalgas son algas de tamaño macroscópico, generalmente son pluricelulares, aquí se encuentran las algas verdes, las algas rojas y las algas pardas (Wiencke & Bischof, 2012).

Phylum Chlorophyta (Algas verdes)

Las algas verdes comprenden uno de los mayores grupos de algas por su gran número de especies, aproximadamente 7000, de las cuales el 10% de ellas son marinas; presenta niveles de organización que incluyen unicelulares, coloniales, sifonal, sifonocladal, filamentosas y parenquimatosas; cada nivel de organización es reconocido por unidades estructurales que pueden ser células o cenocitos con un desarrollo ontogénico peculiar y con un vínculo o relación espacial característica en distintos taxones de algas verdes (Guiry & Guiry, 2005; León et. al, 2007).

Este grupo de algas son ancestros de las plantas terrestres por lo cual comparten el metabolismo, el tipo de pigmentos fotosintéticos, como son clorofilas a y b, xantofilas, luteína, violoxantina, neoxantina, enteroxantina y la estructura celular. Las células pueden presentar una pared de celulosa, hemicelulosa, manosa o xilosa, sus cloroplastos presentan doble membrana con arreglo tilacoidal formando la grana y pueden tener pirenoides con almidón (Raven et al., 1999; Peña et al., 2005; Quitral et al., 2012). Su ciclo de vida es extremadamente variable, puede ser: Haplo-diplonte, Haplo-haplonte, Diplo-haplo/diplobionte isomórfico o Diplo-haplo/diplobionte heteromórfico (Werlinger et al., 2004).

Phylum Rhodophyta (Algas rojas)

La mayoría de las especies de este Phylum son marinas, pero existen cerca de 200 especies que se encuentran en agua dulce, son de morfología muy variable, gran parte de ellas son pluricelulares, predominan las formas filamentosas, pero también formas unicelulares, parenquimatosas de aspecto foliáceo; es común la organización filamentosa de aspecto cilíndrico que muchas veces simula un tipo de organización parenquimatosas (llamado pseudoparenquima). Su crecimiento ocurre a través de una o más células apicales, mientras que, en las formas parenquimatosas, el crecimiento es difuso (Werlinger et al., 2004; Lee, 2008). Se caracterizan por sus plastos pigmentados de rojo, presentan clorofila a, r-ficoeritrina y r-ficobilina (Peña et al., 2005; Quitral et al., 2012), la mayoría de ellas producen compuestos que pueden actuar como repelentes en el medio natural frente al ataque de herbívoros, como es el caso de los miembros de la familia Bonnemaisoniaceae que producen compuestos polihalogenados (Ramírez et al., 2007). Presentan conexiones "pit" entre las células. La pared celular de estas algas presenta dos capas; una capa interna de celulosa y otra capa externa de material gelatinoso que contiene varios polímeros de importancia económica como los ficocoloides (agar, carragenano y furcellarina). Algunas algas rojas depositan carbonato de calcio en la parte externa de su pared celular, el cual le da una consistencia dura (Peña et al., 2005). No existen células flageladas, su cigoto se desarrolla inmediatamente *in situ* en una generación que es dependiente del

gametofito (carposporofito), la cual produce carposporas; su ciclo sexual es frecuentemente Trifásico Haplo Diplo-Diplonte (Des Abbayes et al., 1989).

Clase Phaeophyceae del Phylum Ochrophyta (Algas pardas)

Este grupo de algas está conformado por aproximadamente 250 géneros y 2800 especies (Guiry & Guiry, 2005). La coloración parda, de tonalidad variable, es debida a la presencia de ciertos pigmentos, entre ellos las fucoxantinas que enmascaran a las clorofilas a y c, betacaroteno y a otras xantofilas, como la violaxantina (León & Núñez, 2012). Son reconocidas por su gran tamaño, morfológicamente son muy diversas, encontrándose formas que van desde algas filamentosas ramificadas de estructura sencilla hasta algas con tejidos especializados en el transporte de nutrimentos como *Macrocystis* sp. (Neto, 2014; Peña et al., 2005). Su pared celular está constituida fundamentalmente de polisacáridos sulfatados como los fucoidanos (Quitral et al., 2012). Sus ciclos de vida pueden ser diploide, este produce gametos por meiosis, y la singamia produce cigotos que germinan hasta formar talos adultos morfológicamente similares, o alternancia de generaciones, este se lleva a cabo mediante esporofitos diploides y gametofitos haploides; los esporofitos diploides producen esporas por meiosis que germinan hasta formar talos gametofitos adultos, los cuales a su vez producen gametos por diferenciación celular y mitosis, el resultado de la singamia son los cigotos que formarán los talos esporofitos adultos. Las generaciones alternantes pueden ser isomórficas o heteromórficas (León & Núñez, 2012).

Importancia alimenticia y medicinal

La importancia de las algas para el hombre radica en su utilización como alimento y medicinas desde tiempos milenarios, principalmente en Japón, China y Polinesia, tienen un alto contenido de proteínas y carbohidratos (González-González, 1987). En las civilizaciones orientales tradicionalmente se ha reconocido por fortalecer la sangre, el corazón y el sistema circulatorio. Los principales derivados que se obtienen de éstas son: ficocoloides, compuestos orgánicos o polisacáridos en espacios intercelulares de la pared de algas rojas entre ellos el agar y el carragenano, mientras que en las algas pardas se encuentra el ácido algínico. Estos

productos tienen una gran aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética, entre otras (Peña et al., 2005).

Fenología, estudios y criterios fenológicos en macroalgas marinas

La fenología se ha definido como el estudio del tiempo de sincronización de los eventos biológicos, sus causas considerando las fuerzas abióticas y bióticas además de la interrelación entre fases del mismo o diferente evento (Dougherty et. al, 1994). Existe una diferencia entre los estudios fenológicos de plantas vasculares y los de macroalgas marinas, por ello Espinoza-Avalos (2005) señaló que Schoschina et. al, (1996) incluyeron en su trabajo la única definición para estudios ficológicos, que son los patrones estacionales de crecimiento y reproducción, también se toma en cuenta la observación, medición y análisis de algunos parámetros con cierta periodicidad; además las variables biológicas que generalmente se incluyen son: la densidad de talos por unidad de superficie, el tamaño de los talos, el reclutamiento de propágulos y la proporción de gametofitos y esporofitos (Croce, 2013).

Factores que influyen en el crecimiento, desarrollo y reproducción de las algas

Luz. Es un factor de gran importancia para la vida algal, ya que es una fuente energética necesaria para realizar la fotosíntesis, ésta consume CO₂ y produce oxígeno, además de que se elaboran diferentes productos químicos (González, 2001). En los ecosistemas acuáticos la luz es un factor que limita de manera drástica la distribución y abundancia de los organismos vivos, en el mar la luz es absorbida en gran parte por el agua y no penetra a grandes profundidades, lo que significa que más de la mitad de la luz se absorbe en el primer metro de agua, por esta razón, la mayor diversidad de organismos acuáticos se encuentra en los primeros metros bajo la superficie del agua (Cano-Santana, 2005).

Temperatura. Las algas marinas exhiben las respuestas metabólicas usuales a la temperatura específica de las especies, al igual que los patrones estacionales de crecimiento. En todos los casos existe una temperatura óptima para cada función por debajo o por encima de la cual se producen retardos o aceleraciones (Dawes, 1986).

Salinidad. En diversos hábitats costeros, las algas están sujetas a fluctuaciones periódicas de salinidad asociadas con escurrimientos terrestres. En la zona intermareal, las algas marinas enfrentan marcados extremos de salinidad; a medida que las algas se desecan durante la marea baja, a medida que el agua se evapora de las pozas de mareas superiores durante las mareas vivas y cuando la lluvia cae sobre algas marinas expuestas a la marea baja (Dawes, 1986).

pH. Las variaciones en el agua de mar son muy pequeñas, el pH normal es de 8.1 a 8.3, pero se han encontrado variaciones que rara vez descienden de 7.5 o suben más allá de 9.0 (Vegas, 1980).

Nutrientes. Los nutrientes son un factor limitante para el crecimiento de las algas, un aumento en la concentración de nitratos puede dar lugar a la eliminación de algunas de ellas que se encuentran acostumbradas a desarrollarse en aguas con bajos niveles de éste y otros nutrientes, lo que conduce al consecuente reemplazo por otras especies (López, 2015).

Fenómenos climáticos. Los vientos de alta velocidad, las olas altas, las lluvias torrenciales y mareas de tormenta asociadas con huracanes afectan a las comunidades marinas, lo cual se refleja en cambios en la cobertura de organismos bentónicos, la distribución local de las especies y la diversidad de su hábitat (Rioja-Nieto, 2012).

Herbivoría. Este es un proceso ecológico clave en los ecosistemas marinos, ya que los herbívoros marinos pueden mantener a las algas bajo control, ya que eliminan de tres a cuatro veces más biomasa que los herbívoros terrestres; pero las algas han desarrollado estrategias para repelerlos, como por ejemplo asociarse con otras plantas que interfieren con el forrajeo y alimentación de los herbívoros; además los metabolitos secundarios también juegan un papel importante ya que estas producen terpenos, compuestos aromáticos, acetogeninas, derivados de aminoácidos y polifenoles, que son útiles en contra de la herbívora, pero éstos difieren de los que se encuentran en las plantas terrestres (Anaya, 2003; Cárdenas, 2016).

Antecedentes

Los estudios ficoflorísticos para la costa de Veracruz fueron iniciados por Huerta (1960). En este trabajo se incluyen nueve localidades y se obtuvieron registros de 25 especies que pertenecen al Phylum Chlorophyta, 50 especies del Phylum Rhodophyta y 13 a la Clase Phaeophyceae. Por otro lado, Galicia-García et al., (1996) obtuvieron un listado de Isla Verde en el cual están presentes 8 especies de Bacillariophyceae, 24 de Chlorophyceae, 5 de Cyanophyceae, 6 de Phaeophyceae y 37 de Rhodophyceae, en este trabajo se incluyeron datos sobre la estacionalidad, estado reproductivo, nivel de marea, sustrato, exposición al oleaje y epifitismo asociado. Robinson et. al (2012) presentan descripciones de 13 especies de algas verdes y 12 de algas pardas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), presenta el registro de *Percursaria percusa* el cual es nuevo para este, además de otros como: *Dictyterpa jamaicensis*, *Sargassum furcatum*, *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* y *Codium isthmocladum* subsp. *clavatum* que son nuevos para Veracruz.

Por otro lado, Galicia-García et. al (2013) también estudiaron la diversidad de algas en el PNSAV y registraron 21 especies del Phylum Rhodophyta (Marzo-Abril) que pertenecen a los géneros *Amphiroa*, *Bryothamnion*, *Ceramium*, *Ceratodictyon*, *Colaconema*, *Galaxaura*, *Hypnea*, *Jania*, *Laurencia*, *Liagora*, *Neosiphonia*, *Pneophyllum*, *Polysiphonia*, *Porolithon*, *Stylonema*, *Titanophycus* y *Yuzurua*, los cuales fueron nuevos registros para esta región. García-López et. al (2017) llevaron a cabo una revisión bibliográfica y de herbario de las algas verdes (Chlorophyta) que han sido registradas para el litoral de Veracruz, también incorporaron los datos de muestreos realizados en 12 localidades (2006-2016) que registraron la presencia de 93 especies de algas verdes, además de nuevos registros como: *Ulva profunda*, *Chaetomorpha vieillardii* y *Stigeoclonium tenue*.

Justificación

Los listados florísticos realizados en la costa de Veracruz aún están incompletos, y faltan por explorar otras localidades, entre ellas Boca Andrea, que aunque ha sido incluida en algunos estudios, es necesario complementar su inventario, ya que pueden existir nuevos registros de especies, además los listados son importantes ya que nos ayudan a conocer la diversidad de una localidad. García-López et. al (2017) considera importante realizar inventarios ficoflorísticos en regiones del litoral mexicano poco investigadas, además de continuar con los muestreos para recabar datos de los cambios espaciales y temporales de la flora que permitan monitorear e identificar posibles alteraciones en las condiciones del litoral veracruzano. Por otra parte, es necesario registrar los factores ambientales: pH, salinidad y temperatura del agua, que pudieran influir en la presencia o ausencia y en la composición de las especies de macroalgas.

Hipótesis

El número y composición de especies en la localidad Boca Andrea, Veracruz, varía dependiendo de la temporada de lluvias con respecto a la de secas; así como de los factores ambientales: pH, temperatura del agua y salinidad.

Objetivo general

- Comparar y analizar la composición de las especies de macroalgas entre la temporada de lluvias y secas de la localidad Boca Andrea, Veracruz.

Objetivos particulares

- Obtener un listado de macroalgas de ambas temporadas.
- Comparar las diferencias entre ambas temporadas mediante un análisis de similitud.
- Comparar los factores ambientales: pH, temperatura del agua y salinidad de cada temporada.
- Analizar la fenología de las especies presentes con respecto a los factores ambientales mencionados.

- Contribuir al incremento de la base de datos y a la colección ficológica del Herbario FEZA.

Material y método

Área de estudio

Los ejemplares se recolectaron en las fechas de junio del 2016, agosto de 2018 (lluvias) y abril de 2019 (secas) en la localidad de Boca Andrea, Veracruz cuyas coordenadas son: 19° 44' 49.9" N y 96° 24' 25.7" O (Fig. 1). Esta localidad es una playa mixta con una plataforma de riscos expuestos y microambientes como pozas de marea y canales de corriente; el oleaje no llega directamente ya que está protegida por una barrera (Fig. 2). Además, la caracteriza la desembocadura de un riachuelo (Díaz, 2015).

La temporada de secas abarca aproximadamente los meses de marzo a mayo la temporada de lluvias comprende los meses de junio a octubre (García-López et. al, 2017). También hay otro criterio en cuanto a las temporadas, la de secas o época de "Nortes" abarca desde el mes de septiembre hasta abril, con escasa precipitación, temperatura baja y frecuentes invasiones de masas de aire frío del norte y, la de lluvias, que corresponde a los meses de mayo a agosto (Mateo-Cid & Mendoza-Gonzalez, 1996). Los Nortes son vientos fuertes que van de norte a sur y superan los 20 km/h, además repercuten en la mezcla de las aguas (Romero, 2003).

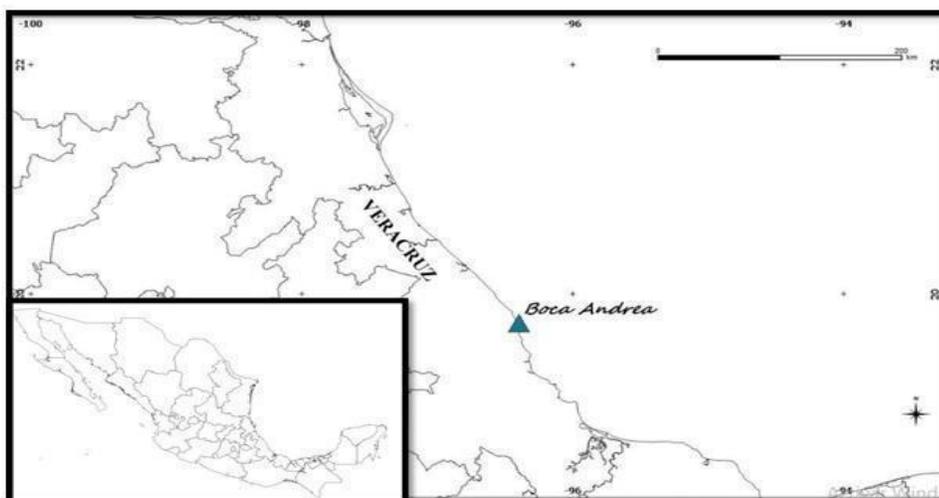


Fig. 1 Ubicación geográfica de la localidad Boca Andrea, Veracruz.



Fig. 2 Boca Andrea, Veracruz. Vista panorámica, playa mixta (rocas y arena).

Trabajo de campo

Recolección y preservación de ejemplares

El material ficológico se recolectó de manera manual en la zona intermareal, con ayuda de una espátula se desprendieron los ejemplares desde la base, al terminar se preservaron, de dos maneras: en formaldehído al 4% y el prensado; la primera consistió en colocar los ejemplares en bolsas de plástico con una solución de formaldehído al 4% con agua de mar junto con su etiqueta, por último se depositaron en un bote con tapa hermética para su traslado al laboratorio; para el prensado se seleccionaron algunos ejemplares y éstos se colocaron en papel encerado, después entre papel periódico junto con una cartulina con sus datos correspondientes y por último, en la prensa botánica, esta técnica fue descrita por González-González & Novelo-Maldonado, 1986.

Registro de datos ambientales y coordenadas

Las coordenadas se tomaron con un GPS, las cuales fueron 19° 44' 49.9" N y 96° 24' 25.7" O; los datos ambientales que se registraron son: pH, salinidad, temperatura del ambiente y temperatura del agua. Para medir el pH se utilizó una tira de medición de pH de la marca Baker, la salinidad se midió con un refractómetro, la temperatura del agua y del ambiente se registraron con ayuda de un termómetro de inmersión de -20 a 110 °C.

Trabajo de laboratorio

Determinación taxonómica

Los ejemplares recolectados en los años 2016, 2018 y 2019 fueron revisados externamente con ayuda de un microscopio estereoscópico. Para el reconocimiento de caracteres internos, a cada espécimen se le tomó una muestra, y ésta fue tratada según el nivel de organización. En el caso de los talos filamentosos se tomó un filamento, para los parenquimatosos se realizaron cortes histológicos en plano transversal o longitudinal y para los cenocíticos o sifonales se disgregó dicha muestra y se elaboraron preparaciones semipermanentes, que se observaron en un microscopio de campo claro. Con el reconocimiento de caracteres externos e internos, se procedió a la determinación taxonómica con la consulta de literatura especializada, entre ella: Joly (1967); Taylor (1960); Littler & Littler (2000); Dreckmann (1998); Suárez et al., (2015); Díaz (2011); Senties & Dreckmann (2013), entre otras.

Incremento de la base de datos e ingreso de los ejemplares a la Colección Ficológica

La información registrada en campo y la determinación taxonómica de los ejemplares se ingresó a la base de datos curatorial para asignarles un número de registro y con esta información se elaboraron sus etiquetas. Los especímenes se montaron en cartulina blanca Bristol de 110 kg con medidas de 41cm de alto y 29.5 cm de ancho, después se pegaron a ésta con tiras adhesivas o con mucílago, la etiqueta se colocó en el extremo inferior derecho, el acrónimo del Herbario FEZA se puso en el extremo superior izquierdo y su número de registro en el extremo superior derecho; para protegerlos del polvo se cubrieron con una camisa de papel revolución y al terminar se depositaron e intercalaron en la colección ficológica. El incremento de ejemplares de herbario fue de 100, los cuales se ingresaron a la base de datos y los números de su registro fueron del 5230 al 5330.

Análisis de similitud

En el análisis de similitud se utilizó el índice de Jaccard, el cuál compara los atributos de dos muestras, y toma en cuenta los atributos presentes en la muestra (a) y los atributos presentes en la muestra (b) para observar que atributos comparten entre ellas y cuáles son diferentes; por lo tanto, es una medida de similitud para las muestras, con un rango que va de 0 a 1, y cuanto más cercano sea a 1, las muestras serán más similares (Real & Vargas, 1996).

Para ello se elaboró una tabla en Excel, se tomó en cuenta todas las especies registradas tanto en la temporada de lluvias como en la de secas, de la localidad Boca Andrea, Veracruz. El listado de especies y los años se colocaron en columnas, se asignó 1 para presencia y 0 para ausencia, los datos de la tabla se ingresaron en el programa estadístico Past 4 para obtener el dendograma de similitud.

Resultados

Estudio florístico

El total de especies registradas en ambas temporadas (lluvias y secas) fue de 70; de las cuales 38 fueron de la temporada de lluvias y correspondieron a: tres familias del Phylum Chlorophyta, siete del Phylum Rhodophyta y cinco del Phylum Ochrophyta pertenecientes a la Clase Phaeophyceae (Tabla 1); las otras 32 a la temporada de secas, éstas pertenecen a cuatro familias del Phylum Chlorophyta, cuatro del Phylum Rhodophyta y seis a la Clase Phaeophyceae (Tabla 2) (Fig. 3). Con la determinación taxonómica se realizaron cortes histológicos y se tomaron fotografías, con las cuales se elaboraron láminas del Phylum Chlorophyta (Lámina 1), Phylum Rhodophyta (Lámina 2) y de la Clase Phaeophyceae (Lámina 3).

También se registró la fenología de las especies de ambas temporadas. El mayor número de especies con estructuras reproductivas se registraron en abril de 2019 (secas), con ocho especies de la Clase Phaeophyceae y una especie del Phylum Rhodophyta. A diferencia de la época de secas, en el 2016 sólo una especie del Phylum Rhodophyta y tres de la Clase Phaeophyceae; por último, en 2018 solamente una especie de la Clase Phaeophyceae (Tabla 3).

Tabla 1. Lista de especies encontradas en los años 2016 y 2018 en temporada de lluvias.

Especies	Junio (2016)	Agosto (2018)
Phylum Chlorophyta		
Subphylum Chlorophytina		
Clase Ulvophyceae		
Orden Bryopsidales		
Familia Bryopsidaceae		
<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux		*
<i>B. plumosa</i> J.V.Lamouroux		*
<i>B. aff. plumosa</i>		*
Familia Caulerpaceae		
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh	*	
<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh		
Familia Cladophoraceae		
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing		*
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing		*
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek		*
<i>Cladophora</i> sp.		*
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing		*
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i> (Kützing) Boedeker	*	
Phylum Rhodophyta		
Subphylum Eurhodophytina		
Clase Florideophyceae		
Subclase Rhodymeniophycidae		
Orden Ceramiales		
Familia Ceramiaceae		
<i>Antithamnion</i> sp.		*
<i>Centroceras clavulatum</i>	*	*
Familia Dasyaceae		
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey	*	
Familia Rhodomelaceae		
<i>Laurencia</i> sp. 1	*	
<i>Chondria floridana</i> (Collins) M. Hove		*
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K. W. Nam		*
Orden Corallinales		
Familia Corallinaceae		
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux		*
<i>Jania capillacea</i> Harvey		*
Orden Gelidiales		
Familia Gelidiaceae		
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	*	
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel	*	
Orden Gracilariales		
Familia Gracilariaceae		
<i>Gracilaria mamillaris</i> (Montagne) M.Howe	*	*
Orden Gigartinales		
Familia Cystocloniaceae		
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing		*
Phylum Ochrophyta		
Clase Phaeophyceae		
Subclase Dictyophycidae		
Orden Dictyotales		

Familia Dictyotaceae		
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson)	*	
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux	*	
<i>Padina antillarum</i> (Kützing) Piccone	*	*
<i>P. boergesenii</i> Allender & Kraft	*	*
<i>P. gymnospora</i> (Kützing) Piccone	*	*
Orden Sphacelariales		
Familia Sphacelariaceae		
<i>Sphacelaria novae-hollandiae</i> Sonder	*	
Subclase Fucophycidae		
Orden Ectocarpales		
Familia Scytosiphonaceae		
<i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss	*	
Familia Acinetosporaceae		
<i>Feldmannia</i> sp.	*	
Familia Sargassaceae		
<i>Sargassum buxifolium</i> (Chauvin) M.J.Wynne	*	*

Tabla 2. Lista de especies encontradas en el año 2019 en temporada de secas.

Especies
Phylum Chlorophyta
Subphylum Chlorophytina
Clase Ulvophyceae
Orden Cladophorales
Familia Cladophoraceae
<i>Cladophora oligoclona</i> (Kützing) Kützing
<i>C. albida</i> (Nees) Kützing
<i>C. fuliginosa</i> Kützing
<i>C. liebetruthii</i> Grunow
<i>C. coelothrix</i> Kützing
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey
Familia Anadyomenaceae
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C.Agardh
Orden Ulvales
Familia Ulvaceae
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh
Orden Bryopsidales
Familia Caulerpaceae
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh
Phylum Rhodophyta
Subphylum Eurhodophytina
Clase Florideophyceae
Subclase Rhodymeniophycidae
Orden Ceramiales
Familia Ceramiaceae
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne
Familia Rhodomelaceae
<i>Laurencia microcladia</i> Kützing
<i>Laurencia</i> sp. 2
<i>Laurencia</i> sp. 3
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K. W. Nam
<i>Polysiphonia binneyi</i> Harvey

Orden Corallinales
Familia Corallinaceae
Jania capillacea Harvey
J. subulata (Ellis & Solander) Sonder
Orden Gigartinales
Familia Cystocloniaceae
Hypnea spinella (C.Agardh) Kützing
H. cervicornis J.Agardh
H. valentiae (Turner) Montagne

Phylum Ochrophyta

Clase Phaeophyceae

Subclase Dictyophycidae

Orden Dictyotales

Familia Dictyotaceae

Dictyopteris delicatula J.V.Lamouroux

Lobophora dispersa Camacho, Freshwater & Fredericq

Padina boergesenii Allender & Kraft

Padina gymnospora (Kützing) Piccone

Orden Sphacelariales

Familia Sphacelariaceae

Sphacelaria tribuloides Meneghini

Subclase Fucophycidae

Orden Ectocarpales

Familia Acinetosporaceae

Hincksia sp.

Familia Ectocarpaceae

Ectocarpus sp. 1

E. sp. 2

Orden Fucales

Familia Scytosiphonaceae

Chnoospora minima (Hering) Papenfuss

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès & Solier

Orden Scytothamnales

Familia Asteronemataceae

Asteronema breviarticulatum (J.Agardh) Ouriques & Bouzon

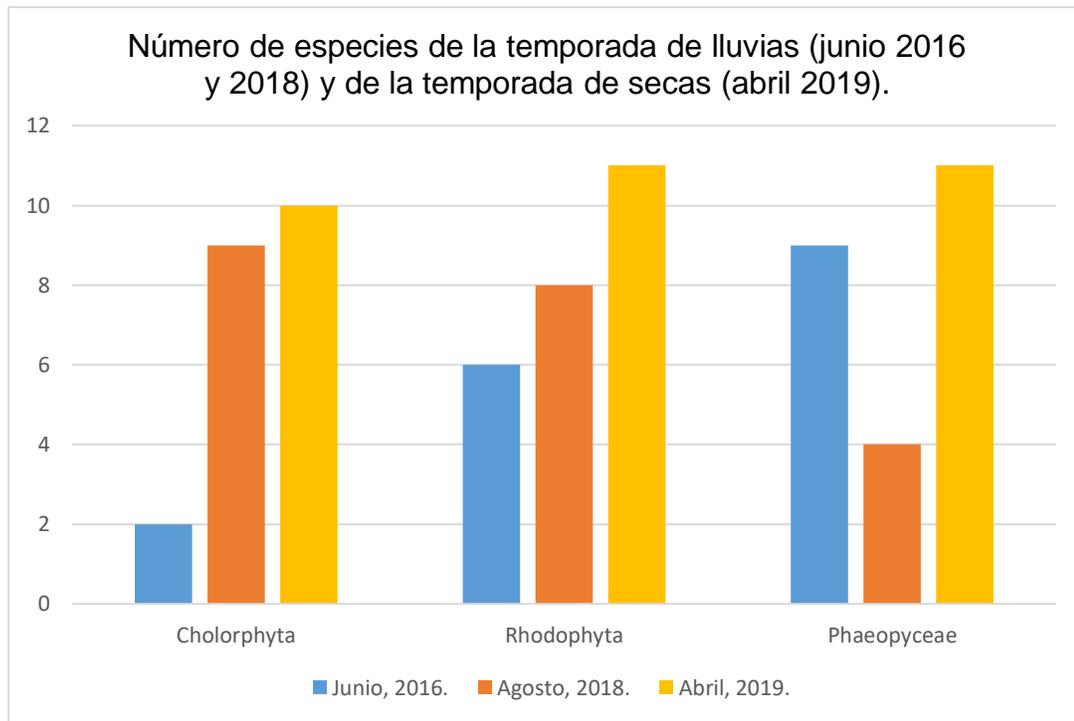


Fig. 3 Número de especies de cada grupo de algas en la temporada de lluvias y en la temporada de secas.

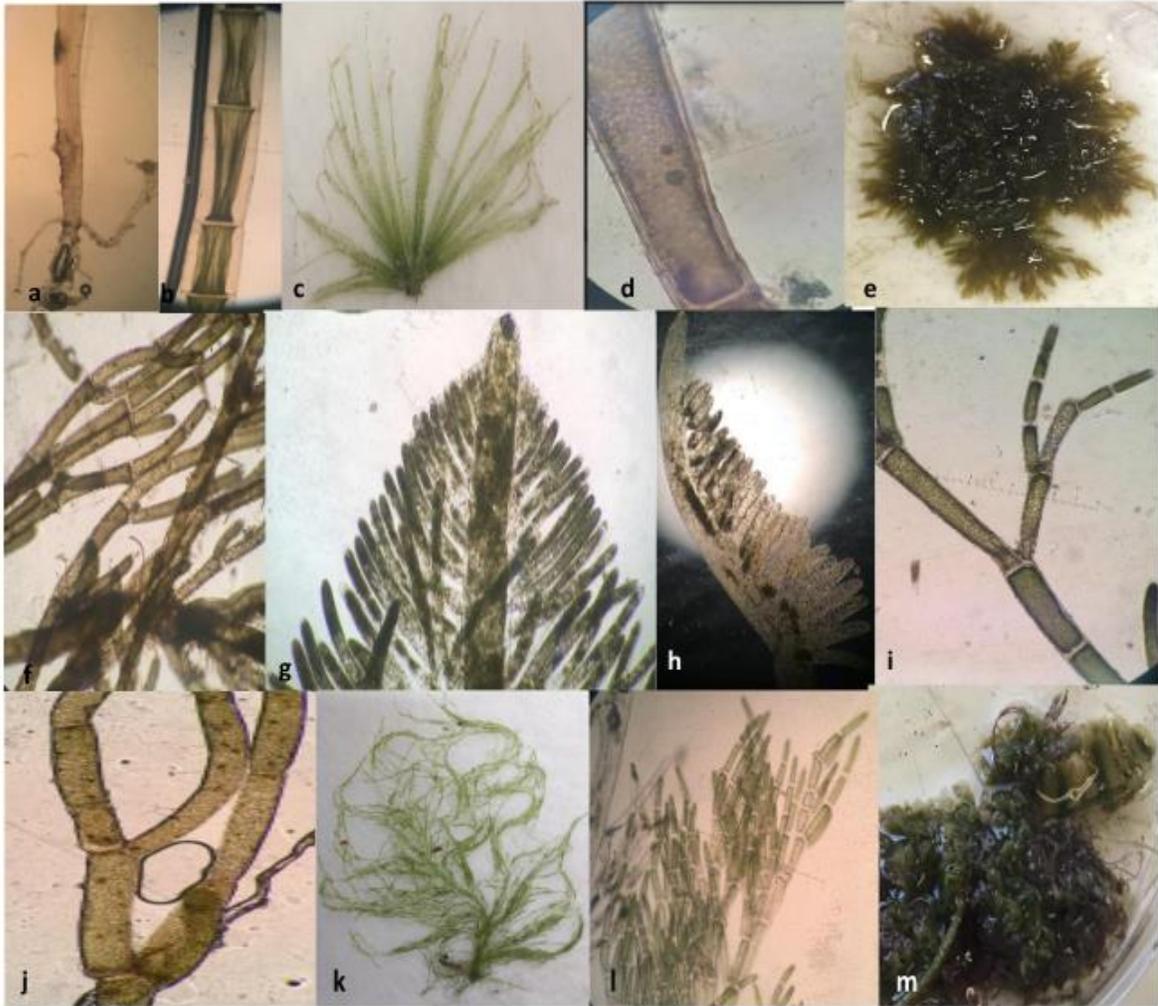


Lámina 1. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen al Phylum Chlorophyta. *Chaetomorpha antennina* a) Célula basal, b) Filamento, c) Hábito. *Pseudorhizoclonium africanum* d) Filamento. *Cladophora albida* e) Hábito, f) Filamento. *Bryopsis plumosa* g) Hábito. *Bryopsis pennata* h) Hábito. *Cladophora dalmatica* i) Filamento. *Cladophora vagabunda* j) Filamento. *Cladophora oligoclona* k) Hábito, l) Ramas con filamentos. *Caulerpa taxifolia* m) Hábito.

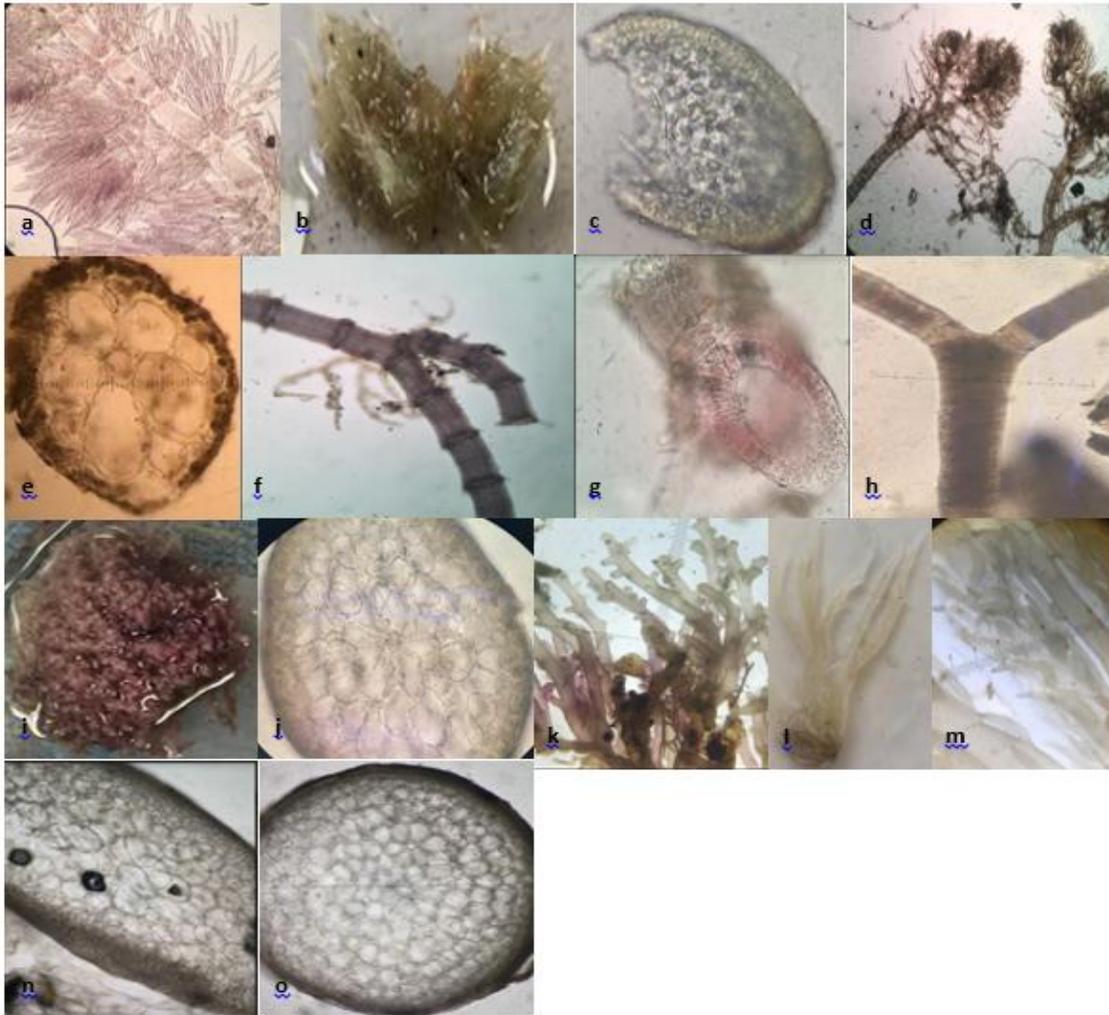


Lámina 2. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen al Phylum Rhodophyta. *Antithamnion* sp. a) Hábito. *Gelidium pusillum* b) Hábito c) Corte transversal. *Dasya ocellata* d) Hábito, e) Corte transversal. *Centroceras clavulatum* f) Hábito g) Corte transversal. *Jania capillacea* h) Porción del talo. *Chondria floridana* i) Hábito, j) Corte transversal, k) Eje principal con rámulas. *Gelidiella acerosa* l) Hábito m) Eje principal con rámulas. *Gracilaria mammillaris* n) Corte transversal. *Laurencia* sp. o) Corte transversal.

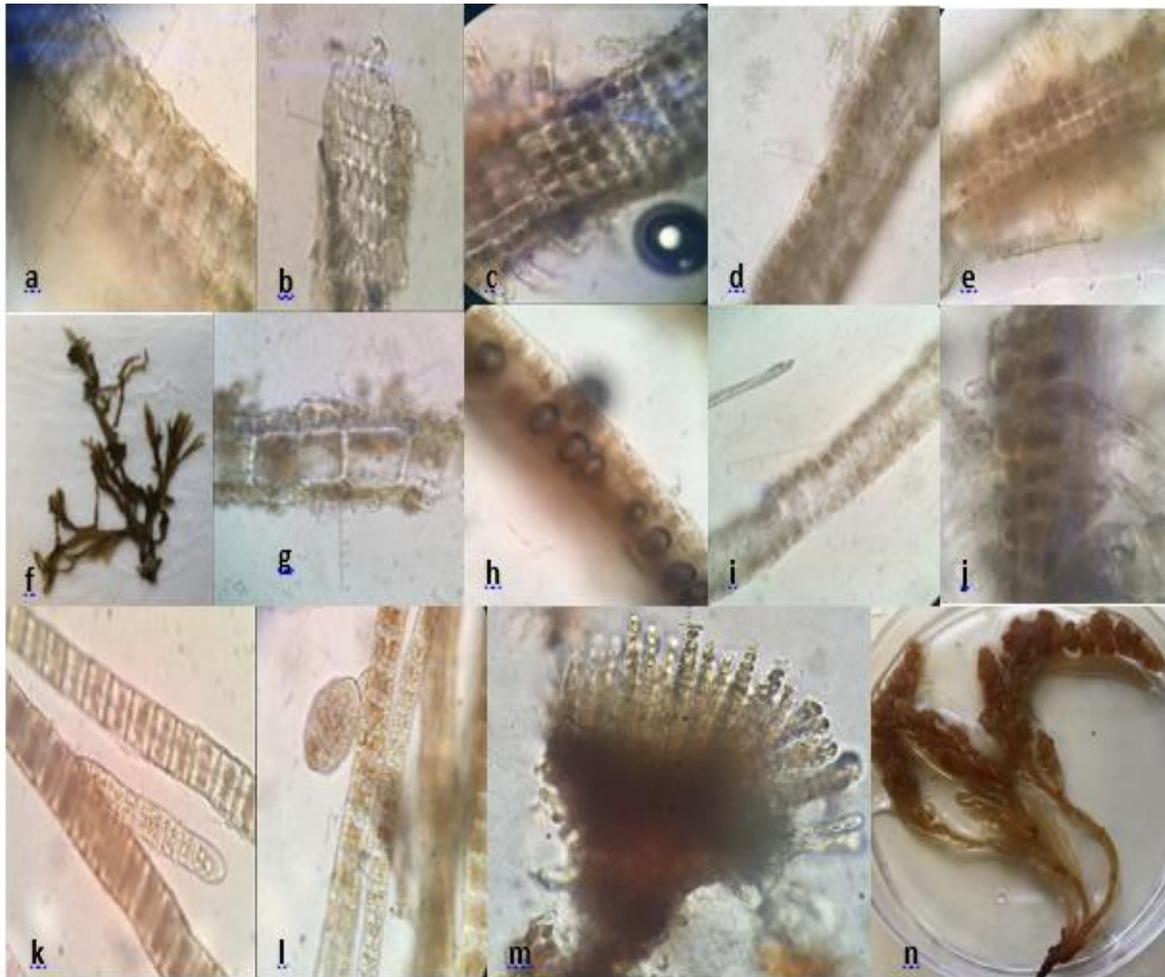


Lámina 3. Especies de Boca Andrea, Veracruz que pertenecen a la Clase Phaeophyceae. *Padina gymnospora* a) Corte transversal zona apical, b) Corte transversal zona media, c) Corte transversal zona basal. *Padina antillarum* d) Corte transversal zona apical, e) Corte transversal zona basal. *Dictyota dichotoma* f) Hábito g) Corte transversal. *Padina boergesenii* h) Corte transversal zona apical, i) Corte transversal zona media, j) Corte transversal zona basal. *Sphacelaria novae-hollandiae* k) Filamentos, l) Propágulo. *Neoralfsia expansa* m) Corte transversal, se observan las paráfises. *Sargassum buxifolium* n) Hábito, se encuentra fértil (Receptáculos).

Tabla 3. Registro de presencia de las especies en ambas temporadas (lluvias y secas) y registro del estado fenológico.

Especies	Temporadas	
	Lluvias	Secas
Phylum Chlorophyta		
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh	v	v
<i>C. taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh	v	
<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux	v	
<i>B. plumosa</i> J.V.Lamouroux	v	
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C.Agardh		v
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	v	v
<i>C. coelothrix</i> Kützing		v
<i>C. dalmatica</i> Kützing		v
<i>C. fuliginosa</i> Kützing		v
<i>C. liebetruthii</i> Grunow		v
<i>C. oligoclona</i> (Kützing) Kützing		v
<i>C. vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	v	
<i>Cladophora</i> sp.	v	
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing	v	
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i> (Kützing) Boedeker	v	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey		v
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh		v
Phylum Rhodophyta		
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne	v	v
<i>Antithamnion</i> sp. Nägel	v	
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey	v	
<i>Laurencia microcladia</i> Kützing		v
<i>Laurencia</i> sp. 1		v
<i>Laurencia</i> sp. 2		v
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K. W. Nam	v	v
<i>Polysiphonia binneyi</i> Harvey		v
<i>Laurencia</i> sp.	v	
<i>Chondria floridana</i> (Collins) M. Hove	v	
<i>Jania capillacea</i> Harvey	v	v
<i>J. subulata</i> (Ellis & Solander) Sonder		v
<i>J. adhaerens</i> J.V.Lamouroux	v	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	v	
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel	C	
<i>Gracilaria mammillaris</i> (Montagne) M.Howe	v	v
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing	v	C
<i>H. cervicornis</i> J.Agardh		v
<i>H. valentiae</i> (Turner) Montagne		v

Phylum Ochrophyta

Clase Phaeophyceae		
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson)	v	
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux	v	v
<i>Padina antillarum</i> (Kützinger) Piccone	v	
<i>P. boergesenii</i> Allender & Kraft	v	♀
<i>P. gymnospora</i> (Kützinger) Piccone	v	♀
<i>Lobophora dispersa</i> Camacho, Freshwater & Fredericq		♀
<i>Sphacelaria novae-hollandiae</i> Sonder	E, Pr	
<i>S. tribuloides</i> Meneghini		E, Pr
<i>Hinckesia</i> sp.		E, PI
<i>Ectocarpus</i> sp. 1		E,PI
<i>Ectocarpus</i> sp. 2		E,PI
Familia Scytosiphonaceae		
<i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss	v	v
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier		v
<i>Feldmannia</i> sp.	E, PI	
<i>Sargassum buxifolium</i> (Chauvin) M.J.Wynne	G, Rc	
<i>Asteronema breviararticulatum</i> (J.Agardh) Ouriques & Bouzon		E, PI

v: Vegetativo.

E: Esporofito; PI: Plurangio y Pr: Propágulo.

G: Gametofito; C: Cistocarpio; ♀: Oogonio y Rc: Receptáculo.

Factores ambientales

Los factores ambientales que se tomaron en cuenta se muestran en la Tabla 4. La temperatura ambiental fue de 26 °C en junio del 2016 y 32 °C en agosto de 2018 que comprende la temporada de lluvias, en abril de 2019 (temporada de secas) fue de 28 °C. Por otra parte, la temperatura del agua fue de 30.5 a 31 °C en lluvias y de 25 °C en secas (Fig. 4). El pH fue el mismo tanto en lluvias como en secas (Fig. 5). La salinidad en lluvias fue de 36 ups y en secas de 35 ups (Fig. 6).

Tabla 4. Factores ambientales de la localidad Boca Andrea en los años 2016, 2018 y 2019.

Factores ambientales	Lluvias		Secas
	Junio/2016	Agosto/2018	Abril/2019
Temperatura ambiental (°C)	26	32	28
Temperatura agua (°C)	30.5	31	25
pH	7	7	7
Salinidad (ups)	36	36	35



Fig. 4 Temperatura del agua obtenida en los años 2016, 2018 y 2019.

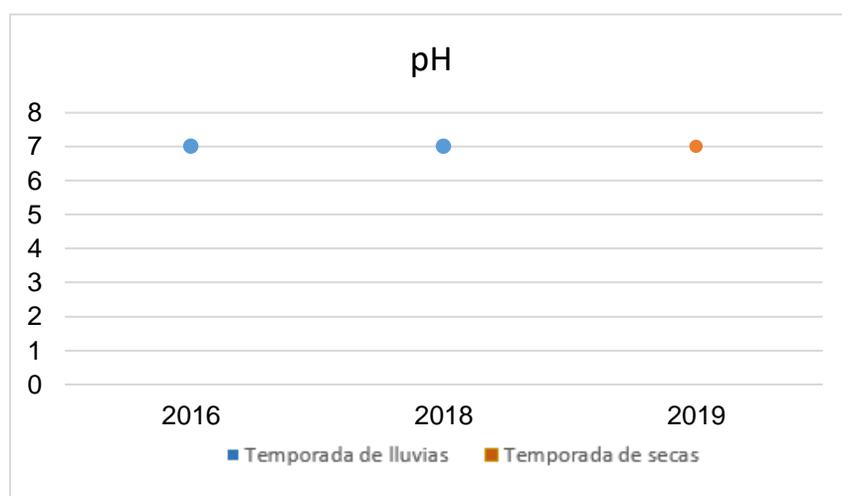


Fig. 5 pH obtenido en los años 2016, 2018 y 2019.

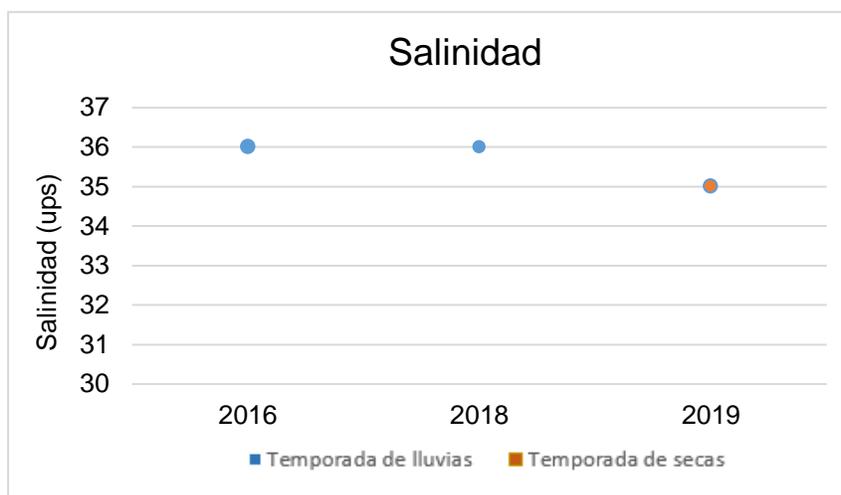


Fig. 6 Salinidad obtenida en los años 2016, 2018 y 2019.

Análisis de similitud

En el dendograma (Fig. 7) se representan las especies de junio de 2016, agosto 2018 y abril 2019. Las de la temporada de lluvias forman un grupo. En junio de 2016 se presentaron dos especies del Phylum Chlorophyta: *Caulerpa racemosa* y *Pseudorhizoclonium africanum*. Para el Phylum Rhodophyta fueron seis especies: *Centroceras clavulatum*, *Dasya ocellata*, *Gelidium pusillum*, *Gelidiella acerosa*, *Laurencia* sp. y *Gracilaria mammillaris*. Para el caso de la Clase Phaeophyceae, fueron nueve: *Chnoospora minima*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris delicatula*, *Feldmannia* sp., *Padina antillarum*, *P. boergesenii*, *P. gymnospora*, *Sargassum buxifolium* y *Sphacelaria novae-hollandiae*. En el 2018 aumentó el número de especies, en el caso del Phylum Chlorophyta nueve especies: *Caulerpa taxifolia*, *Bryopsis pennata*, *B. plumosa*, *B. aff. plumosa*, *Chaetomorpha anteninna*, *Cladophora albida*, *Cladophora dalmatica*, *C. sp.* y *Cladophora vagabunda*. En el Phylum Rhodophyta se presentaron ocho: *Antithamnion* sp., *Centroceras clavulatum*, *Chondria florida*, *Gracilaria mammillaris*, *Hypnea spinella*, *Jania adhaerens*, *Jania capillacea* y *Palisada perforata* y para la Clase Phaeophyceae fueron cuatro: *Padina antillarum*, *P. boergesenii*, *P. gymnospora* y *Sargassum buxifolium*. Con un total de 38 especies considerando ambos años.

Las especies que se encontraron en la temporada de secas fueron 32 y se separan del grupo anterior. Phylum Chlorophyta (10): *Anadyomene stellata*, *Caulerpa*

racemosa, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora albida*, *Cladophora coelothrix*, *C. fuliginosa*, *C. liebetruthii*, *C. oligoclona*, *Rhizoclonium riparium* y *Ulva rigida*. Para el Phylum Rhodophyta (11): *Centroceras clavulatum*, *Hypnea cecicornis*, *Hypnea spinella*, *H. valentiae*, *Jania capillacea*, *Jania subulata*, *Laurencia microcladia*, *Laurencia* sp. 1, *Laurencia* sp. 2, *Palisada perforata* y *Polysiphonia binneyi*. Para la Clase Phaeophyceae (11): *Asteronema breviarticulatum*, *Chnoospora minima*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris delicatula*, *Ectocarpus* sp. 1, *Ectocarpus* sp. 2, *Hincksia* sp., *Lobophora dispersa*, *Padina boergesenii*, *P. gymnospora* y *Sphacelaria tribuloides*.

También se registraron las especies que se comparten en ambas temporadas (junio 2016, agosto 2018 y abril 2019) fueron: *Centroceras clavulatum*, *Padina boergesenii* y *P. gymnospora*.

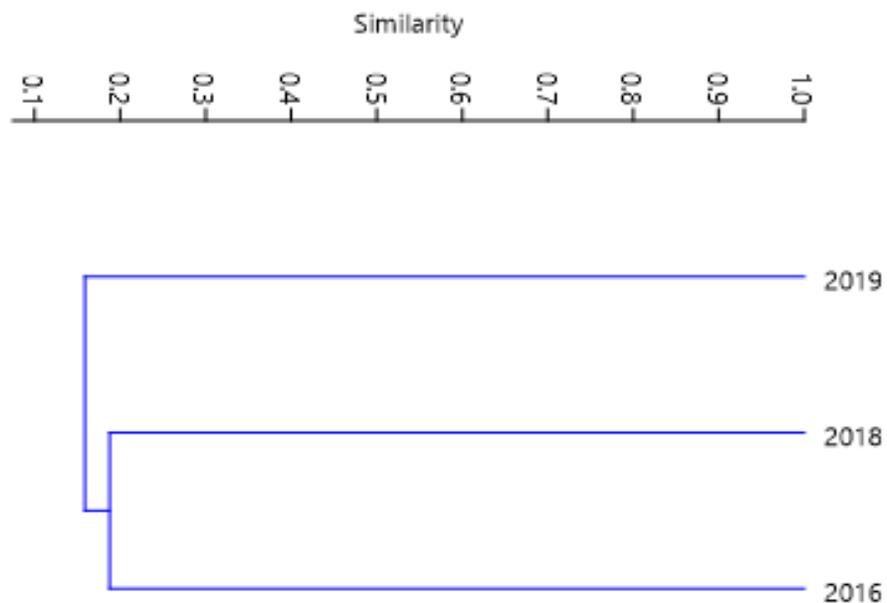


Fig. 7 Dendrograma que representa la temporada de lluvias y la de secas.

Incremento de la base de datos y la Colección Ficológica

Los datos registrados en campo y en la determinación taxonómica de los ejemplares, se ingresó a una bitácora y a una base de datos para asignarles su número de registro, con esta información se elaboraron las etiquetas. Los especímenes fueron colocados en cartulina blanca Bristol de 110 kg con medidas de 41cm de alto y 29.5 cm de ancho, después se pegaron a ésta con tiras adhesivas o con mucílago, la etiqueta se colocó en el extremo inferior derecho, el acrónimo del Herbario FEZA se puso en el extremo superior izquierdo y su número de registro en el extremo superior derecho; para protegerlos del polvo se cubrieron con una cubierta de papel revolución y posteriormente se depositaron e intercalaron en la colección ficológica. El presente trabajo contribuyó al incremento tanto de la colección ficológica como de la base de datos, con 100 ejemplares y 100 números respectivamente, este aumento fue del registro FEZA 5230 al 5330.

Análisis de resultados

Diversidad de algas

Para la localidad Boca Andrea, Veracruz se registraron 70 especies de macroalgas (Fig. 3), las cuales superan las registradas por Sánchez-Rodríguez (1980), con una diferencia de 25 especies; las que coinciden con su listado son: del Phylum Chlorophyta: *Chaetomorpha antennina*, del Phylum Rhodophyta: *Centroceras clavulatum* y *Palisada perforata*, y de la Clase Phaeophyceae: *Asteronema breviarticulatum*, *Chnoospora minima*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris delicatula*, *Dictyota dichotoma*, *Padina gymnospora*, *Sphacelaria novae-hollandiae* y *S. tribuloides*. Así mismo la mayoría de las especies que se registraron en este trabajo se encuentran mencionadas en el catálogo de Dreckmann (1998), excepto: *Caulerpa taxifolia*, *Cladophora dalmatica*, *Cladophora oligoclona* y *Padina gymnospora*. En el presente trabajo, las especies registradas del Phylum Chlorophyta coinciden con los de una playa cercana, Playa Muñecos (García-López et al., 2017): *Bryopsis pennata*, *Caulerpa racemosa*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora albida* y *Ulva rígida*. De la misma manera: *Jania adhaerens*,

Asteronema breviararticulatum, *Chnoospora minima*, *Colpomenia sinuosa* y *Padina gymnospora* (Landa-Cansigno et al., 2019).

Influencia de los factores ambientales en la presencia de algas

En la temporada de lluvias, la temperatura del agua correspondió a 30.5°C en junio 2016 y 31°C en agosto 2018. Mientras que para la temporada de secas abril 2019 fue de 25 °C, hubo una disminución de seis grados, en el ambiente marino la temperatura del agua es uno de los principales factores ambientales que se utiliza para ver si una especie se presenta o no. Mc-Lachlan & Bird (1984) realizaron un experimento en el cual utilizaron 15 especies del género *Gracilaria*, entre éstas *Gracilaria mammillaris*, y determinar si la temperatura del agua es el principal factor abiótico que controla su distribución, llegaron a la conclusión de que la región con el mayor número de especies es en la región de aguas cálidas. Con base a lo anterior es muy probable que la temperatura del agua haya influido en la composición florística de cada temporada, además de que cada temporada (junio 2016, agosto 2018 y abril 2019) comparten especies entre sí.

En cuanto al pH fue de 7 en ambas temporadas. Darley (1987) maneja que el intervalo de pH en el ambiente marino es de 7.5 a 8.4, así que se encuentra cerca de este intervalo.

La salinidad en la época de lluvias fue de 36 ups y de 35 ups en la temporada de secas, que fue menor con respecto a la temporada de lluvias, esto lo explica Chapman (1979), y señala que a partir de Mayo la salinidad aumenta y existe un periodo más largo de insolación, por lo que se evapora el agua y se acumulan los iones de Na⁺ y Cl⁻, y en la temporada de lluvias ocurre un aporte de agua fluvial, por lo que la salinidad disminuyó, además Ingmanson & Wallace (1989) establecen que en los fondos marinos, la salinidad es más estable, por lo que las poblaciones de organismos bentónicos en general, no se ven afectados por este factor.

Similitud entre temporadas

Como se presentó en los resultados y en el dendograma (Fig. 7) las especies (17) registradas en junio 2016 se agruparon con las de agosto 2018 (21), por lo que el

número de especies fue 38 para la temporada de lluvias; es importante destacar que, aunque no hubo mucha diferencia en el número de las especies, la composición florística sí fue diferente para cada año, ya que para junio 2016 fueron dos especies del Phylum Chlorophyta, seis del Phylum Rhodophyta y nueve para la clase Phaeophyceae; y para agosto 2018 fueron nueve para el Phylum Chlorophyta, donde hubo un aumento de seis especies con respecto al 2016, para el Phylum Rhodophyta fueron 8, y aquí el aumento fue sólo de dos y para la Clase Phaeophyceae fueron cuatro, y aquí la disminución fue de cinco especies. Por lo que solo compartieron tres especies entre ellas: *Gracilaria mammillaris*, *Padina antillarum* y *Sargassum buxifolium*. Además de la temperatura del agua, existen otros factores, como los vientos de alta velocidad, las olas altas, las lluvias torrenciales y mareas de tormenta asociadas con huracanes que afectan a las comunidades marinas, lo cual se refleja en cambios en la cobertura de organismos bentónicos, la distribución local de las especies y la diversidad de su hábitat (Rioja-Nieto, 2012).

En cuanto a las especies que compartieron ambas fechas de lluvias fueron: junio, 2016 (temporada de lluvias) compartió tres especies con agosto, 2018 (temporada de lluvias): *Gracilaria mammillaris*, *Padina antillarum* y *Sargassum buxifolium* (Fig. 8).

La temporada de secas correspondió al año 2019, se registró un número de especies menor a la temporada de lluvias. Sin embargo, como en el caso anterior de la temporada de lluvias, la composición florística fue diferente, en el Phylum Chlorophyta hubo diez especies y 11 tanto para el Phylum Rhodophyta como para la Clase Phaeophyceae. Las especies que compartieron con la temporada de lluvias fueron: *Centroceras clavulatum*, *Padina boergesenii* y *Padina gymnospora* (Fig. 8), estas últimas dos especies corresponden al Orden Dictyotales, cuya presencia confirma que la Clase Phaeophyceae tiene preferencia por las aguas templadas y la salinidad fue de 35 ups.

Las especies que compartió abril, 2019 (temporada de secas) con junio, 2016 (temporada de lluvias) fueron tres: *Caulerpa racemosa*, *Dictyopteris delicatula* y

Chnoospora minima y con agosto, 2018 (temporada de lluvias) cinco: *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora albida*, *Palisada perforata*, *Jania capillacea* e *Hypnea spinella* (Fig. 8).

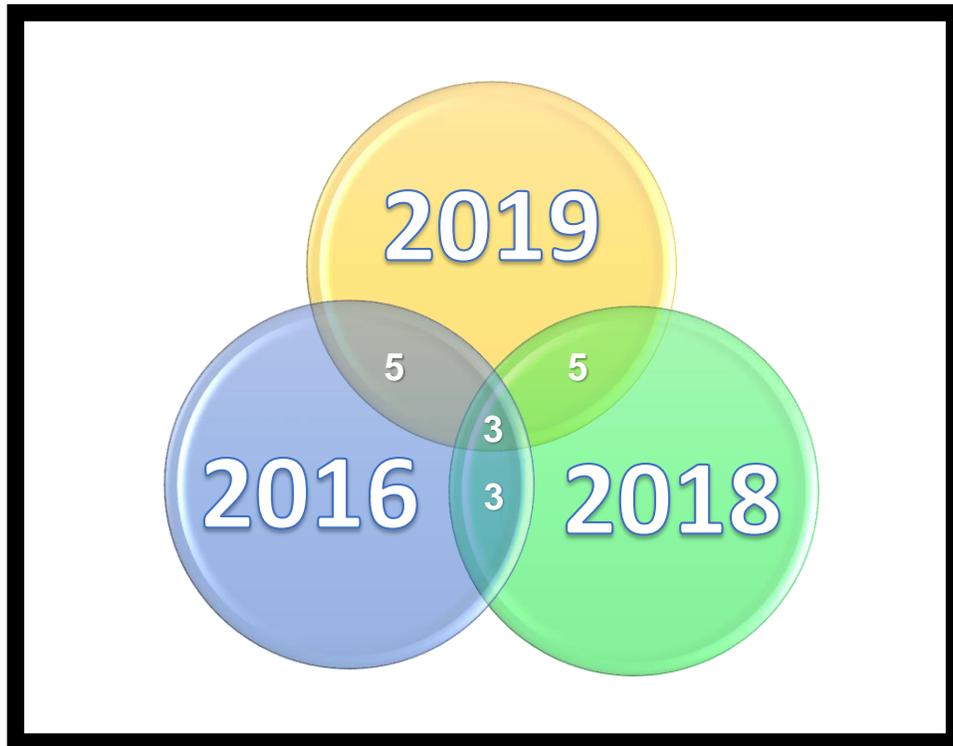


Fig. 8 Diagrama que muestra las especies compartidas entre sí, de la temporada de lluvias (junio, 2016 y agosto, 2018); las especies que comparte la temporada de lluvias con la temporada de secas (abril, 2019) y las especies compartidas entre ambas temporadas (junio, 2016, agosto, 2018 y abril, 2019).

Fenología

Para la temporada de lluvias se encontraron cuatro especies fértiles en junio 2016: *Gelidiella acerosa*, *Sphacelaria novae-hollandiae*, *Feldmannia* sp. y *Sargassum buxifolium*. En agosto de 2018 solamente una especie se encontró en estado reproductivo: *Sargassum buxifolium*, esto pudo deberse a la temperatura del agua, ya que Vegas (1981) propuso que un cambio en la temperatura aumenta la madurez

sexual en las macroalgas marinas. En este sentido Darley (1987) menciona que el crecimiento y reproducción disminuyen de verano a otoño.

Las especies que se encontraron en estado reproductivo en la temporada de secas abril 2019 fueron nueve: *Hypnea spinella*, *Asteronema breviarticulatum*, *Ectocarpus* sp. 1, *Ectocarpus* sp. 2, *Hincksia* sp., *Lobophora dispersa*, *Padina boergesenii*, *P. gymnospora* y *Sphacelaria tribuloides*, con una mayoría de especies fértiles que pertenecen a la Clase Phaeophyceae, en esta temporada la temperatura del agua fue de 25 °C, en comparación con la temporada de lluvias, que osciló entre 30.5 y 31 °C; por lo que la disminución de la temperatura en la localidad fue beneficioso para las algas pardas, que acorde a Darley, 1986 debido a las fluctuaciones estacionales se puede decir que en general el mayor crecimiento y reproducción aumentan a principios de invierno o primavera.

Nuevos registros para la localidad de Boca Andrea

Adicionalmente se obtuvo un listado de los nuevos registros para Boca Andrea, Veracruz, del Phylum Chlorophyta: *Anadyomene stellata*, *Bryopsis pennata*, *Bryopsis plumosa*, *Cladophora albida*, *C. coelothrix*, *C. dalmatica*, *C. fuliginosa*, *C. liebetruithii*, *C. oligoclona*, *Pseudorhizoclonium africanum*, *Rhizoclonium riparium* y *Ulva rigida*. Las del Phylum Rhodophyta: *Antithamnion* sp., *Dasya ocellata*, *Laurencia microcladia*, *Polysiphonia binneyi*, *Chondria floridana*, *Jania adhaerens*, *Jania capillacea*, *Gelidium pusillum*, *Gelidiella acerosa*, *Gracilaria mammillaris*, *Hypnea spinella*, *H. cervicornis* e *H. valentiae*, y por último la Clase Phaeophyceae: *Padina antillarum* y *Lobophora dispersa*.

De estos nuevos registros el mayor número de ellos pertenece a la temporada de secas (abril, 2019), con un total de doce especies en total, las del Phylum Chlorophyta: *Anadyomene stellata*, *Cladophora coelothrix*, *C. fuliginosa*, *C. liebetruithii*, *C. oligoclona*, *Rhizoclonium riparium* y *Ulva rigida*. Phylum Rhodophyta: *Laurencia microcladia*, *Polysiphonia binneyi*, *Hypnea cervicornis* e *H. valentiae*; y a la Clase Phaeophyceae: *Padina antillarum*.

Los nuevos registros para la temporada de lluvias (junio, 2016) del Phylum Chlorophyta: *Pseudorhizoclonium africanum*; Phylum Rhodophyta: *Dasya ocellata*,

Gelidium pusillum y *Gelidiella acerosa*, y una en la Clase Phaeophyceae: *Padina antillarum*. En agosto, 2018 fueron ocho especies, tres en el Phylum Chlorophyta: *Bryopsis pennata*, *Bryopsis plumosa* y *Cladophora dalmatica*. Cuatro en Rhodophyta: *Antithamnion* sp., *Chondria floridana*, *Jania adhaerens* y *Gracilaria mammillaris*. Una en la Clase Phaeophyceae: *Lobophora dispersa*.

Los registros de las especies *Cladophora albida* y *Jania capillacea* se presentaron en Agosto 2018 (lluvias) y en Abril 2019 (secas).

Conclusiones

- El listado florístico total de ambas temporadas (lluvias y secas) fue de 70 especies. En la temporada de lluvias dominaron las especies del Phylum Rhodophyta (14) de las familias Ceramiaceae y Rhodomelaceae, seguidas de la Clase Phaeophyceae (13), con mayor frecuencia fueron las de la familia Dictyotaceae y las del Phylum Chlorophyta (11) principalmente de la familia Cladophoraceae. Para la temporada de secas, el Phylum Chlorophyta (10) con la familia Cladophoraceae como la mejor representada, seguidas de las del Phylum Rhodophyta (11) con la familia Rhodomelaceae y por último la Clase Phaeophyceae (11) con la familia Dictyotaceae.
- En cuanto a los factores ambientales, la temperatura del agua mostró un descenso de 6°C en la temporada de secas. El pH se mantuvo con un valor de 7 y la salinidad fue de 36 ups y de 35 ups en secas.
- Hubo 17 especies registradas en junio 2016, se agruparon con las 21 de agosto 2018, con un total de 38, su composición florística fue diferente a pesar de que pertenecieron a la misma temporada de lluvias; compartieron tres especies entre junio y agosto, y cinco con las de abril. En la temporada de secas se registraron 32 especies, también tuvo una composición diferente, compartieron tres especies en junio, 2016 y cinco en agosto, 2018. Y tres especies estuvieron presentes en ambas temporadas.
- En la temporada de secas se presentaron más especies fértiles (nueve), de las cuales fueron ocho de la Clase Phaeophyceae.

- Los nuevos registros fueron en total 27, 14 para la temporada de lluvias y 13 para la temporada de secas.
- Por último, se contribuyó al conocimiento de la ficoflora de Veracruz, y al incremento de la colección ficológica del Herbario FEZA y su base de datos y a la colección de preparaciones anexa.

Consideraciones finales

Con la finalidad de tener una idea más clara de cómo se comportan las especies presentes en la localidad de Boca Andrea, debería realizarse un muestreo mensual durante un año de enero a diciembre, ya que, en varios trabajos similares, se empleó este método. Además del registro de los factores ambientales (pH, temperatura del agua, temperatura ambiental y salinidad) en cada mes; otro punto importante es la evaluación de los nutrimentos del agua, como por ejemplo los nitratos, López (2015) afirma que algunas especies de algas son sensibles al aumento de éstos, lo que ocasiona que sean eliminadas; el fósforo también es un nutrimento que debe ser evaluado, ya que desempeña el papel más importante en el metabolismo biológico, y es el factor más limitante en la productividad primaria (Ramírez & Roldán, 2008).

Literatura citada

- Anaya, A. (2003). *Ecología química*. (1.ª ed.). Plaza y Valdes Editores.
- Asensi, A. (1972). Dos géneros de algas pardas nuevos para Patagonia y el resultado de su cultivo "in vitro": (*Feldmannia* y *Haloglossum*. *Phaeophyta*). *Darwiniana*. (2), 358.
- Ávila-Ortiz, A. & Pedroche, F. (2005). El género *Padina* (*Dictyoteaceae*, *Phaeophyceae*) en la región tropical del Pacífico mexicano. *Monografías ficológicas*, 2, 32.
- Campana, G. (2018). *Microalgas y macroalgas bentónicas en un sistema costero Antártico (caleta Potter, islas Shetland del sur): Efectos de la radiación ultravioleta y el pastoreo sobre la colonización y la sucesión*. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- Cantera, K. & Londoño-Cruz, E. (2011). *Colombia Pacífico: Una visión sobre su biodiversidad marina*. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Cárdenas, E. (2016). *Impacto de peces herbívoros y el crecimiento de *Posillopora damicornis* y *Posillopora capitata* en la isla de la Plata, Ecuador*. [Tesis de maestría]. Universidad San Francisco de Quito USFQ. Ecuador.
- Chapman, A. R. O. (1979). *Biology of seaweeds levels of organization*. (1ª ed.). Baltimore. University Park Press.
- Collado-Vides & Braga, M.R.A. (1996). Crecimiento y forma de las algas marinas. *Ciencias*, (42), 5.
- Croce, M. (2013). *Bioecología de la comunidad de macroalgas bentónicas de los arrecifes de ostras en bahía anegada (Buenos Aires): Potencialidades de explotación y cultivo algal*. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional del Sur. Argentina.

- Darley, W. M. (1987). *Biología de algas: enfoque fisiológico*. Limusa.
- Dawes, C. J. (1986). *Botánica marina*. Limusa.
- Des Abbayes, H., Chadeaud, M., Feldmann, J., De Ferré, Y., Gausson, H. & Grassé, P. (1989). *Botánica. Vegetales inferiores*. Reverté, S.A.
- Díaz, S. (2011). *Evaluación taxonómica de las morfoespecies de Padina (Dictyotaceae) en el Atlántico y Pacífico tropical de México con base en datos moleculares*. [Tesis de Maestría en ciencias biológicas]. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Díaz, B. (2015). *Fenología y distribución del género Padina Adanson en el Golfo de México y Mar Caribe*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Díaz-Martínez, S., Hernández-Anaya, L., Avila-Ortíz, A., Cabrera-Martínez, L. & Zucarello, G. 2023. *Lobophora dispersa* (Dictyotaceae: Phaeophyceae), a new record for the coast of Veracruz and insights into Lobophora genetic differentiation in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 94.
- Dougherty, P.M., Whitehead, D. & Vose, J. M. (1994). Environmental influences on the phenology of pines. *Ecological Bulletin*, (43), 11.
- Dreckmann, K. M. (1998). *Clasificación y nomenclatura de las algas marinas bentónicas del Atlántico mexicano*. CONABIO.
- Espinoza-Avalos, J. (2005). Fenología de macroalgas marinas. *Hidrobiológica*, 15 (1), 13.
- Galicia-García, C., Mateo-Cid, L. E. & Mendoza-Gonzalez, C. (1996). Algas Marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, (36), 16.

- Galicia-García, C., Robinson, N. M., & Okolodkov, Y. B., (2013). New records of red algae (Rhodophyta) for Cabezo Reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Acta botánica mexicana*, (102), 37.
- García-López, D. Y., Mateo-Cid, L. E., & Mendoza-Gonzalez A. C. (2017). Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. *Guayana Botánica*, 74(1), 15.
- González-González, J. & Novelo-Maldonado, E. (1986). *Técnicas especiales de recolección y preparación de ejemplares de grupos selectos de plantas: algas* en Lot A. y Chiang F. (eds). Manual de Herbario. (1ª ed.). México. Consejo Nacional de la Flora de México A. C.
- González-González, J. (1987). *Las algas de México*. Ciencias.
- González, A. (2001). ¿Qué es el magnetismo? (1ª ed.). Ediciones Universidad de Salamanca.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2005. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Huerta, L. (1960). Lista preliminar de las algas marinas del Litoral del Estado de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (25), 6.
- Ingmanson, D.E. & Wallace, W.J. (1989). *Oceanography: an Introduction*. (4ª ed.). California. Wadsworth Publishing Company.
- Joly A.B. (1967). *Gêneros de algas marinhas da costa atlântica latino-americana*. Editora da Universidade de São Paulo.
- Landa-Cansigno, C., Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C. & Guerrero-Analco, J. A. (2019). Macroalgas marinas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz, México. *Acta botánica Mexicana*, (126).
- Lee, R. E. (1989). *Phycology*. (3.ª ed.). Cambridge University Press.

- Lee, R. E. (2008). *Phycology*. (4.^a ed.). Cambridge University Press.
- León, D., Candelaria, C., Hernández, P., León, H. (2007). *Géneros de algas marinas tropicales de México: Algas verdes*. (1.^a ed.). Las prensas de ciencias.
- León, D., Núñez, M. (2012). *Géneros de algas marinas tropicales de México: Algas pardas*. (1.^a ed.). Las prensas de ciencias.
- Littler, D. S. & Littler, M. M. 2000. *Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics.
- Lüning, K. (1990). *Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*. (1.^a ed.). Nueva York. John Wiley and Sons. Inc.
- Lüning, K. (2005). *Endogenous rhythms and day length effects in macroalgal development*. En: R.A. Andersen (ed). *Algal culturing techniques*. San Diego. Elsevier Academic Press.
- López, C. (2015). *Estudio de la influencia de factores ecológicos sobre comunidades marinas de algas*. [Tesis de licenciatura]. Universidad de Alicante. España.
- Mansilla, A., & Alveal, K. (2004). *Generalidades sobre macroalgas, Capítulo 16. Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*.
- Mateo-Cid, L., & Medoza-Gonzalez, C., 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 36, 16.
- McLachlan, J. & Bird, J.C. (1984). Geographical and experimental assessment of the distribution of *Gracilaria* species (Rhodophyta; Gigartinales) in relation to temperature. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38: 319-334.

- Neto, A. I. (2014). *Algas marinhas: adaptações à vida num ambiente particular*. X Congreso de Ficología de Latinoamérica y el Caribe. Metepec.
- Ortíz, J. (2011). *Composición nutricional y funcional de algas rodófitas chilenas*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.
- Pedroche, F. F., & Senties G. A. (2003). Ficología marina mexicana: Diversidad y Problemática actual. *Hidrobiológica*, 13, 9.
- Pena-Martín, C. (2011). *El género Dasya (Rhodophyta, Dasyaceae) en la península Ibérica y las islas Baleares: revisión taxonómica y nomenclatural*. [Tesis doctoral]. Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. España.
- Peña, E., Palacios, M. & Ospina-Álvarez, N. (2005). *Algas como indicadores de contaminación* (1.ª ed.). Universidad del Valle.
- Quitral, V., Morales, C., Sepúlveda, M. & Schwartz, M. (2012). Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Rev. Chile Nutricional*, (34), 1.
- Ramírez, M.E., García-Huidobro, M. & F. Goecke. 2007. Extensión del Límite sur de Distribución de *Asparagopsis armata* Harvey (Bonnemaisoniales, Rhodophyta) en la Costa de Chile Continental, una especie Invasora en el Mediterráneo. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, (359), 6.
- Raven, J. A., Evans, M. C. W. & Korb, R. E. (1999). The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O₂-evolving organisms. *Photosynthesis Research*, (60), 35.
- Real, R. & Vargas, J. M. 1996. The probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. *Systematic Biology*. 45(3). 380-385.

- Rioja-Nieto, R, Chiappa-Carrara, X, & Sheppard, C. (2012). Efectos de los huracanes sobre la estabilidad de paisajes asociados con arrecifes coralinos. *Ciencias marinas*, 38(1a), 47-55.
- Robinson, Néstor M., Galicia-García, Citlalli, & Okolodkov, Yuri B. (2012). New records of green (Chlorophyta) and brown algae (Phaeophyceae) for Cabezo Reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Acta botánica mexicana*, (101), 37.
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. (2^a ed.). Colombia. Universidad de Antioquia.
- Romero, D., 2003. Flora marina bentónica del Arrecife La Gallega: Un análisis de similitud con localidades insulares y costeras del Estado de Veracruz [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Rodríguez, M. (1980). Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México, México. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(2), 3.
- Schoschina, E.V., V.N. M Akarov, G.M. Voskoboinikov & C. Van Den Hoek. (1996). Growth and reproductive phenology of nine intertidal algae of the Murman coast of the Barents Sea. *Botanica Marina*, (39), 10.
- Senties, A. & Dreckmann, K. M. (2013). Biodiversidad de las macroalgas marinas de la familia Rhodomelaceae (Rhodophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (84), 6.
- Senties, A., Fujii, M. (2002). *El complejo Laurencia (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe mexicano*. En Senties, A. & Dreckmann, K. M. (Eds). Monografías Ficológicas v.1. (pp. 77-192). Departamento de Hidrobiología.

- Suárez, A. M., Martínez, B. & Alfonso, Y. 2015. *Macroalgas marinas de Cuba*. (1^a ed.). La Habana. Editorial UH.
- Széchy, M. T. M., & Sá, A. D. F. (2008). Variação sazonal do epifitismo por macroalgas em uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) da baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, 12(2), 11.
- Taylor, W. (1960). *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. University of Michigan Press.
- Vegas, V. M. (1980). *Introducción a la ecología del bentos marino*. (1^a ed.). Washington, D. C. Secretaría General de los Estados Americanos.
- Valverde, J., Meave, J., Carabias, J. & Cano-Santana, Z., (2005). *Ecología y medio ambiente*. (1^a ed.). México. Pearson Educación.
- Vera, B., Paz, C. & Linares J. (2011), “Nuevos registros del género *Anadyomene* J.V. Lamouroux (Anadyomenaceae, Chlorophyta) para el mar Caribe”. *Acta Botánica Venezuelica*, 34(1), 7.
- Werlinger, C; Alveal, K., & Romo, H. (2004). *Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos*. Concepción: Gobierno de Chile.
- Wiencke, C. & Bischof, K. (2012). *Seaweed Biology: Novel Insights into Ecophysiology, Ecology & Utilization*. Springer.
- Witman, J.D. & Roy, K., (eds.). (2009). *Marine macroecology*. (1^a ed.). Chicago. University of Chicago Press.

Anexo 1. Base de datos de las especies presentes en la localidad de Boca Andrea, Veracruz en los años 2016, 2018 y 2019.

Especie	2016	2018	2019
<i>Caulerpa racemosa</i>	1	0	1
<i>Caulerpa taxifolia</i>	0	1	0
<i>Bryopsis pennata</i>	0	1	0
<i>B. plumosa</i>	0	1	0
<i>B. aff plumosa</i>	0	1	0
<i>Anadyomene stellata</i>	0	0	1
<i>Cladophora albida</i>	0	1	1
<i>Cladophora coelothrix</i>	0	0	1
<i>Cladophora dalmatica</i>	0	1	0
<i>C. fuliginosa</i>	0	0	1
<i>C. liebetruthii</i>	0	0	1
<i>C. oligoclona</i>	0	0	1
<i>C. vagabunda</i>	0	1	0
<i>Cladophora sp.</i>	0	1	0
<i>Chaetomorpha antennina</i>	0	1	1
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	1	0	0
<i>Rhizoclonium riparium</i>	0	0	1
<i>Ulva rigida</i>	0	0	1
<i>Centroceras clavulatum</i>	1	1	1
<i>Antithamnion sp.</i>	0	1	0
<i>Dasya ocellata</i>	1	0	0
<i>Laurencia microcladia</i>	0	0	1
<i>Laurencia sp. 1</i>	0	0	1
<i>Laurencia sp. 2</i>	0	0	1
<i>Palisada perforata</i>	0	1	1
<i>Polysiphonia binneyi</i>	0	0	1
<i>Laurencia sp. 3</i>	1	0	0
<i>Chondria floridana</i>	0	1	0
<i>Jania capillacea</i>	0	1	1
<i>J. subulata</i>	0	0	1
<i>Jania adhaerens</i>	0	1	0
<i>Gelidium pusillum</i>	1	0	0
<i>Gelidiella acerosa</i>	1	0	0
<i>Gracilaria mammillaris</i>	1	1	0
<i>Hypnea spinella</i>	0	1	1
<i>H. cervicornis</i>	0	0	1
<i>H. valentiae</i>	0	0	1
<i>Dictyota dichotoma</i>	1	0	0

<i>Dictyopteris delicatula</i>	1	0	1
<i>Padina antillarum</i>	1	1	0
<i>Padina boergesenii</i>	1	1	1
<i>Padina gymnospora</i>	1	1	1
<i>Lobophora variegata</i>	0	0	1
<i>Sphacelaria novae-hollandiae</i>	1	0	0
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	0	0	1
<i>Hincksia sp.</i>	0	0	1
<i>Ectocarpus sp. 1</i>	0	0	1
<i>Ectocarpus sp. 2</i>	0	0	1
<i>Chnoospora minima</i>	1	0	1
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0	0	1
<i>Feldmannia sp.</i>	1	0	0
<i>Sargassum buxifolium</i>	1	1	0
<i>Asteronema breviarticulatum</i>	0	0	1
<i>Filamento pardo</i>	0	0	1

Anexo 2. Descripción de las especies registradas en la localidad de Boca Andrea, Veracruz.

Phylum Chlorophyta

Anadyomene stellata

Presenta un hábito erecto, tiene una altura de 4 cm, las láminas son redondeadas, presenta costillas en forma de abanico (son visibles a simple vista), su diámetro es de 0.375 mm. Los intersticios finales se encuentran llenos de células dispuestas en series laterales a lo largo de las vetas finales.

Bryopsis pennata

Su tamaño es de 2 cm de alto, el color es verde olivo, su forma es lanceolada, el ancho de la fronda es de 1.4 a 2.5 mm; el eje principal mide entre 421 a 720 μm , las ramas están constrictas en la base y su diámetro varía entre 117.6 a 147 μm . (Lámina 1, h).

Bryopsis plumosa

Su tamaño es de 2 a 3 cm, su color es verde, gran parte de su eje se encuentra desnudo, pero presenta una fronda, la cual mide de 3 a 8 mm de ancho; las ramas se encuentran fuertemente constrictas en la base, miden de 72 a 98.4 μm de diámetro, son de distinto tamaño (son más cortas en la parte apical que en la parte basal) y no están bifurcadas, el diámetro del eje principal es de entre 264.6 a 490 μm . Epifitada por *Centroceras clavulatum*. (Lámina 1, g).

Bryopsis aff plumosa

Tiene un tamaño de 3.5 cm, de color verde olivo, tiene una ramificación abundante y piramidal; las ramas están constrictas y son de diferente tamaño (son más largas en la parte basal que en la parte apical), su diámetro es de 84 μm ; el diámetro del eje principal es de 29.4 μm y el ancho de la fronda es de 0.5 cm. Epifitada por *Centroceras clavulatum*.

Caulerpa racemosa

Posee una altura de 2 a 6 cm y un ancho de 0.4 cm. Está compuesta por un eje rastrero y una porción erecta, en la que el eje principal se encuentra cubierto de abundantes ramitas cortas semiesféricas. Epifitada por *Centroceras clavulatum*

Caulerpa taxifolia

Su tamaño es de aproximadamente 1 cm de alto, presenta amplios estolones desnudos de los que se desprenden rizoides, las ramas son erectas, bastante juntas entre sí, las cuchillas son simples, oblongas, miden 0.24 mm de ancho y 0.42 mm de largo, son pinnadas opuestas, las puntas se curvan hacia arriba, están comprimidas y se estrechan en la base. Epifitada por *Hypnea spinella* y *Centroceras clavulatum*, además de que está creciendo junto a *Bryopsis plumosa* y *Bryopsis pennata* creciendo juntas. (Lámina 1, m).

Chaetomorpha antennina

Está constituida de filamentos simples, tiene un tamaño de aproximadamente 2.5 a 5 cm, sus células son más largas que anchas, presenta rizoides como sistema de fijación y una célula basal que mide aproximadamente de 258.4 a 297.6 μm de largo. (Lámina 1, a, b y c).

Cladophora albida

El talo es de color verde, posee un tamaño aproximado de 1 a 2 cm de alto, el cual se encuentra abundantemente ramificado, el eje principal mide de 98.4 a 127.4 μm de diámetro, las ramas se encuentran connadas en la base, y la célula mide entre 64.8 a 343 μm de largo y de diámetro entre 58.8 a 103.2 μm de diámetro. No se encuentra fértil. (Lámina 1, e y f).

Cladophora coelothrix epifitada por *Centroceras clavulatum*

Tiene un crecimiento postrado, forma "bolitas esponjosas", los filamentos son dicotómicos, miden 151.2 de diámetro, las células caben 5.9 veces (Largo/Diam.) y las ramas 5.5 (Largo/Diam). *Cladophora dalmatica* está creciendo junto con *Cladophora albida* y *Padina boergesenii*, que a su vez se encuentran epifitadas por *Centroceras clavulatum*.

Cladophora dalmatica

Tiene un tamaño aproximado de 2.5 cm, se encuentra muy ramificada, el eje principal mide 127.4 μm de diámetro, las ramas están agrupadas y tienen un diámetro de 58.8 μm ; las células no están hinchadas y tienen un largo de 1.12 mm. (Lámina 1, i).

Cladophora fuliginosa

Tiene una altura de entre 0.5 a 11 cm, la ramificación va de dicotómica a alternada, también es subpectinada, las ramas son bastante curvas y tienen un diámetro de entre 72 a 88.2 μm , el eje principal mide de 107.6 a 235.2 μm de diámetro.

Cladophora liebetruthii

Tiene una altura de 4 cm, la ramificación es mayormente dicotómica, el eje principal mide 107.8 μm de diámetro, las ramas son ligeramente curvas y tienen un diámetro de 79 μm .

Cladophora oligoclona

Tiene un tamaño de aproximadamente 10 cm, es de color verde claro, la ramificación es erecta y policotómica, los filamentos miden 172.8 μm de diámetro cerca de la base, las ramas miden 73 μm de diam. Las células caben 3.6 veces (Longitud/Diámetro). (Lámina 1, k y l).

Cladophora sp.

Tiene un tamaño aproximado de 2 cm, es de color verde, abundantemente ramificada, la parte baja del eje principal mide 120 μm de diámetro, las ramas secundarias miden 69.5 μm de ancho, las paredes celulares son delgadas y gruesas. Epífita junto a *Padina boergesenii*.

Cladophora vagabunda

Se encuentra abundantemente ramificada, es de color verde, el filamento mide 147 μm de diámetro y 1029 μm de largo y la célula es aproximadamente 7 veces más larga que ancha. Epifitando a *Padina boergesenii*. (Lámina 1, j).

Pseudorhizoclonium africanum

Tiene una organización filamentosa, el diámetro es de 117.6 μm , el largo de 372.4 μm y el ancho de su pared celular es de 9.6 μm . (Lámina 1, d).

Rhizoclonium riparium

Filamento verde sin ramificaciones, con consistencia algodonosa, mide 4.4 μm de diam., las células miden 36 de largo, cabe 2.5 veces (Largo/Diam.). Epífita de *Asteronema breviarticulatum*.

Ulva rigida

Su talo mide 3.5 cm de alto, las láminas son de color verde, son lobuladas, tienen un grosor de 64.8 μm , las células son débilmente alargadas y miden 16.8 μm de diam.

Phylum Rhodophyta

Antithamnion sp.

Su talo es filamentoso, de color rojo, con ejes postrados y erectos, posee ramas en espiral, está corticado en la base. Epifita a *Chondria floridana*, *Palisada perforata* y *Laurencia sp.* (Lámina 2, a).

Centroceras clavulatum

Se ramifica dísticamente, presenta diafragmas, presenta espinas en sus nodos, su talo es multiseriado y hueco, su tamaño es de menos de 1 cm de alto. (Lámina 2, f y g).

Chondria floridana

Presenta ramificación alterna regularmente, los ejes principales tienen un diámetro de entre 0.5 a 0.75 mm, las ramas son rectas, cilíndricas y no se encuentran constrictas en la base, su diámetro es de entre 0.375 a 0.75 mm y el largo es entre 1.5 a 2.125 mm. Epifitada por *Antithamnion sp.* y *Lyngbya semiplena*. (Lámina 2, j y k).

Dasya ocellata

Se encuentra muy ramificada, es filamentosa, además su altura es de 1.3 cm, el diámetro del talo es de 441 μm , su organización es polisifónica (1 célula central y 5 pericentrales) y no se encuentra fértil. Epifitada por *Ceramium sp.*, *Sphacelaria novae-hollandiae*, *Centroceras clavulatum* y *Gelidium pusillum*. (Lámina 2, d y e).

Gelidiella acerosa

Su altura es de 5 cm, es rígida, erecta, su ramificación es irregular, las ramitas miden 5 mm de ancho. En el corte transversal se observan las células medulares, las cuales son de mayor tamaño que las de la corteza, esta no se encuentra engrosada. Presenta esporangios, se encuentran de manera lateral en forma de abultamientos. (Lámina 2, l y m).

Gelidium pusillum

La altura es de 1.5 cm, el tamaño de las ramas de 2.5 mm, presenta rizoides, presenta una parte rastrera y otra aérea, el diámetro de la célula es de 7.2 μm . (Lámina 2, b y c).

Gracilaria mamillaris

Su tamaño es de 2 a 3 cm de alto, su color es un poco tenue (debido a la exposición al sol), el ancho de la pared medular es de 98 μm , presenta 3 células en el córtex, su margen es entero, es complanada, su ramificación es irregularmente dicotómica y su textura es cartilaginosa. Epifitada por *Centroceras clavulatum*. (Lámina 2, n).

Hypnea spinella

Su talo presenta un hábito postrado, sus ejes son cilíndricos y cortos, tiene discos de fijación distribuidos por todo el talo; las ramas son simples, con ramificación alterna, frecuentemente las ramas se anastomosan. En el corte transversal se observa que la pared de las células es delgada y no presenta engrosamientos lenticulares. Epífita de *Caulerpa taxifolia*.

Hypnea valentiae

Talo erguido, cilíndrico y ramificado, de entre 4 a 5 cm de longitud, las ramas son de forma simple, se insertan alterna e irregularmente, muestran una disposición radial, los ápices son rectos. En el corte transversal se observa que la pared es delgada y no presenta engrosamientos lenticulares. Epifitada por *Centroceras clavulatum* y *Jania capillacea*.

Jania adhaerens

Presenta un tamaño aproximado de 0.5 cm, el talo está repetida y bifurcadamente ramificado, el ángulo de ramificación es de aprox. 45°, las ramas presentan articulaciones, su diámetro es de 120 μm ; el segmento de la rama es cilíndrico, es aprox. 2.3 veces más largo que ancho tiene un ancho de 117.6 μm y un largo de 271.2 μm . Junto con *Lyngbya semiplena* epífita a *Padina gymnospora* y *Gelidium pusillum*

Jania capillacea

Tiene un tamaño de 0.5 cm aproximadamente, el talo está ramificado dicotómicamente con ángulos amplios (aprox. 70°), las ramas miden 84 μm de diámetro, los segmentos son 3.3 veces más largos que anchos. *Oxynema acuminatum* su talo se encuentra entremezclado con sedimentos, es de color verde, mide 4.8 μm de ancho, se estrecha hacia los ápices; la célula apical es puntiaguda y se encuentra torcida; las células no están constrictas y miden 7.2 μm de largo. Las

vainas y heterocistos no se presentan. Epifitada por *Centroceras clavulatum* y *Oxynema acuminatum*. (Lámina 2, h).

Jania subulata

Talo pequeño, mide de 5.6 mm a 1.5cm de alto, es calcificado, comprimido, de color rosáceo, los segmentos miden 235.2 a 343 μm de diam, las ramitas miden de 107.8 a 137.2 μm de diam, son cilíndricas sin ramificar. Las células de la superficie tienen forma rectangular y miden 12 μm . Epifita de *Palisada perforata* y *Sargassum buxifolium*.

Laurencia microcladia

El talo mide de 2 a 4.5 cm de alto, la ramificación es alterna, las ramas son cilíndricas, miden de 0.875 a 1.375 mm de diámetro. Las ramitas van de opuestas a espirales (ocasionalmente), miden de 0.5 a 0.75 mm de ancho y de 0.5 a 1.75 mm de largo, los ápices tienen una depresión. Las células de la superficie miden de 21.6 a 26.4 μm de diam. Epifitada por *Centroceras clavulatum*.

Laurencia sp. 1

El talo posee una altura de 2.4 cm, ancho de 0.5 cm, un diámetro de 166.6 μm , su organización es polisifónica (1 célula central y 5 células pericentrales).

Laurencia sp. 2

El talo es de aproximadamente 2.5 cm de alto, la ramificación es irregular, las ramas miden 0.8 mm de diámetro y 0.25 mm de largo. Los ejes principales miden 1.25 mm de diámetro y las células de la superficie miden 29.4 μm de diámetro. Epifitada por *Centroceras clavulatum* y *Antithamnion* sp. (Lámina 2, o).

Laurencia sp. 3

El talo tiene un tamaño de 4 cm, la ramificación*, las ramas tienen un diámetro y ancho de 0.625 y 4.125 mm respectivamente, además posee tricoblastos en los ápices de las ramas.

Laurencia sp. 4

Tiene un tamaño de 2.4 cm, el eje principal mide 1.25 mm de diam, la ramificación es radial, las ramitas tienen un largo y ancho de 1.125 y 0.75 mm respectivamente, por último los ápices presentan una depresión. Asociada a *Centroceras clavulatum* y *Jania capillacea*.

Palisada perforata

Tiene un tamaño aproximado de 2 a 6 cm, es de color verde claro (debido a la exposición al sol), su talo es cartilaginoso, en la parte superior del eje principal las ramas son cortas, claviformes y truncadas, miden entre 0.375 a 1.125 mm de largo y de 0.375 a 0.75 mm de diam., casi no presenta ramas al final del eje principal, casi no presenta ramas al final del eje principal y las células corticales son más largas que anchas. Creciendo junto con *Chondria floridana* y epifitadas por *Centroceras clavulatum* y *Antithamnion sp.*

Polysiphonia binneyi

Talo filamentosos, con una altura de 5 cm, los ejes son erectos y miden 284.2 de diam., la ramificación es dicotómica, la organización es polisifónica (1 célula pericentral y 4 pericentrales), los segmentos caben 1.7 veces (Largo/Diam.) y los filamentos apicales son deciduos.

Phylum Ochrophyta, Clase Phaeophyceae

Asteronema breviarticulatum

Talo enmarañado de 2 a 2.5 cm de altura, el crecimiento es intercalar, la ramificación difusa, las células tienen un diámetro de entre 33.6 a 36 μm y una longitud de entre 36 a 40.8 μm , presenta plurangios uniloculares pedicelados (1 célula) con un diámetro de 28.8 μm y 36 μm de longitud. Epifitada por *Rhizoclonium riparium*.

Chnoospora minima

El talo es de color marrón verdoso, su talo tiene un tamaño de entre 7.7 a 16 cm, está abundantemente ramificada, se ramifica de manera policotómica, el ancho de las ramas es de entre 0.6 a 1.17 mm. Epifitada por *Feldmannia sp.* y un filamento pardo.

Colpomenia sinuosa

Presenta un diámetro de 2 a 3 cm, su color es pardo-amarillento, es sésil, lobada y expandida, además las células de la pared miden de 7.2 a 12 μm , las células interiores de 96 a 122.4 μm , las interiores pequeñas de 36 a 55.2 μm y las células superficiales de 9.6 a 50.4 μm .

Dictyota dichotoma

Tiene un tamaño de entre 2 a 5.5 cm de alto, se encuentra muy ramificada, el ángulo de ramificación oscila entre 50 a 70°, la medida de una de sus ramas es de entre 1 a 2.1 mm, además se encuentra fuertemente torcida en espiral. (Lámina 3, f y g).

Dictyopteris delicatula

Se encuentra erecta, pero su tamaño es pequeño, oscila entre 1.3 a 4.1 cm, la ramificación es dicotómica, las ramas tienen un ancho de entre 0.57 a 2.125 mm. En el corte transversal se observa que la membrana presenta dos células de espesor y un engrosamiento donde se encuentra la vena media.

Feldmannia sp.

Se encuentra formando manchones, los cuales están enredados entre sí, presenta órganos pluriloculares ovales, los cuales se encuentran pedicelados. Epífita a *Chnoospora minima*.

Lobophora dispersa

Talo postrado, mide aproximadamente 2 cm de largo, su color es entre verde y marrón. Las láminas son delgadas y están dispuestas en forma de abanico con un espesor de 172.8 µm, las células medulares son incoloras con un diámetro de 38.4 µm, el córtex tiene tres capas de células y presenta rizoides en la parte basal. Asociada a *Dictyopteris delicatula*.

Padina antillarum

Presenta 2 células en la parte apical, 4 en la parte media y 4 en la parte basal; la lámina se encuentra dividida, la calcificación es ligera tanto en la capa externa como en la interna, no se encuentra fértil. Epifitada por *Bryopsis plumosa*. (Lámina 3, d y e).

Padina boergesenii

Presenta de 2 a 3 células en todo el talo, la calcificación es de ligera a moderada en la capa externa, la lámina puede presentarse lobada o muy dividida, se encuentran fértiles y presentan oogonios. Epifitada por *Cladophora sp.* y *Cladophora vagabunda*. (Lámina, h, i y j).

Padina gymnospora

La lámina puede presentarse de muy dividida a lobada, con escasa calcificación en ambas caras y presenta de 6 a 10 células en la parte basal. Epifitada por *Jania*

adhaerens y *Lyngbya semiplena* y creciendo junto con *Gelidium pusillum*. (Lámina 3, a, b y c).

Sargassum buxifolium

El talo es erecto, con una altura de entre 7.5 a 14 cm; con un color pardo oscuro, los ejes principales son lisos y cilíndricos, los filoides miden de 3.125 a 4 mm de largo y de 1.5 a 4 mm de ancho, los márgenes son lisos (pero presenta algunos dientes), presenta criptostomas que miden de 0.0288 a 68.6 μm de diámetro, no presenta aerocistos y se encuentra fértil, presenta receptáculos, los cuáles se encuentran en grupo y tienen forma de tenedor. Epifitado por *Dictyopteris delicatula*, *Jania capillacea* y *J. subulata*. (Lámina 3, n).

Sphacelaria novae-hollandiae

Su hábito es en forma de mata, el crecimiento se lleva a cabo por medio de una célula apical, está fértil, presenta un propágulo de 4 μm de diámetro. Epifitando a *Dasya ocellata*, que a su vez está epifitada por *Ceramium* sp., *Centroceras clavulatum* y *Gelidium pusillum*. (Lámina 3, k y l).

Sphacelaria tribuloides

Su hábito es filamentoso, forma agregados de color pardo oscuro, tiene una altura de entre 0.5 mm a 2.2 cm, la ramificación es escasa y radial. Las células apicales tienen un diámetro de entre 28.8 a 43 μm , los propágulos están pedunculados (3 células) y tienen un diámetro de entre 105.6 a 156 μm y de entre 120 a 144 μm de longitud. Asociada a *Centroceras clavulatum* y *Cladophora albida*

Filamento pardo. Sin ramificaciones, diámetro de 16.4 μm , con consistencia algodonosa, las células miden 48 μ de largo, cabe 2.8 veces (Largo/Diam.), sin plurangios.