



Macroalgas marinas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz, México

Seaweeds from Neovolcanic rocky shores of Veracruz, Mexico

Cristina Landa-Cansigno^{1,3} , Luz Elena Mateo-Cid² , Ángela Catalina Mendoza-González² , José Antonio Guerrero-Analco^{1,3} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Los ambientes de los litorales rocosos del estado de Veracruz, México, son sitios únicos en los que la riqueza específica macroalgal ha sido poco estudiada, ya que se carece de listados florísticos completos y de un seguimiento a los cambios en las poblaciones algales. El objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de algas de los ambientes rocosos veracruzanos ubicados en Playa Paraíso, Playa Villa Rica y Playa Muñecos, los cuales están influenciados por las estribaciones del Eje Neovolcánico.

Métodos: Las algas se recolectaron durante la época de lluvias (septiembre 2016) y de secas (mayo 2017) en Playa Paraíso (PP), Playa Villa Rica (PVR) y Playa Muñecos (PM). Las muestras se preservaron en una solución de agua de mar y formol al 4%. Se realizaron observaciones morfológicas externas e internas de los talos y se determinaron las especies de acuerdo con literatura taxonómica especializada.

Resultados clave: Se determinaron un total de 45 especies, de las cuales 18 fueron Chlorophyta, 16 Rhodophyta y 11 Ochrophyta. Las familias mejor representadas fueron Corallinaceae, Rhodomelaceae, Cladophoraceae y Dictyotaceae. La mayor riqueza de especies se observó en PP durante la época de secas. Se mencionan nuevos registros para las localidades de estudio; de éstos, *Centroceras gasparrinii*, *Gracilaria apiculata* y *G. flabelliformis* son nuevos registros para el estado de Veracruz.

Conclusiones: La flora algal del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz es de tipo tropical y alberga 31% de la flora algal regional del estado de Veracruz. Los nuevos registros en cada una de las localidades reflejan que aún prevalece una brecha en el conocimiento de la riqueza algal de esta región. Por lo tanto, se sugiere continuar con el registro de especies en la zona con la finalidad de integrar los listados florísticos correspondientes.

Palabras clave: Chlorophyta, florística, Ochrophyta, Rhodophyta, riqueza específica.

Abstract:

Background and Aims: The rocky shore environments of the state of Veracruz are unique sites in which the macroalgal richness has been poorly studied, mainly due to the absence of complete floristic lists and a follow-up of the changes in algal populations. Hence, the goal of this work was to contribute to the knowledge of algae of Veracruz rocky shore environments located in Playa Paraíso, Playa Villa Rica and Playa Muñecos, which are influenced by the foothills of the Neovolcanic Belt.

Methods: Seaweeds were collected during rainy (September 2016) and dry seasons (May 2017) on selected rocky shores named "Playa Paraíso" (PP), "Playa Villa Rica" (PVR) and "Playa Muñecos" (PM). Samples were preserved in a seawater and formaldehyde (4%) solution. External and internal morphometric observations were carried out on the thalli, and the species were determined according to specialized taxonomic literature.

Key results: A total of 45 species were identified, from which 18 were Chlorophyta, 16 Rhodophyta and 11 Ochrophyta. The most representative families found were Corallinaceae, Rhodomelaceae, Cladophoraceae and Dictyotaceae. The highest richness of species was observed in PP during the dry season. New records are reported for the localities, of which *Centroceras gasparrinii*, *Gracilaria apiculata* and *G. flabelliformis* are new records for the state of Veracruz.

Conclusions: The algal flora of the Neovolcanic rocky coast of Veracruz is tropical and houses 31% of the regional algal flora of the state. The new records in each of the localities reflect a gap in the knowledge of the algal richness of this area. As a consequence, it is suggested to continue recording species occurrence in the area in order to integrate the corresponding floristic lists.

Key words: Chlorophyta, floristics, Ochrophyta, Rhodophyta, specific richness.

1 Instituto de Ecología A.C., Red de Estudios Moleculares Avanzados, Laboratorio de Química de Productos Naturales, 91073 Xalapa, Veracruz, México.

2 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Ficología, 11340 Ciudad de México, México.

3 Autores para la correspondencia: bio.lancan@gmail.com, joseantonio.guerrero@inecol.mx

Recibido: 28 de febrero de 2019.

Revisado: 8 de abril de 2019.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 30 de mayo de 2019.

Publicado Primero en línea: 01 de julio de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

Landa-Cansigno, C., L. E. Mateo-Cid, A. C. Mendoza-González y J. A. Guerrero-Analco. 2019. Macroalgas marinas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz, México. Acta Botanica Mexicana 126: e1525. DOI: 10.21829/abm126.2019.1525



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-NonCommercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

La biodiversidad algal de los litorales mexicanos se estima en 800 y 1100 especies distribuidas en los Océanos Atlántico y Pacífico, respectivamente (Dreckmann y Pérez-Hernández, 1994; González-González et al., 1996; Ortega et al., 2001; Pedroche et al., 2005, 2008). El estudio de esa diversidad algal ha tendido a la realización de descripciones y listados florísticos (Pedroche y Senties, 2003). Esto es de suma relevancia ya que permite saber cuáles especies componen el entorno, así como integrar las floras locales y regionales (González-González et al., 1996), plantear o entender patrones biogeográficos (Garbary, 2001), delimitar regiones prioritarias de conservación (Vilchis et al., 2018) y proponer estudios ecológicos, de uso, manejo y conservación de especies (González-González et al., 1996; Ortega et al., 2001).

El estado de Veracruz, ubicado al centro-este de México, posee un litoral de 745 km, el cual está formado por ambientes costeros heterogéneos, que son influenciados por las aguas del Océano Atlántico que llegan al Golfo de México (Geissert-Kientz, 1999; Garduño-Solórzano et al., 2005; Ortíz-Lozano et al., 2010). La diversidad macroalgal del estado es de 423 especies (Ramírez-Rodríguez y Blanco-Pérez, 2011), de las cuales las Rhodophyta poseen la mayor riqueza específica (Pedroche y Senties, 2003).

Los litorales rocosos se restringen a dos porciones en la parte central del Golfo de México y son únicos desde el punto de vista de la biodiversidad y ecología de las especies (Geissert y Dubroeuq, 1995; De la Cruz-Francisco et al., 2017). La primera región tiene una influencia por las estribaciones del extremo oriental del Eje Neovolcánico, ubicado 40 km al NE de la ciudad de Veracruz; la segunda porción se ve influenciada por la Sierra Los Tuxtlas, localizada 120 km al SE de la ciudad antes citada (Geissert y Dubroeuq, 1995; Geissert-Kientz, 1999).

En particular, la diversidad de macroalgas de ambos ambientes rocosos se ha descrito en los trabajos de los siguientes autores: De la Campa-De Guzmán (1963), Sánchez-Rodríguez (1967; 1980), Ramírez-Rodríguez (1975), Flores-Davis (1993) y Ortega et al. (2001), Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez (2006), Ramírez-Rodríguez y Blanco-Pérez (2011), González-Reséndiz et al. (2014), García-López et al. (2017). En estos trabajos se han registrado alrededor de

134 especies para los litorales influenciados por la región Neovolcánica. No obstante, estos listados florísticos aún se encuentran incompletos, ya que no existe un seguimiento temporal continuo a los cambios en la flora algal, existe literatura gris que no está disponible en bases de datos públicas y varias localidades de dicha región permanecen poco o nulamente exploradas. Por lo tanto, este trabajo pretende contribuir al registro de macroalgas que se encuentran en playas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz (LRNV).

Materiales y Métodos

Área de recolecta

Las macroalgas marinas fueron recolectadas en las siguientes tres localidades: Playa Paraíso (PP) (19°35'14"N, 96°23'05"O), Playa Villa Rica (PVR) (19°40'14"N, 96°23'37"O) y Playa Muñecos (PM) (19°44'38"N, 96°24'27"O), ubicadas en el municipio Actopan, al NE de la ciudad de Veracruz, estado de Veracruz (Fig. 1). Las localidades de estudio son costas mixtas y la zona costera a la que pertenecen posee un clima cálido-subhúmedo (Aw_2) con régimen de lluvias de verano y aportes fluviales de la cuenca de Actopan (Contreras-Espinosa, 1993; Geisset y Dubroeuq, 1995). Su estacionalidad se define por tres épocas que se conocen como lluvias (junio-octubre), secas (febrero-mayo) y nortes (noviembre-enero) (Contreras-Espinosa, 1993; García, 2004).

Localidades de recolecta

Playa Paraíso (PP). Playa tipo arenoso-pedregoso y rocoso-pedregoso, sujeta a emersión y sumersión constante. Se identifican dos porciones, Noreste (NE) y Sureste (SE). En la porción NE se ubican las siguientes zonas: 1) intermareal expuesta, 2) protegida de tipo rocoso-arenoso, 3) protegida de tipo rocoso-pedregoso y 4) terrazas expuestas. En la porción SE están las siguientes zonas: 1) manglar y 2) playa arenosa con afloramientos rocosos (Geissert y Dubroeuq, 1995; Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez, 2006).

Playa Villa Rica (PVR). Playa tipo arenoso-rocoso, donde se ubican las siguientes zonas: 1) protegida de tipo arenoso-pedregoso y 2) macizos rocosos con facies expuestas a fuerte oleaje (Sánchez-Rodríguez, 1980; Geissert y Dubroeuq, 1995; García-López et al., 2017).

Playa Muñecos (PM). Playa abrasiva con acantilados en donde se encuentran las siguientes zonas: 1) macizos

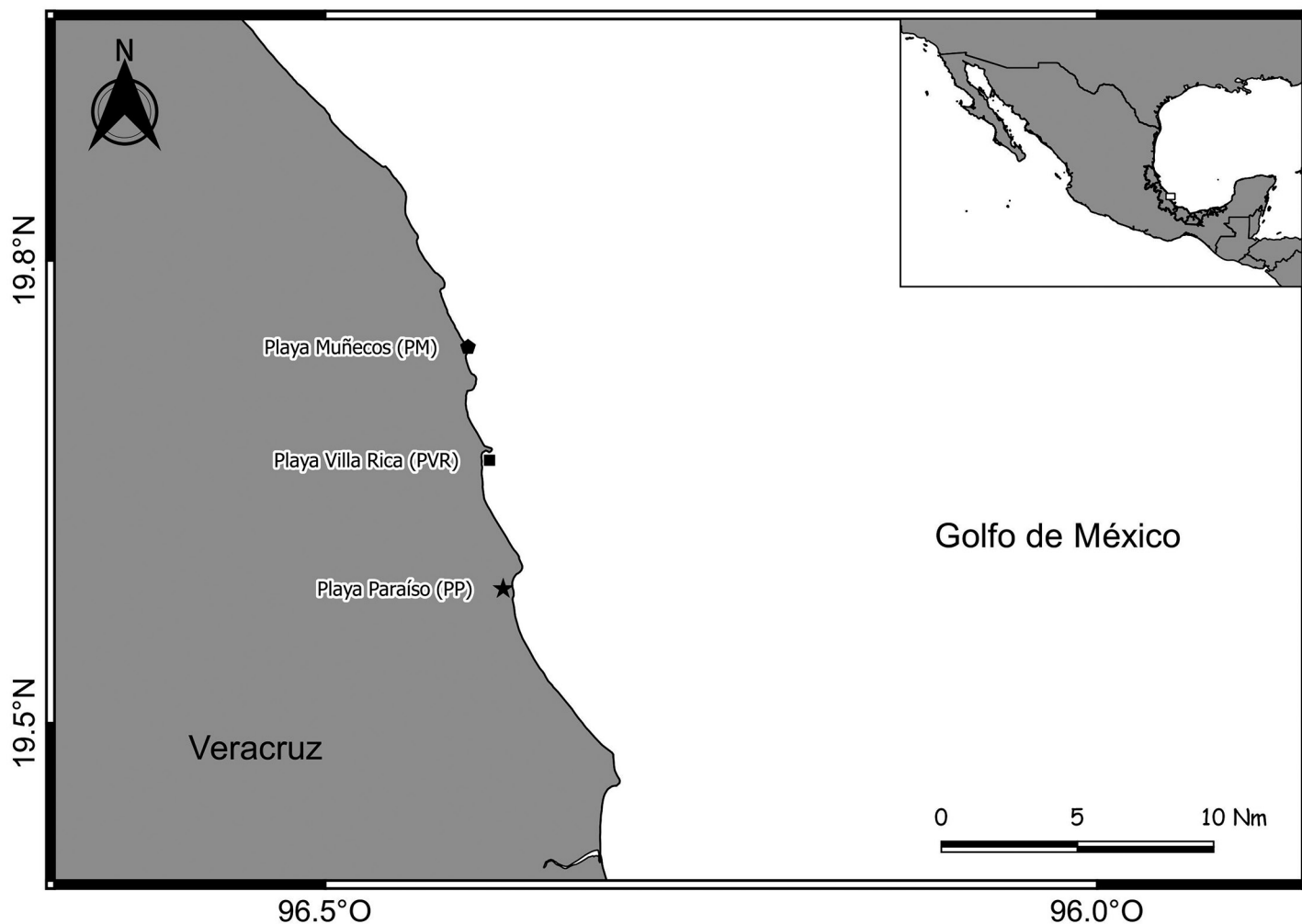


Figura 1: Mapa de ubicación de los sitios de recolecta: Playa Paraíso (PP), Playa Villa Rica (PVR) y Playa Muñecos (PM), ubicados en el municipio Actopan, Veracruz, México.

rocosos expuestos a oleaje fuerte, 2) macizos rocosos protegidos y 3) pozas intermareales (Geissert y Dubroeuq, 1995; González-Reséndiz et al., 2014; García-López et al., 2017).

Recolecta y determinación de las especies

Las recolectas se llevaron a cabo durante la época de lluvias (septiembre 2016) y la de secas (mayo 2017). Las algas se tomaron al azar del intermareal rocoso hasta 2 m de profundidad. Todos los ejemplares se desprendieron del sustrato de forma manual o con ayuda de espátulas y se transportaron en bolsas resellables (Ziploc®). En el laboratorio se colocaron en frascos de plástico (500 ml) transparentes y de boca ancha. Se vertió una solución de agua de mar con formaldehído al 4% en los frascos con las muestras para

fijar los ejemplares. El material se depositó en la sección ficológica del herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Las observaciones morfométricas de las algas, tanto externas como internas, se realizaron con un microscopio estereoscópico (Zeigen, 2040 STEREO, Ciudad de México, México), un óptico (Olympus, CX31RBSF, Manila, Filipinas) y un invertido (Leica, DM600B, Berlín, Alemania) con HC PL APO 40 \times /0.75, objetivo seco. Se realizaron cortes transversales de los talos con navajas de doble filo. En el caso de las algas calcáreas se les retiró el calcio con una solución de ácido nítrico (HNO_3) en concentración 0.6 M (Mateo-Cid et al., 2013).

La determinación del material se llevó a cabo con las claves y descripciones correspondientes a los trabajos de

Taylor (1960), Littler y Littler (2000), Gurgel et al. (2004) y De Souza-Gestinari et al. (2010). El listado florístico se elaboró de acuerdo con lo propuesto por Wynne (2017) y el estatus de los nombres taxonómicos se corroboró con la base de datos global Algaebase (Guiry y Guiry, 2019). Se incluyen las descripciones morfológicas de los nuevos registros para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz (LRNV) y el estado.

Resultados

Florística

Se determinó un total de 45 especies, las cuales se muestran en el Cuadro 1 y se acompañan con datos de sitio de recolecta, estacionalidad, modo expuesto (Ex) o protegido (P), número de colecta (ENCB) e información de nuevos registros. Del total de especies, 16 pertenecen a la división Rhodophyta, 18 a Chlorophyta y 11 a Ochrophyta. Las familias mejor representadas para la división Rhodophyta son Rhodomelaceae y Corallinaceae con cuatro especies cada una, mientras que para Chlorophyta y Ochrophyta fueron Cladophoraceae y Dictyotaceae, respectivamente, con seis especies cada una.

Durante la época de secas se registró una riqueza de 38 especies, mientras que en la de lluvias se encontraron 27. La playa con mayor riqueza específica fue Playa Paraíso con 37 especies, seguida por Playa Villa Rica con 22 y Playa Muñecos con 17. Con respecto a las especies mayormente observadas en cada sitio, se obtuvieron los siguientes resultados:

Playa Paraíso. En la porción NE, en la zona intermareal expuesta al oleaje, se observaron de Chlorophyta: *Cladophora dalmatica* Kützting, *C. vagabunda* (L.) Hoek, *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey, *Ulva fasciata* Delile y *U. flexuosa* Wulfen. En la zona protegida rocosa-arenosa y rocosa-pedregosa de alrededor de 1 m de profundidad, se observaron de Rhodophyta: *Jania rubens* (L.) J.V. Lamouroux, *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützting, *Alsidium triquetrum* (S.G. Gmelin) Trevisan y *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh; de Ochrophyta: *Canistrocarpus cervicornis* (Kützting) De Paula & De Clerck, *Dictyota bartayresiana* J.V. Lamouroux, *D. ciliolata* Sonder ex Kützting y *Padina boergesenii* Allender & Kraft; de Chlorophyta: *Ulva rigida* C. Agardh, *Cymopolia barbata* (L.) J.V. Lamouroux y *Halimeda sca-*

bra M. Howe. En la zona de terrazas expuestas al oleaje se encontraron principalmente de Rhodophyta: *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen y *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux; de Chlorophyta: *Ulva flexuosa* y *Rhizoclonium riparium*; de Ochrophyta: *Sargassum vulgare* C. Agardh. En la porción SE en la zona de afloramientos rocosos se ubicaron primordialmente de Rhodophyta: *Gelidiella acerosa* (Forsskål) Feldmann & Hamel, *Gelidium corneum* (Hudson) J.V. Lamouroux, *Gracilaria apiculata* P. Crouan & H. Crouan, *G. flabelliformis* (P. Crouan & H. Crouan) Fredericq & Gurgel, *Liagora ceranoides* J.V. Lamouroux; de Chlorophyta *Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützting. Las especies que se pueden encontrar en varias zonas tanto en modos protegidos como expuestos son de Rhodophyta: *Jania adhaerens* J.V. Lamouroux, *J. cubensis* Montagne ex Kützting; de Chlorophyta: *Ulva fasciata* y *Cladophora vagabunda*; de Ochrophyta: *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier y *Padina gymnospora* (Kützting) Sonder.

Playa Villa Rica. En la zona protegida arenosa-pedregosa donde se forma una pequeña laguna de sustrato principalmente arenoso se localizaron a las Chlorophyta: *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh, *C. sertularioides* (S.G. Gmelin) M. Howe y *Cymopolia barbata*; de Rhodophyta: *Jania rubens* y *Digenea simplex*. En la zona de macizos, las facies rocosas expuestas al fuerte oleaje alojan a las Rhodophyta: *Laurencia obtusa*, *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützting y *Gracilaria flabelliformis*; de Chlorophyta: *Rhizoclonium riparium* y *Willeella brachyclados* (Montagne) M.J. Wynne; de Ochrophyta: *Asteronema breviarticulatum* (J. Agardh) Ouriques & Bouzon, *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, *Chnoospora minima* (Hering) Papenfuss y *Sargassum vulgare*. Las especies que pueden encontrarse en las zonas expuestas y protegidas son de Rhodophyta: *Jania adhaerens* y *J. cubensis*; de Chlorophyta: *Cladophora vagabunda*; de Ochrophyta: *Padina gymnospora*.

Playa Muñecos. En la zona de macizos protegidos, accesible durante la época de lluvias, se observaron las especies de Chlorophyta: *Cladophora flexuosa* (O.F. Müller) Kützting y *Caulerpa racemosa*; de Rhodophyta: *Jania subulata* (Ellis & Solander) Sonder. En la zona de macizos expuestos y pozas intermareales se hallaron principalmente las especies de Rhodophyta: *Acanthophora spicifera* y

Cuadro 1: Listado de especies de macroalgas marinas de playas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz, México. Localidades: Playa Paraíso (PP), Playa Villa Rica (PVR), Playa Muñecos (PM). Estacionalidad: Lluvias (LI) y secas (S). Modo: expuesto (Ex) y Protegido (P). Nuevos registros (NR): litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz (LRNV), estado de Veracruz (NRV). Todas las colectas pertenecen a Cristina Landa-Cansigno.

	Localidades						Modo	NR	Herbario ENCB No. Colecta
	PP		PVR		PM				
	LI	S	LI	S	LI	S			
División Ochrophyta									
Asteronemataceae									
<i>Asteronema breviararticulatum</i> (J. Agardh) Ouriques & Bouzon			*		*		Ex		24310, 24312
Ectocarpaceae									
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye			*		*		Ex		23454
Dictyotaceae									
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützinger) De Paula & De Clerck		*					P	PP	23474
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V. Lamouroux		*			*		P		22310, 23475
<i>Dictyota bartayresiana</i> J.V. Lamouroux	*						P	PP	22304
<i>D. ciliolata</i> Sonder ex Kützinger		*					P		ENCB/V-P1
<i>Padina boergesenii</i> Allender & Kraft	*	*	*				P		23476, 23601
<i>P. gymnospora</i> (Kützinger) Sonder		*		*		*	Ex, P		24305
Scytosiphonaceae									
<i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss				*		*	Ex		23454
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier		*				*	Ex, P		23453
Sargassaceae									
<i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh		*		*	*		Ex		22210, 24306, 24308
División Rhodophyta									
Liagoraceae									
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamouroux		*					Ex	LRNV	23478
Corallinaceae									
<i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamouroux		*		*		*	Ex, P	PVR	23827
<i>J. cubensis</i> Montagne ex Kützinger	*	*	*	*			Ex, P	LRNV	22208
<i>J. rubens</i> (L.) J.V. Lamouroux		*	*	*	*	*	P		23803, 24306
<i>J. subulata</i> (Ellis & Solander) Sonder			*	*	*		P		22216
Ceramiaceae									
<i>Centroceras gasparrinii</i> (Meneghini) Kützinger		*		*			P	LRNV, NRV	25065
Rhodomelaceae									
<i>Acanthophora spicifera</i> (M. Vahl) Børgesen	*	*			*		Ex	LRNV	22307, 22217
<i>Alsidium triquetrum</i> (S.G. Gmelin) Trevisan	*	*	*	*			P		22209, 22215
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	*	*	*	*		*	P		22208, 22216, 23461
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux		*		*	*	*	Ex		22771, 23482
Hypneaceae									
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux		*					Ex		23508

Cuadro 1: Continuación.

	Localidades						Modo	NR	Herbario ENCB
	PP		PVR		PM				
	LI	S	LI	S	LI	S			
<i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kützing				*			Ex		24306
Gelidiellaceae									
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel	*	*					Ex	PP	22305
<i>Gelidium corneum</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	*						Ex	PP	22212
Gracilariaceae									
<i>Gracilaria apiculata</i> P. Crouan & H. Crouan		*					Ex	LRNV, NRV	23493, 23500
<i>G. flabelliformis</i> (P. Crouan & H. Crouan) Fredericq & Gurgel	*	*		*			Ex	LRNV, NRV	23498, 23499
División Chlorophyta									
Ulvaceae									
<i>Ulva fasciata</i> Delile	*	*					Ex, P		24311
<i>U. flexuosa</i> Wulfen			*				Ex		23451, 23516
<i>U. rigida</i> C. Agardh	*						P		22207
Cladophoraceae									
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützing	*						Ex		22214
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing		*			*		Ex	LRNV	23516
<i>C. flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützing						*	P	LRNV	23491
<i>C. vagabunda</i> (L.) Hoek	*	*		*			Ex, P		23492
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	*	*		*			Ex		22303, 23513
<i>Willeella brachyclados</i> (Montagne) M.J. Wynne				*		*	Ex	PP, PVR	22311, 23512
Siphonocladaceae									
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forsskål) Børgesen		*					P		23457
Codiaceae									
<i>Codium</i> sp.	*	*					P		22211
Caulerpaceae									
<i>Caulerpa chemnitzia</i> (Esper) J.V. Lamouroux		*					P		23521
<i>C. microphysa</i> (Weber Bosse) Feldmann	*						P	PP	23390
<i>C. racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh	*	*	*		*		P		22213, 23518
<i>C. sertularioides</i> (S.G. Gmelin) M. Howe			*	*			P		22309, 23519
<i>C. sertularioides</i> f. <i>brevipes</i> (J. Agardh) Svedelius	*						P	PP	
Halimedaceae									
<i>Halimeda scabra</i> M. Howe	*	*					P		23815
Dasycladaceae									
<i>Cymopolia barbata</i> (L.) J.V. Lamouroux	*	*	*	*			P		23502, 23503

Laurencia obtusa; de Chlorophyta: *Willeella brachyclados*; de Ochrophyta: *Asteronema breviarticulatum*, *Ectocarpus siliculosus*, *Chnoospora minima* y *Sargassum vulgare*. Las algas que pueden encontrarse en las zonas expuestas y protegidas son de Rhodophyta: *Jania adhaerens*; de Ochrophyta: *Colpomenia sinuosa* y *Padina gymnospora*.

Nuevos registros

De las especies determinadas, se encontraron 14 nuevos registros en Playa Paraíso, cinco en Playa Villa Rica y tres en Playa Muñecos (Cuadro 1). Las especies *Liagora ceranoides*, *Jania cubensis*, *Acanthophora spicifera*, *Cladophora dalmatica* y *C. flexuosa* son nuevos registros para el LRNV; mientras que *Centroceras gasparrinii*, *Gracilaria apiculata* y *G. flabelliformis* lo son para el estado de Veracruz.

A continuación, se presentan descripciones morfológicas de los nuevos registros del LRNV.

Rhodophyta

Clase Florideophyceae

Liagoraceae

Liagora ceranoides J.V. Lamouroux, Hist. Polyp. Coral. Flex: 239. 1816. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Virgin Islands, St. Thomas, 2006, *Huisman 61* (holotipo: CN!). Figs. 2A-B.

Talo 2.5 cm de longitud, cilíndrico, calcificado, color rosa pálido y blanco, textura suave, viscosa; ramificación irregular con patrones bifurcados, opuestos; ejes principales se pierden a partir de la segunda ramificación; ejes cilíndricos con ápices bifurcados, romos; filamentos medulares formados por pleuridios, 7.5-15 µm de diámetro, 10-25 µm de longitud, espermacios en su porción apical, 3-4 µm de diámetro.

Hábitat: intermareal rocoso, influenciado por aportes de agua dulce.

Distribución: esta especie se ha registrado en Veracruz en el municipio San Andrés Tuxtla, Monte Pío; municipio Veracruz en el Arrecife Blanquilla, Isla de Enmedio, Isla

Sacrificios, Isla Santiaguillo, Isla Verde y Arrecife de Cabezo; municipio Tuxpan, Arrecife de Tuxpan (Ortega et al., 2001; González-Gándara et al., 2007; Robinson et al., 2012). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, intermareal rocoso al SE de Playa Paraíso, 17.V.2017, C. Landa-Cansigno 23478 (ENCB).

Corallinaceae

Jania cubensis Montagne ex Kützinger, Species Algarum: 709. 1849. TIPO: CUBA. Sin localidad, s.f., *Montagne s.n.* (tipo no localizado). Figs. 2C-G.

Talo 2-4 cm de longitud, erguido, calcificado, cilíndrico, segmentado, calcificado, color rosa pálido a blanquecino, quebradizo; ramificación irregular con patrones alternos, dicotómicos, opuestos; ejes principales con segmentos en forma de cuña o barril, porción más ancha 240-420 µm de diámetro, porción más angosta 120-180 µm de diámetro; segmentos apicales cilíndricos, ápices puntiagudos, 45-60 µm de diámetro; células superficiales rectangulares, 7-11 µm de diámetro, 9-16 µm de longitud; conceptáculos ovoides en ramillas laterales, dos ramillas anteniformes en la porción apical del conceptáculo, 204-325 µm de diámetro, 454 µm de longitud.

Hábitat: intermareal rocoso, rocas y oquedades de 1 m de profundidad, epífita de *Digenea simplex*.

Distribución: esta especie se ha registrado en Veracruz, municipio San Andrés Tuxtla, Monte Pío; municipio Tuxpan, Tuxpan; municipio Veracruz, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Verde y Arrecife de Cabezo (Ortega et al., 2001; Robinson et al., 2012). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, intermareal rocoso 1 m de profundidad, NE de Playa Paraíso, 17.V.2017, C. Landa-Cansigno 22208 (ENCB).

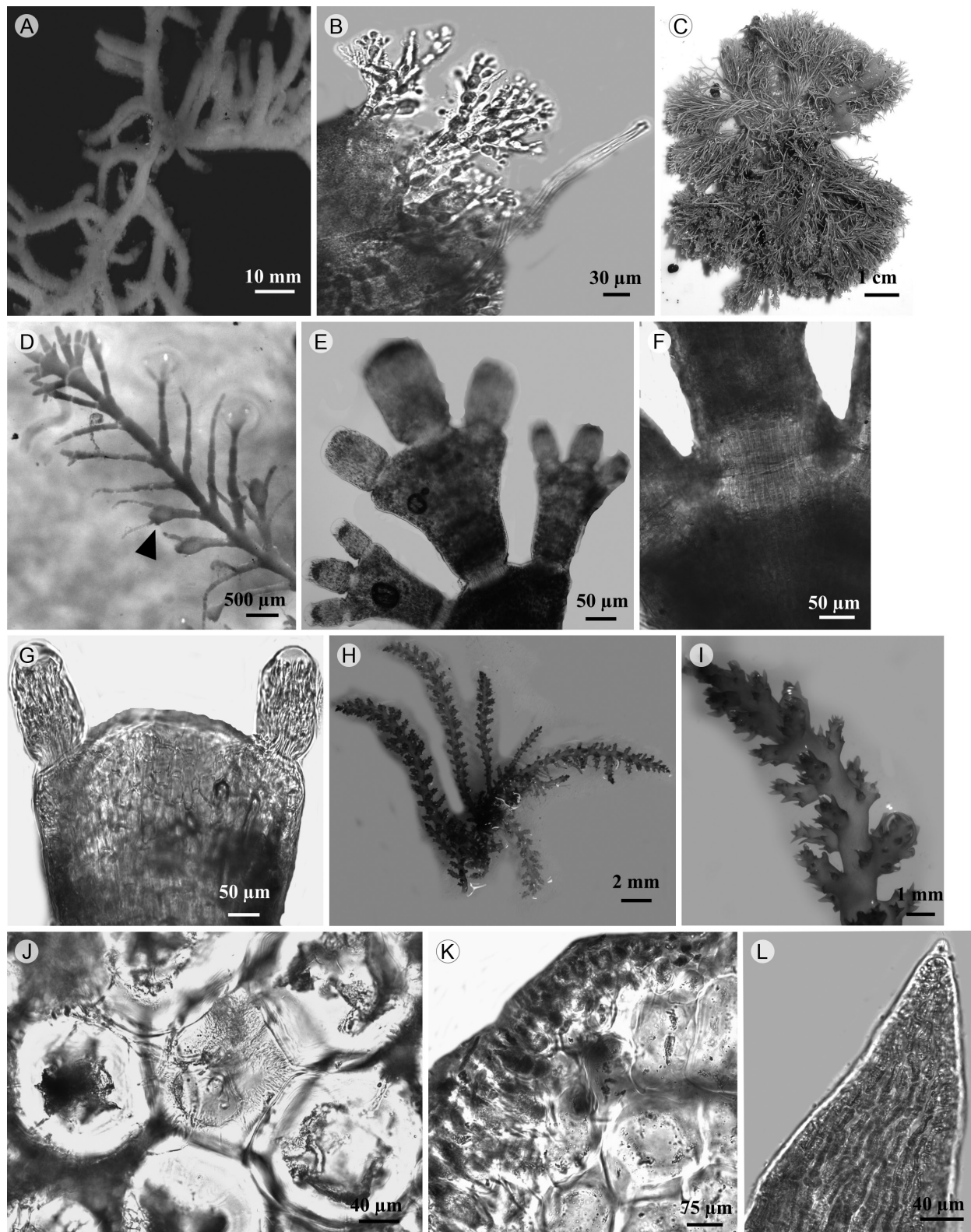


Figura 2: A, B. *Liagora ceranoides* J.V. Lamouroux: A. vista general del talo; B. pleuridios y espermacios. C-G. *Jania cubensis* Montagne ex Kützing: C. vista general del talo; D. ramificación opuesta del talo, en las ramillas se observan los conceptáculos ovoides con ramillas anteniformes (punta de flecha); E. tricotomía y segmentos en forma de barril o cuña; F. detalle de la genicula descalcificada; G. ápices de los segmentos. H-L. *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen: H. vista general del talo; I. detalle de la ramificación alterna de los ejes y ramillas apicales cubiertas de espinas; J. vista superficial de las células medulares en sección transversal; K. vista superficial de las células corticales en sección transversal; L. vista superficial de las células en sección longitudinal.

Ceramiaceae

Centroceras gasparrinii (Meneghini) Kützing, Species Algarum: 689. 1849. TIPO: ITALIA. Sicilia, Palermo, s.f., *G. Gasparrini s.n.* (holotipo no localizado, isotipo: L-0193946!). Figs. 3A-F.

Talo 11-20 mm de longitud, mechón filamentoso, color rojo-anaranjado oscuro, suave; ramificación di-tricotómica, intervalo de ramificación 10-12 segmentos, presencia de ramas cortas, simples, a lo largo del talo; ejes erectos con segmentos, 150-170 μm de diámetro, 480-550 μm de longitud; ápices forcipados, cubiertos por espinas rectas compuestas por 2 células, posicionadas a 45° con respecto al eje; ejes basales (postrados) 180-190 μm de diámetro, 225-240 μm de longitud, porción basal fija al sustrato por numerosos rizoides; corte transversal de los ejes con 12-20 células pericentrales; células glandulares, acropetales, ovoides, insertas en los nodos de los segmentos; células corticales en vista superficial con forma cuadrada o poligonal, arreglo longitudinal, 7.5-18.5 μm de diámetro, 15-22 μm de longitud; tetrasporangios dispuestos en forma radial sobre el nodo, sin involucro, 55-60 μm de diámetro, 74-80 μm de longitud.

Hábitat: rocas sumergidas, 0.6-1 m de profundidad.

Distribución: esta especie tiene amplia distribución desde zonas templadas cálidas a zonas tropicales en los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico (Schneider et al., 2015); en México se ha registrado en Sonora, municipio Guaymas, Playa Algodones; en Baja California Sur, municipio La Paz, Playa El Tecolote, Playa Sargento y Playa la Ventana (Won et al., 2009). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz y para el estado de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, 16.VI.2016, *C. Landa-Cansigno 25065* (ENCB).

Rhodomelaceae

Acanthophora spicifera (M. Vahl) Børgesen, Bot. Tid. 30: 201. 1910. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

St Croix, Islas Vírgenes, s.f., *M. Vahl 1802*, (holotipo: C-1044!). Figs. 2H-L.

Talo hasta 9 cm de longitud, erguido, cilíndrico, color guinda a amarillento; ramificación alterna; ejes erectos, cilíndricos, 835-1470 μm de diámetro, cubiertos de ramillas en forma de espinas principalmente en la porción distal, otorgándole un aspecto piramidal a los ápices; ramillas espinosas numerosas; ápices dentados, 143-184 μm de diámetro; células medulares globosas, arreglo polisifónico; célula central 242.5 μm de diámetro; 5 células pericentrales globosas, 125-171 μm de diámetro; células corticales, rectangulares a poliédricas, claramente pigmentadas, 2-3 capas de células, 18-28 μm de diámetro.

Hábitat: facies rocosas intermareales expuestas al oleaje y facies rocosas protegidas.

Distribución: esta especie ha sido registrada en Veracruz, municipio Coatzacoalcos, Coatzacoalcos, Playa Sola; municipio Veracruz, costa del puerto de Veracruz, Playa Hotel Pensiones, Isla Verde, Isla Sacrificios, Isla de Enmedio, Arrecife de Hornos; municipio Pueblo Viejo, Tampico Alto, Ozuluana, Tamalía; municipio Tamiahua, Laguna de Tamiahua; municipio Tuxpan, Arrecife Tuxpan municipio Cazonas, costa rocosa El Pulpo (Ortega et al., 2001; González-Gándara, 2007; Godínez-Ortega et al., 2009; De la Cruz-Francisco et al., 2017). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, intermareal rocoso al NE de Playa Paraíso, 17.V.2017, *C. Landa-Cansigno 22307* (ENCB).

Gracilariaceae

Gracilaria apiculata P. Crouan & H. Crouan. Schramm, Basse Terre, Guadeloupe: 19. 1865. TIPO: FRANCIA, French West Indies, Grand-Bourg, Marie-Galante, Guadeloupe, s.f., *Crouan 1852*, (holotipo no localizado, lectotipo: BM!), designado por Gurgel et al., 2004). Figs. 3G,H, 4A, B.

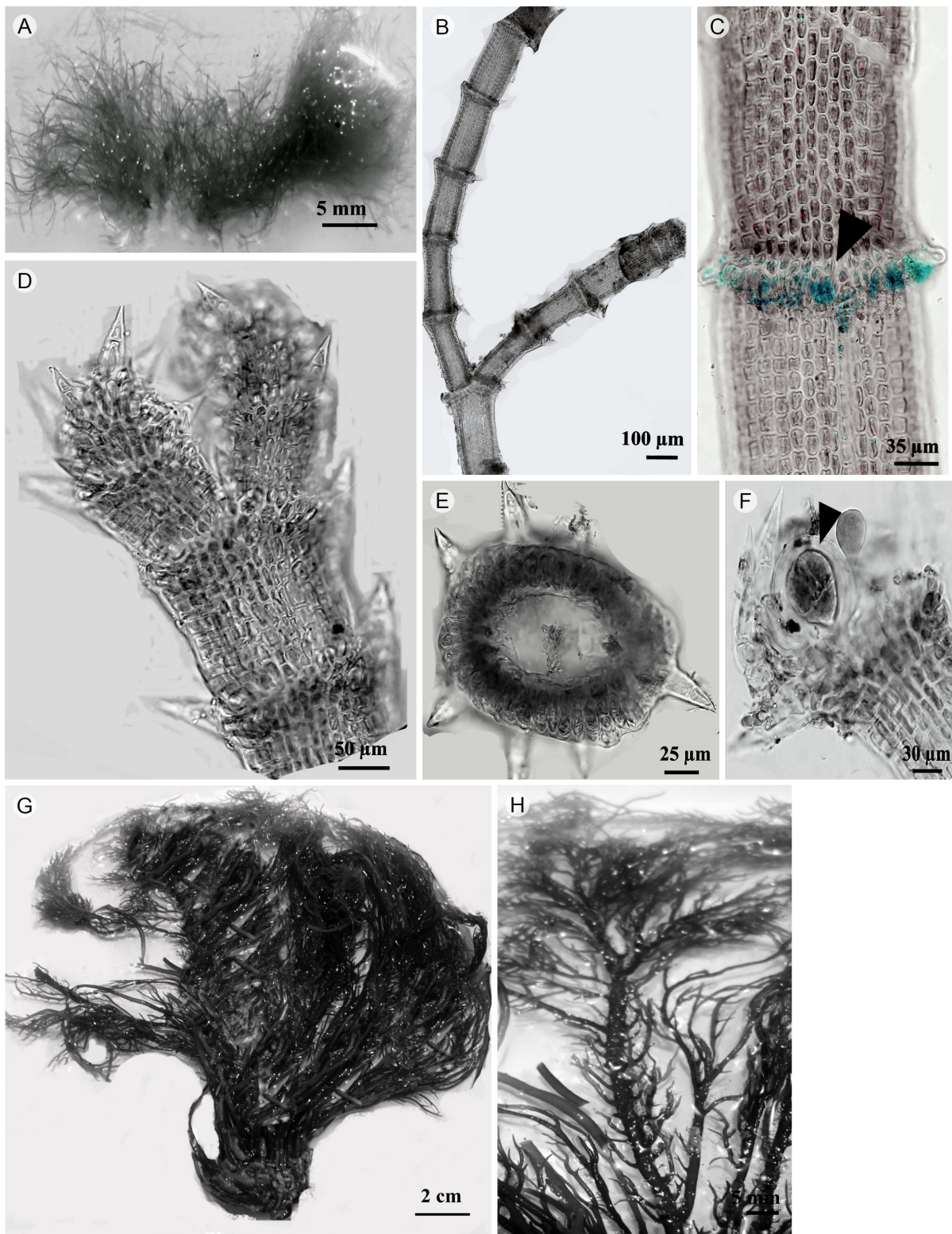


Figura 3: A-F. *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing: A. vista general del talo; B. detalle de ejes segmentados; C. detalle de los segmentos, células corticales rectangulares a poliédricas en vista longitudinal y células glandulares (punta de flecha) insertadas radialmente en el nodo; D. detalle de los ápices cubiertos de espinas; E. vista de la sección transversal del eje, se observan las capas celulares pericentrales; F. detalle del tetrasporangio (punta de flecha). G, H. *Gracilaria apiculata* P. Crouan & H. Crouan: G. vista general del talo; H. detalle de la ramificación irregular y ejes distales aplanados.

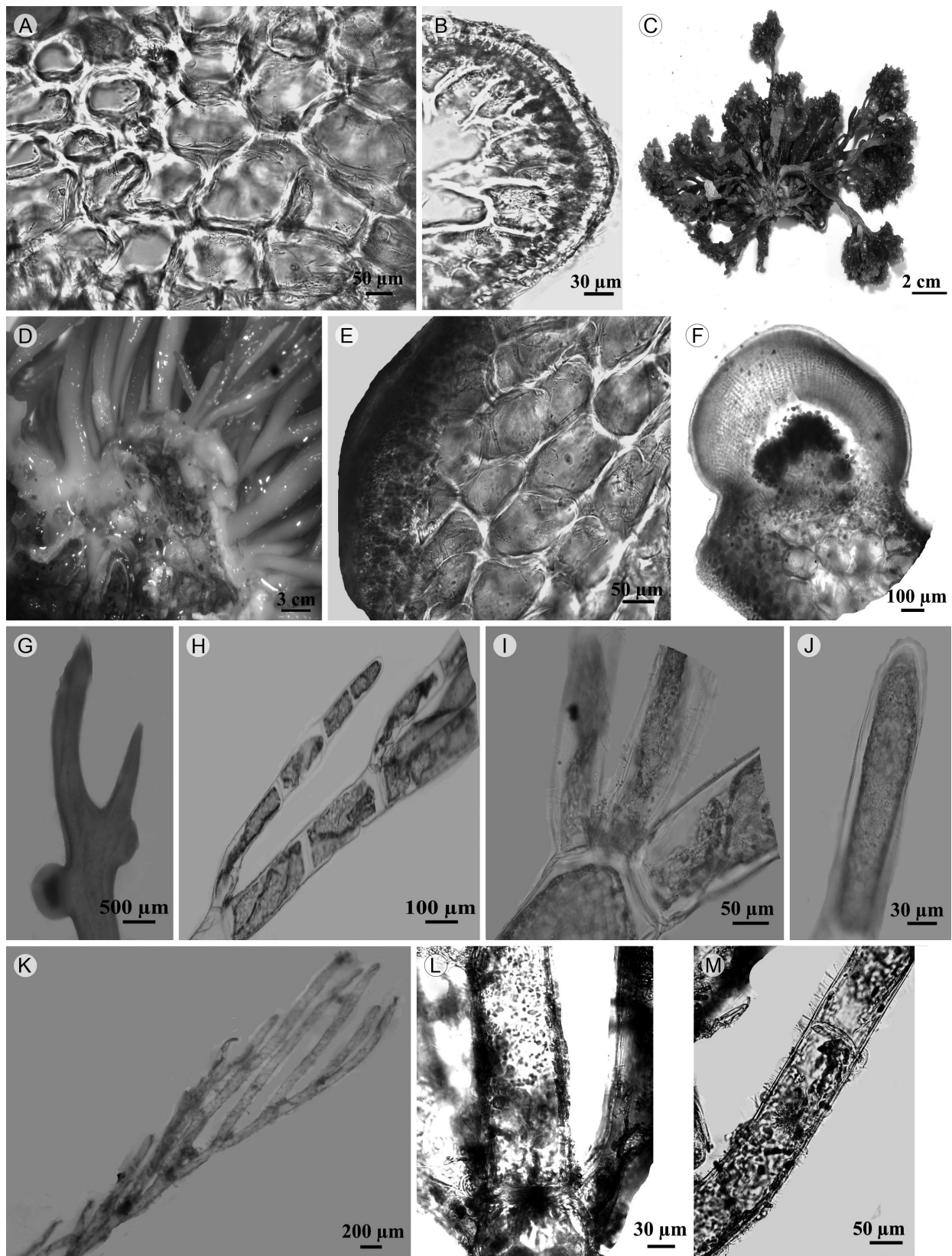


Figura 4: A, B. *Gracilaria apiculata* P. Crouan & H. Crouan: A. células medulares en sección transversal; B. células corticales en sección transversal. C-G. *Gracilaria flabelliformis* (P. Crouan & H. Crouan) Fredericq & Gurgel: C. vista general del talo; D. disco de fijación; E. células medulares en sección transversal; F. cistocarpo en sección transversal; G. porción apical del eje. H-J. *Cladophora dalmatica* Kützing: H. vista general de los ejes uniseriados; I. ramificación tricotómica; J. célula apical de los ejes. K-M. *Cladophora flexuosa* (O.F. Müller) Kützing: K. vista general del talo; L. ramificación del talo; M. células uniseriadas del talo.

Talo 16 cm de longitud, cilíndrico a aplanado, erguido, pseudoparenquimatoso, flexible, color guinda, algunas porciones claramente despigmentadas, ramificación irregular, hasta 3 patrones de ramificación (alterna, opuesta y dicotómica); ejes carnosos, porción basal tubular, 1020 µm de diámetro, porción distal aplanada, 2000-3000 µm de diámetro, margen liso; ápices bifurcados, puntiagudos, 456 µm de diámetro; células medulares globosas a poliédricas, 90-156 µm de diámetro; células corticales fuertemente pigmentadas, arreglo celular en 1-3 capas, 9-12 µm de diámetro; carposporangios esféricos-ovalados, 550 µm de diámetro, 600 µm de longitud.

Hábitat: intermareal rocoso influenciado por aportes de agua dulce.

Distribución: en México esta especie ha sido registrada en el estado de Tamaulipas, municipio Madero, Laguna Punta Piedras (Gurgel et al., 2004). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz y para el estado de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, 17.V.2017, *C. Landa-Cansigno 23493* (ENCB), *23500* (ENCB).

Gracilaria flabelliformis (P. Crouan & H. Crouan) Fredericq & Gurgel, J. Phycol. 40: 155. 2004. TIPO: FRANCIA. Guadeloupe, s.f., *H. Maze s.n.* (holotipo no localizado, lectotipo: BM!, designado por Gurgel et al., 2004). Figs. 3K-L, 4C-G.

Talo 6 cm de longitud, aplanado, erguido, pseudoparenquimatoso, flexible, color guinda-amarillo, algunas porciones claramente despigmentadas; ramificación irregular, principalmente dicotómica; ejes carnosos, aplanados, 2000-5000 µm de diámetro, margen dentado; ápices densamente ramificados irregularmente; células medulares globosas, 60-144 µm de diámetro; células corticales fuertemente pigmentadas, arreglo celular en 1-3 capas, ovoides, 6-15 µm de diámetro.

Hábitat: intermareal rocoso estuarino y litoral rocoso marino.

Distribución: en México esta especie ha sido registrada en Tabasco y Campeche (Mendoza-González et al., 2017; Núñez-Reséndiz et al., 2019). Nuevo registro para el estado de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, 17.V.2017, *C. Landa-Cansigno 23498* (ENCB), *23499* (ENCB).

División Chlorophyta

Clase Ulvophyceae

Cladophoraceae

Cladophora dalmatica F.T. Kützinger, Phyc. Gen. 268. 1843.

TIPO: CROACIA. Split., IV.1835, *Hafen Von Spalato s.n.* (holotipo: L-937.281.406!). Figs. 4H-J.

Talo 4 cm de longitud, filamentoso, color verde brillante, suave; ramificación lateral a di-tricotómica; ejes uniseriados, no se constriñen en la base; ápices redondeados; células basales rectangulares, 120 µm de diámetro, 850 µm de longitud; células de la porción media rectangulares, 140 µm de diámetro, 1080 µm de longitud; células apicales rectangulares, curvadas en los ápices, 60 µm de diámetro, 180 µm de longitud.

Hábitat: intermareal rocoso.

Distribución: esta especie ha sido registrada en Veracruz, municipio de Tuxpan, Laguna de Tampamachoco (Dreckmann y Pérez-Hernández, 1994). Nuevo registro del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Paraíso, 17.V.2017, *C. Landa-Cansigno 23516* (ENCB).

Cladophora flexuosa (O.F. Müller) Kützinger, Phyc. Gen. 270. 1843. TIPO: DINAMARCA. Sin localidad, s.f., *Anónimo s.n.* (tipo no localizable. El tipo no ha sido localizado desde la revisión de Van den Hoek, 1963. Esta especie requiere una neotipificación). Figs. 4K-M.

Talo 2 cm de longitud, filamentoso, color verde olivo-marrón, suave; ramificación irregular, dicotómica en la base, tri-tetracotómica en la porción distal; ejes erectos, uniseriados, no se constriñen en la base; ápices redondeados; células basales rectangulares, 96-120 µm de diámetro, 1404 µm de longitud; células de la porción media rectangulares, 84 µm de diámetro, 600-960 µm de longitud; células apicales rectangulares, 72-96 µm de diámetro, 660-720 µm de longitud.

Hábitat: sustrato rocoso, en zona protegida.

Distribución: esta especie ha sido registrada en Veracruz, municipio Veracruz, Arrecife de Hornos; municipio San Andrés Tuxtla, Monte Pío (Godínez-Ortega et al., 2009; García-López et al., 2017). Nuevo registro para el litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz.

Especímenes examinados: MÉXICO. Veracruz, municipio Actopan, Playa Muñecos, 19.V.2017, C. Landa-Cansigno y D. L. Luna-Acosta 23491 (ENCB).

Discusión

El total de especies determinadas en este trabajo (45) constituyen 33% de las algas previamente registrada para la zona de muestreo (134 especies) y 10% de la del estado de Veracruz (423 especies) (Ramírez-Rodríguez, 1975; Sánchez-Rodríguez, 1980; Flores-Davis 1993; Ortega et al., 2001; Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez, 2006; Ramírez-Rodríguez y Blanco-Pérez, 2011; González-Reséndiz et al., 2014; García-López et al., 2017). De acuerdo con la regionalización biogeográfica propuesta por Setchell (1920), la flora algal descrita es de tipo tropical, ya que se encuentra en una zona donde la isoterma promedio anual oscila en los 25 °C (Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez, 2006).

La flora algal descrita tiene afinidad a la de ambientes tropicales rocosos ubicados en la misma franja latitudinal, tales como los de Panamá, Sri Lanka y Hong Kong, cuyas especies en común son *Chaetomorpha antennina*, *Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *Ulva fasciata*, *Acanthophora spicifera*, *Padina boergesenii* y *Chnoospora minina* (Macusi y Ashoka-Deepananda, 2013). Considerando que la flora re-

gional es la lista acumulada de especies a lo largo del tiempo e indica la posibilidad de encontrarlas en las localidades de la región en ciertas épocas (González-González et al., 1996), la flora algal descrita presenta afinidad con las regionales de las costas del Golfo de México (GM) y Mar Caribe (Taylor, 1960; Littler y Littler, 2000; Ortega et al., 2001).

Respecto a la afinidad que existe entre las macroalgas encontradas en las playas del litoral rocoso Neovolcánico de Veracruz y la regional del estado de Veracruz, se encontró que 43 especies son afines. Estas especies además se distribuyen en las zonas rocosas de Tuxpan y El Pulpo, ubicadas al norte de Veracruz (González-Gándara et al., 2007; De la Cruz-Francisco et al., 2017), la zona rocosa de Montepío que pertenece a los ambientes rocosos de los Tuxtles (Sánchez-Rodríguez, 1980; García-López et al., 2017) y en ambientes rocosos asociados a arrecifes de coral del Sistema Arrecifal Veracruzano (Mateo-Cid et al., 1996; Ortega et al., 2001; Robinson et al., 2012; Galicia-García et al., 2013). En estas localidades se pueden encontrar comúnmente a *Acanthophora spicifera*, *Canistrocarpus cervicornis*, *Dictyosphaeria cavernosa* (Forsskål) Børgesen, *Halimeda scabra*, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux, *Jania adhaerens*, *Liagora ceranoides*, *Padina boergesenii*, *Ulva fasciata* y *U. flexuosa*.

En cuanto a las floras regionales adyacentes, 20 especies se comparten con el estado de Tabasco (Mendoza-González et al., 2017; Quiroz-González et al., 2017, 2018), 28 con el de Campeche (Mateo-Cid et al., 2013) y 25 con el de Tamaulipas (Vargas-López, 2004). Cabe mencionar que *Ulva* L., *Cladophora* Kützinger (Garduño-Solorzano et al., 2005), *Digenea simplex*, *Jania adhaerens* y *Caulerpa racemosa* se distribuyen ampliamente por el Golfo de México (Ortega et al., 2001).

La división Rhodophyta ha sido señalada como la que posee la mayor riqueza de especies tanto en el estado de Veracruz como en Playa Paraíso, Playa Muñecos y Playa Villa Rica (Taylor, 1960; Dawes, 1999; Littler y Littler, 2000; Ortega et al., 2001; Ramírez-Rodríguez y Blanco-Pérez, 2011; Guiry y Guiry, 2019). En contraste, se observó que la división Chlorophyta mostró la mayor riqueza específica de la zona (18 especies). Esta mayor riqueza que presentaron las Chlorophyta se puede explicar desde el punto de vista de la afinidad al sustrato, la exposición al oleaje y las

adaptaciones morfológicas que presentan. En este sentido, Garduño-Solorzano et al. (2005) mencionan que los sustratos rocosos del Eje Neovolcánico, compuestos por basaltos y andesitas (Geissert y Dubroeuq, 1995), tienden a absorber calor, favoreciendo el desarrollo de las Chlorophyta. Taylor (1960) señala que los ambientes expuestos al oleaje, como los rocosos, exhiben una alta riqueza específica y que los géneros *Ulva*, *Chaetomorpha* Kützing, *Cladophora* y *Rhizoclonium* Kützing presentan adaptaciones morfológicas, como son los discos de fijación y rizoides, que les permiten resistir la exposición al oleaje, aunado a que son especies capaces de tolerar la desecación y exposición directa a la radiación solar. Esto es relevante, ya que explica la presencia de 50% de las especies de Chlorophyta (Cuadro 1), las cuales pertenecen a estos géneros y se encontraron en las facies rocosas del intermareal expuesto al oleaje.

Las costas centrales de Veracruz se caracterizan por poseer hábitats heterogéneos que dan en conjunto un litoral con una alta riqueza algal (Garduño-Solorzano et al., 2005). Este fenómeno de heterogeneidad de ambientes es muy marcado en Playa Paraíso, puesto que existen diferencias entre la porción NE y SE de dicha localidad. Esto resulta en ambientes constituidos por playas arenosas, rocosas-pedregosas y rocosas-arenosas, zona de plataformas o terrazas horizontales a la costa, pozas de mareas, playa arenosa-pedregosa sujeta a aportes de agua dulce y zona de manglar (Salazar-Vallejo y González, 1990; Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez, 2006). Por lo tanto, esta gran heterogeneidad de ambientes en una sola localidad explica que se observara una mayor riqueza específica en Playa Paraíso (37 especies), comparado con Villa Rica y Playa Muñecos. Además, en esta localidad se presentaron 18 especies que no se encontraron en las demás localidades. Cabe señalar que *Gracilaria apiculata*, *Liagora ceranoides* y *Chaetomorpha antennina* fueron exclusivas de Playa Paraíso y se encontraron al SE, en la playa arenosa-pedregosa con aportes de agua dulce y de forma anual.

La riqueza específica observada, tanto en Villa Rica (22) como en Playa Paraíso (37), es baja en comparación con lo previamente registrado para estos sitios, pues en Playa Villa Rica se han citado 70 especies y en Playa Paraíso 112 (Ramírez-Rodríguez, 1975; Sánchez Rodríguez, 1980; Flores-Davis, 1993; Ortega et al., 2001; Vargas-Hernández

y Ramírez-Rodríguez, 2006; García-López et al., 2017). Esta baja riqueza puede deberse a factores como: a) la frecuencia de los muestreos, que en particular fue baja; b) la estacionalidad, que influye en el desarrollo de algunas especies (Dawes, 1999) y c) la accesibilidad a los sitios de recolecta, que es limitada por el oleaje fuerte y los eventos climáticos como son tormentas tropicales y huracanes (Garduño-Solorzano et al., 2005) y las condiciones sociales que prevalecen en la zona (Iugareños, com. pers.).

Ramírez-Rodríguez (1975) menciona que en Villa Rica durante el mes de septiembre (época de lluvias) existe un decremento importante en la flora algal de la zona. Tal situación se puede contrastar con nuestros hallazgos, ya que durante dicha época se observó una menor riqueza de especies comparado con la de secas (mayo), tanto en Villa Rica como en las demás localidades. Dentro de los cambios importantes en la flora en dicha localidad, se observó que en la época de secas aparecen *Ectocarpus siliculosus*, *Asteronema breviararticulatum* y *Chnoospora minima*, las cuales son especies que alcanzan su máximo desarrollo en marzo-abril (Ramírez-Rodríguez, 1975; Sánchez-Rodríguez, 1980). Con base en nuestros resultados, el desarrollo de dichas especies puede extenderse hasta mayo.

En particular para Playa Muñecos, en los trabajos realizados por González-Reséndiz et al. (2014) y García-López et al. (2017), se han registrado 41 especies. Es importante señalar que la accesibilidad a esta localidad, tanto por las características fisiográficas del sitio como la inseguridad que prevalecen en la zona (Iugareños, com. pers.), representa un reto para el registro de las especies y podría explicar el bajo número de citas sobre la riqueza algal de este sitio, así como de otras localidades del LRNV que poseen las mismas condiciones. No obstante, las especies que se encontraron para este lugar también se encontraron en Playa Paraíso y Playa Villa Rica. Únicamente la especie *Cladophora flexuosa* fue exclusiva de Playa Muñecos.

Las especies *Centroceras gasparrinii*, *Gracilaria apiculata* y *G. flabelliformis* constituyen nuevos registros para el estado de Veracruz. Dicho estado se ha señalado como uno de los litorales de mayor diversidad algal en las costas de México (Pedroche y Senties, 2003). No obstante, el conocimiento de la riqueza algal de Veracruz continúa incrementándose. Ramírez-Rodríguez y Blanco-Pérez publi-

caron en el año 2011 un total de 423 especies para el estado de Veracruz. Con los trabajos de Robinson et al. (2012), Galicia-García et al. (2013) y García-López et al. (2017), se añadieron 24 especies al listado florístico algal del estado. Con la adición de los nuevos registros mencionados en este trabajo, podemos indicar que actualmente la flora algal de Veracruz está constituida por 450 especies. Dicha flora podría incrementarse conforme se atiendan sitios poco estudiados, continúe aumentando el número de ficólogos interesados en el registro de especies y se den nuevos hallazgos de especies (Pedroche y Senties, 2003).

En particular, para Playa Paraíso el listado florístico se incrementa de 112 a 124 especies, en Playa Villa Rica de 70 a 74 y en Playa Muñecos de 41 a 46. Se destaca que *Jania cubensis* y *Liagora ceranoides* han sido registradas en Monte Pío, localidad que corresponde a la Sierra de los Tuxtlas (Sánchez-Rodríguez, 1980). Dado que las estribaciones del Eje Neovolcánico y las de la Sierra de los Tuxtlas comparten el mismo tipo de sustrato (Geissert-Kientz, 1999), la afinidad entre la flora de ambos ambientes rocosos explica que se encontraran estas especies en el litoral del Eje Neovolcánico.

La ficoflora aquí descrita es un importante componente biótico del sistema al que pertenece ya que son productores primarios, conforman sitios de anidación y refugio para otras especies y son fuente potencial para consumo y aprovechamiento humano (Chapman y Chapman, 1980; Lobban y Harrison, 1994; Dawes, 1999; Stengel y Connan, 2015). Por ejemplo, algas de los géneros *Gracilaria* Greville, *Digenea* C. Agardh y *Sargassum* C. Agardh son una fuente potencial de obtención de polisacáridos de importancia económica como el agar, la carragenina y el alginato (Dreckmann y Senties-Granados, 1994; Dreckmann y de Larasassi, 2001; Hernández-Carmona et al., 2012). Además, *Digenea simplex*, *Laurencia obtusa*, *Padina gymnospora*, *Sargassum vulgare*, *Cymopolia barbata* y *Ulva fasciata* poseen metabolitos secundarios con interesantes actividades biológicas, los cuales tienen numerosas aplicaciones en áreas de salud, agronomía y biotecnología (Chapman y Chapman, 1980; Amsler, 2008; Stengel y Connan, 2015).

Conclusiones

De manera general, es posible decir que los litorales rocosos son ambientes únicos en el Golfo de México, cuya fran-

ja influenciada por el Eje Neovolcánico presenta una flora algal tropical con afinidad a las floras adyacentes al estado de Veracruz, tales como las de Tamaulipas, Tabasco y Campeche. La riqueza algal de las localidades muestreadas del LRNV es de 140 especies, lo que representa 31% de la flora regional del estado de Veracruz. El hallazgo de nuevos registros incrementa la flora del estado a 450 macroalgas marinas. Dado que la riqueza específica en estos ambientes continúa aumentando, es importante sumar esfuerzos en el registro de la diversidad algal que alberga esta región, considerando tanto los sitios que han sido estudiados como aquellos sitios poco o nulamente explorados.

Contribución de autores

CLC y JAGA concibieron la idea de la investigación y llevaron a cabo las recolectas. CLC, LEMC y ACMG realizaron las determinaciones de las especies, tomaron fotografías y elaboraron las descripciones de las especies. CLC escribió el manuscrito y editó las imágenes. Todos los autores contribuyeron en el análisis de datos, la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por los recursos asignados para presupuesto operativo del Instituto de Ecología A.C. (INECOL) otorgados a JAGA (proyecto 20030/11408, 2016 y 2017). La beca de doctorado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (300044) y el apoyo de movilidad 2016 del posgrado del Instituto de Ecología A.C., otorgadas a CLC. Los incentivos otorgados por la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA) y el Programa de Estímulos a la Investigación (EDI) a LEMC y ACMG.

Agradecimientos

A José Luis Monribot-Villanueva e Israel Bonilla-Landa por su apoyo en campo. A la estación biológica Centro de Investigaciones Costeras de la Mancha (CICOLMA-INECOL) y a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN) que facilitaron el uso de sus instalaciones. A Mónica Ramírez-Vázquez por facilitar el uso del área de microscopía óptica avanzada del INECOL. A Armando Hernández-López, quien realizó y editó el mapa de los sitios de recolecta. A los grupos de trabajo del La-

boratorio de Química de Productos Naturales del INECOL y del Laboratorio de Ficología de la ENCB-IPN. A los revisores por sus comentarios y sugerencias para mejorar nuestro manuscrito. A Michael J. Wynne y Francis Pedroche por su ayuda para resolver el tipo y estatus taxonómico de *C. flexuosa*.

Literatura citada

- Amsler, C. 2008. Algal Chemical Ecology. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 313 pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74181-7>
- Chapman, V. J. y D. J. Chapman. 1980. Seaweed and their uses. Chapman and Hall. New York, USA. 334 pp.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F., México. 415 pp.
- Dawes, J. C. 1999. Botánica marina. Edit. Limusa. México, D.F., México. 673 pp.
- De la Campa-De Guzmán, S. 1963. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del estado de Veracruz. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras 1: 7-47.
- De la Cruz-Francisco, V., R. E. Orduña-Medrano, J. E. Paredes-Flores, R. I. Vázquez-Estrada, M. González-González y L. Flores-Galicia. 2017. Una aproximación a la florística y faunística de la costa rocosa El Pulpo, Cazones, Veracruz, México. CIMAR Oceánides 32(1): 39-58.
- De Souza-Gestinari, L., S. M. Barreto-Pereira y Yoneshigue-Valentin. 2010. Distribution of *Cladophora* species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. Phytotaxa 14: 22-42. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.14.1.2>
- Dreckmann K. M. y G. de Lara-Isassi. 2001. Historia taxonómica del género *Gracilaria* Greville (Gracilariaceae, Rhodophyta). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 50: 33-48.
- Dreckmann, K. M. y A. Senties-Granados. 1994. El alga *Digenea simplex* (Ceramiales: Rhodomelaceae) en México: variación biogeográfica. Revista de Biología Tropical 42(3): 443-453.
- Dreckmann, K. M. y M. A. Pérez-Hernández. 1994. Macroalgas bentónicas de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Revista de Biología Tropical 42(3): 715-717.
- Flores-Davis, J. G. 1993. Clorofíceas del litoral rocoso de La Mancha, Veracruz. Secretaría de Educación y Cultura, Dirección General de Educación Media Superior y Superior. Xalapa, México. 94 pp.
- Galicia-García, C., N. M. Robinson y Y. Okolodkov. 2013. New records of red algae (Rhodophyta) for Cabezo reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. Acta Botanica Mexicana 102: 39-76. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm102.2013.233>
- Garbary, D. J. 2001. Biogeography of Marine Algae. Encyclopedia of life sciences: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1038/npg.els.0000312>
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5a. ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 90 pp.
- García-López, D. Y., L. E. Mateo-Cid y A. C. Mendoza-González. 2017. Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. Gayana Botanica 74(1): 41-56. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0717-66432017005000104>
- Garduño-Solórzano, G., J. L. Godínez-Ortega y M. M. Ortega. 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Boletín de la Sociedad Botánica México 76: 61-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsoci.1705>
- Geissert, D. y D. Dubroeuq. 1995. Influencia de la geomorfología en la evolución de suelos de dunas costeras en Veracruz, México. Investigaciones Geográficas, núm. especial 3: 37-52.
- Geissert-Kientz, D. 1999. Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz. Investigaciones Geográficas 40: 23-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.59092>
- Godínez-Ortega, J. L., P. Ramírez-García y K. Pedraza-Venegas. 2009. Cambios en la flora béntica de Arrecife Hornos (Veracruz, México). Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 12(2): 59-65.
- González-Gándara, C., M. Cruz-Arellano, C. Domínguez-Barradas, A. Serrano-Solís y A. J. Basáñez-Muñoz. 2007. Macroalgas asociadas a cuatro hábitats del Arrecife de Tuxpan, Veracruz, México. Revista UDO Agrícola 7(1): 252-257.
- González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Candelaria, D. León-Álvarez, E. Serviere-Zaragoza y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (nomenclátor) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México. Univer-

- sidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 492 pp.
- González-Reséndiz, M. L., L. M. García-Sánchez, J. G. Rodríguez-Juárez, J. S. De Gyves-López y H. León-Tejera. 2014. Caracterización de ambientes algales en Playa Muñecos, Veracruz, México. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria* 13(13): 36-42.
- Guiry, M. D. y G. M. Guiry. 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland. Galway, Ireland. <http://www.algaebase.org> (consultado febrero de 2019).
- Gurgel, F. D., S. Fredericq y J. N. Norris. 2004. *Gracilaria apiculata* and *G. flabelliformis* (Gracilariaceae, Rhodophyta): restoring old names for common tropical western Atlantic species, including the recognition of three new subspecies, and a replacement name for "*G. lacinulata*". *Cryptogamie, Algology* 25(4): 367-396.
- Hernández-Carmona, G., Y. E. Rodríguez-Montesinos, D. L. Arvizu-Higuera, R. Reyes-Tisnado, J. I. Murillo-Álvarez y M. Muñoz-Ochoa. 2012. Avances tecnológicos en la producción de alginatos en México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* 13(2): 155-168.
- Littler, D. S. y M. M. Littler. 2000. Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics, Inc. Washington, D.C., USA. 542 pp.
- Lobban, C. C. y P. J. Harrison. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 366 pp.
- Macusi, E. D. y K. H. M. Ashoka-Deepananda. 2013. Factors that structure algal communities in tropical rocky shores: what have we learned? *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(12): 1-13.
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza-González y C. Galicia-García. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* 36: 59-75. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm36.1996.762>
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza-González, A. G. Ávila-Ortiz y S. Díaz-Martínez. 2013. Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Acta Botanica Mexicana* 104: 53-92. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm104.2013.57>
- Mendoza-González, A. C., L. E. Mateo-Cid y D. Y. García-López. 2017. Inventory of benthic marine and estuarine algae and Cyanobacteria for Tabasco, Mexico. *Biota Neotrópica* 17(4): e20170379. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0379>
- Núñez-Reséndiz, M. L., K. M. Dreckmann, A. Sentíes, M. J. Wynne y H. León-Tejera. 2019. Marine red algae (Rhodophyta) of economic use in the algal drifts from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Phytotaxa* 387(3): 219-240. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.387.3.3>
- Ortega, M. M., J. L. Godínez y G. Garduño-Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas del Golfo de México y mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 594 pp.
- Ortiz-Lozano, L. D., P. Arceo-Briseño, A. Granados-Barba, D. Salas-Monreal y M. L. Jiménez-Badillo. 2010. Zona Costera. Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz, Tomo I, Patrimonio Natural. Comisión del estado de Veracruz para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. Veracruz, México. 146 pp.
- Pedroche, F. y A. Sentíes. 2003. Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica* 13(1): 23-32.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar-Rosas, K. M. Dreckmann y R. Aguilar-Rosas. 2005. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México I. Chlorophycota. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma de Baja California, University of California-Berkeley. Mexicali, México. 135 pp.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar-Rosas, K. M. Dreckmann y R. Aguilar-Rosas. 2008. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México II. Phaeophycota. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma de Baja California, University of California-Berkeley. Mexicali, México. 146 pp.
- Quiroz-González, N., D. León-Álvarez y M. G. Rivas-Acuña. 2017. Nuevos registros de algas verdes marinas (Ulvophyceae) para Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 118: 121-138. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm118.2017.120>
- Quiroz-González, N., D. León-Álvarez y M. G. Rivas-Acuña. 2018. Biodiversidad de algas rojas marinas (Rhodophyta) en Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 123: 103-120. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm123.2018.1253>.
- Ramírez-Rodríguez, M. L. A. 1975. Contribución al conocimiento de las algas marinas del litoral rocoso de Villa Rica, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 65 Pp.

- Ramírez-Rodríguez, A. y R. Blanco-Pérez. 2011. Macroalgas bentónicas marinas: conocimiento actual. La Biodiversidad en Veracruz, Estudio de Estado, vol. 2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. Pp. 51-57.
- Robinson, N. M., C. Galicia-García y Y. Okolodkov. 2012. New records of green (Chlorophyta) and brown algae (Phaeophyceae) for Cabezo reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Acta Botanica Mexicana* 101: 11-48. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm101.2012.24>
- Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González. 1990. Ecología costera de la región de la Mancha, Veracruz. *La Ciencia y el Hombre* 6: 101-120.
- Sánchez-Rodríguez, M. E. 1967. Flora marina de Monte Pío, estado de Veracruz, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 14: 9-18.
- Sánchez-Rodríguez, M. E. 1980. Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México, México. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2): 347-350.
- Schneider, C. W., E. N. Cianciola, T. R. Popolizio, D. S. Spagnuolo y C. E. Lane. 2015. A molecular-assisted alpha taxonomic study of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Rhodophyta) in Bermuda reveals two novel species. *Algae* 30(1): 15-33. DOI: <https://doi.org/10.4490/algae.2015.30.1.015>
- Setchell, W. A. 1920. The temperature interval in the geographical distribution of marine algae. *Science* 52(1339): 187-190. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.52.1339.187>
- Stengel, D. B. y S. Connan (eds.). 2015. *Natural Products from Marine Algae, Methods and Protocols*. Springer Protocols Human Press. New York, USA. 435 pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2684-8>
- Taylor, W. R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. University of Michigan Press. Ann Arbor, USA. 870 Pp.
- Vargas-Hernández, J. M. y A. Ramírez-Rodríguez. 2006. Los arrecifes Rocosos. In: Moreno-Casasola, P. (ed.). 2006. *Entornos Veracruzanos: La Costa de la Mancha*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México. Pp. 381-390.
- Vargas-López, V. R. 2004. *Potencial económico de la flora ficológica del litoral del estado de Tamaulipas, México*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 141 pp.
- Vilchis, M. I., K. M. Dreckmann, E. A. García-Trejo, O. E. Hernández y A. Sentíes. 2018. Patrones de distribución de las grandes macroalgas en el Golfo de México y el Caribe mexicano: una contribución a la biología de la conservación. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89(1): 183-192. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2226>
- Won, B. Y., T. O. Cho y S. Fredericq. 2009. Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *Journal of Phycology* 45(1): 227-258. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1529-8817.2008.00620.x>
- Wynne, M. J. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia* 140(1-6): 7-66.