

## El alga *Digenea simplex* (Ceramiales: Rhodomelaceae) en México: variación biogeográfica

Kurt M. Dreckmann y Abel Senties G.

Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México D.F., C.P. 09340, Apdo. Postal 55-535.

(Rec. 10-XII-1993. Acep. 20-V-1994)

**Abstract:** The alga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh has been reported in forty seven Mexican localities. A detailed description of reproductive and morphological features is given here for the first time. Its presence in Bahía Banderas, Nayarit (Pacific of Mexico) is a first record. The lack of sexual structures suggests that Mexican populations are monophasic. The only morphological difference observed in distant populations (Nayarit, Tamaulipas and Quintana Roo) is the size of individual plants (not statistically significant). There is not enough evidence to support taxonomic segregates.

**Key words:** *Digenea simplex*, Rhodomelaceae, reproduction, distribution, Mexico, algae.

El alga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh se distribuye, según la literatura, en toda la costa del Golfo de México, Caribe mexicano, Golfo de California y Archipiélago de las Revillagigedo. Nunca había sido colectada en el litoral continental del Pacífico tropical Mexicano (PTM), a pesar de ser una especie de amplia distribución tropical (Papenfuss 1968).

Las únicas descripciones gráficas (Taylor 1928, Dawson 1963) se limitan al aspecto externo. Linnaeus (1753), en la sección *Cryptogamia Algae* de su *Species Plantarum*, estableció el género *Conferva*, al cual asignó 21 especies. Wulfen (1803) describió *Conferva simplex*, de Trieste, Italia (Loc. Tipo) y Agardh (1822) el género *Digenea*; este último usó como base el epíteto de Wulfen, creando la nueva combinación *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh. No hay, a la fecha, material Tipo disponible (Dawson 1963).

El contenido de agaroides de esta especie ha sido estudiado por Zamora-Tovar (1990) en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, donde es muy abundante. Al compararla con otras dos algas rojas (*Gracilaria tikvahiae* e *Hypnea musciformis*), encontró que *D. simplex* es la productora del agar de mejor calidad. De Lara-Isassi y Ponce (1991) demostraron su importancia farmacológica al detectar una fuerte actividad antibacteriana sobre *Staphylococcus aureus*. En el mismo sentido, Martínez-Lozano (1991) comenta que ésta especie contiene ácido kaínico y sus isómeros ácido alfa-kaínico y ácido lacto-alfa-kaínico, de propiedades anti helmínticas; es eficaz en el tratamiento de *Ascaris* para lo cual ha sido ampliamente utilizada por los países del Mar Mediterráneo, Océano Índico y Mar Rojo desde hace más de mil años. Por otro lado, Senties (1992) comenta que ésta es una especie utilizada como alimento humano, particularmente en Japón.

## MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares fueron recolectados en Principio de Destiladeras (marzo 1991) y Cruz de Huanacastle, Nayarit (marzo de 1991 y septiembre 1992), Punta de Piedra, Laguna Madre, Tamaulipas. (marzo de 1991 y septiembre de 1992) y El Morro de La Mancha, Veracruz (diciembre 1990) (Fig. 5). El material adicional provino de las colecciones de macroalgas de los Herbarios UAT y UAMIZ (acrónimos según Holmgren *et al.* 1990). Material examinado, NAYARIT: UAMIZ-266 (Principio de Destiladeras, Senties, 19.03.91), UAMIZ-267 (Cruz de Huanacastle, Senties, 20.03.91), UAMIZ-265 (Cruz de Huanacastle, Senties, 07.09.92), TAMAUlipas: UAMIZ-274 (Punta de Piedra, Dreckmann/Senties, 12.11.90), UAMIZ-277 (Punta de Piedra, Dreckmann, 12.11.90), UAMIZ-272 (Punta de Piedra, Senties/Dreckmann, 29.06.92), UAMIZ-275 (Los Legales, Zamora Tovar/Rocha Vidal, 23.10.90), UAMIZ-273 (Escollara El Mezquital, Zamora Tovar, 09.10.91), VERACRUZ: UAMIZ-269 (Playa Paraiso La Mancha, Sobrino Figueroa/Senties, 02.85), UAMIZ-270 (Playa Paraiso La Mancha, Senties, 14.03.86), UAMIZ-271 (Playa Paraiso La Mancha, I. Stout, 02.12.90), UAMIZ-268 (Playa Paraiso La Mancha, Senties/Dreckmann, 03.12.90), UAMIZ-268 (Playa Paraiso La Mancha, Senties/Dreckmann, 03.12.90), YUCATAN: UAMIZ-276 (Puerto Progreso, M. Gallegos, 12.11.88), QUINTANA ROO: UAMIZ-280 (Cozumel, M. Gallégo, 25.11.88).

## RESULTADOS

**Caracteres vegetativos:** Talos erectos, arbustivos, de 3.0-25.0 cm de altura. Ramificación simpodial exógena, predominantemente dicotómica (Fig. 1). Ejes uniaxiales, textura cartilaginosa; miden 1.0-1.6 mm en partes basales, 2.0-2.3 mm en porción media y 0.8-1.0 mm abajo de ápices; surgen de un pie adherido al sustrato (Fig. 1e). Ejes sin célula apical y estructura polisifónica bien definidas (caracteres típicos de la familia Rhodomelaceae). Médula compuesta de células poligonales, más grandes en el centro (147.0-194.0  $\mu\text{m}$ ), más chicas hacia la corteza. Corteza formada por filamentos uniseriados de una o dos células; cada una 30.0-34.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, forma esférica a

ovoidal. No hay una zona intermedia definida entre corteza y médula (Fig. 2a). En vista superficial, las células corticales no presentan un arreglo particular.

Ejes cubiertos por pequeñas ramas secundarias, delgadas, dispuestas radialmente (Fig. 1 a-b). Ramas en menor número en las partes basales del talo, 3.0-5.0(12.0) mm de largo. Tricoblastos decíduos, subapicales, hasta 500.0  $\mu\text{m}$  de largo y 16.0-16.6  $\mu\text{m}$  en diámetro en las porciones medias (Fig. 3). Ramitas, en sección transversal, con 6-8(11) células pericentrales y una delgada capa cortical de una célula de grosor; relación de dos corticales por cada pericentral. En vista superficial, éstas presentan un claro arreglo en hileras longitudinales (Fig. 2d). Kylin (1956) describe un mínimo de seis y un máximo de ocho pericentrales en las ramitas laterales. Taylor (1945) explicó que las descripciones genéricas de Engler-Prantl (1897) establecen que el número máximo es de ocho; material examinado por él, proveniente de Isla Socorro (Archipiélago de las Revillagigedo, Colima, México), muestra de nueve a diez. Dawson (1963) confirma lo anterior para el material del Golfo de California. Nosotros encontramos once pericentrales en los ejemplares colectados en Nayarit, Tamaulipas y Veracruz.

**Caracteres reproductivos:** Tetrasporangios dispuestos en espiral, en estiquidios, localizados en ramificaciones de segundo y tercer orden, frecuentemente apicales (Fig. 4a-b). Ramas secundarias ramificadas, al originarse los estiquidios, irregularmente (Figs. 3e y 4a). Estiquidios de 315.0-780.0  $\mu\text{m}$  de largo por 170.0-197.0  $\mu\text{m}$ . Tetradas esféricas y, maduras, entre 53.0 y 74.0  $\mu\text{m}$  (Fig. 4c); el desarrollo de los tetrasporangios es basífugo (Fig. 4d). La estacionalidad tetrasporangial se puede apreciar en la Figura 5.

Aunque Taylor (1945) y Dawson (1963) establecen que los espermatangios se localizan en pequeños discos ovoides agrupados en las puntas de ramitas (secundarias) fértiles y que los cistocarpos son ovoidales, terminales, o laterales en las ramitas secundarias, nosotros no hemos observado estructuras sexuales en el material del trópico mexicano, ni encontrado algún registro en la literatura.

Con frecuencia, la fase tetrasporofítica de las algas rojas es considerada como parte del ciclo sexual, por ser el lugar donde ocurre la

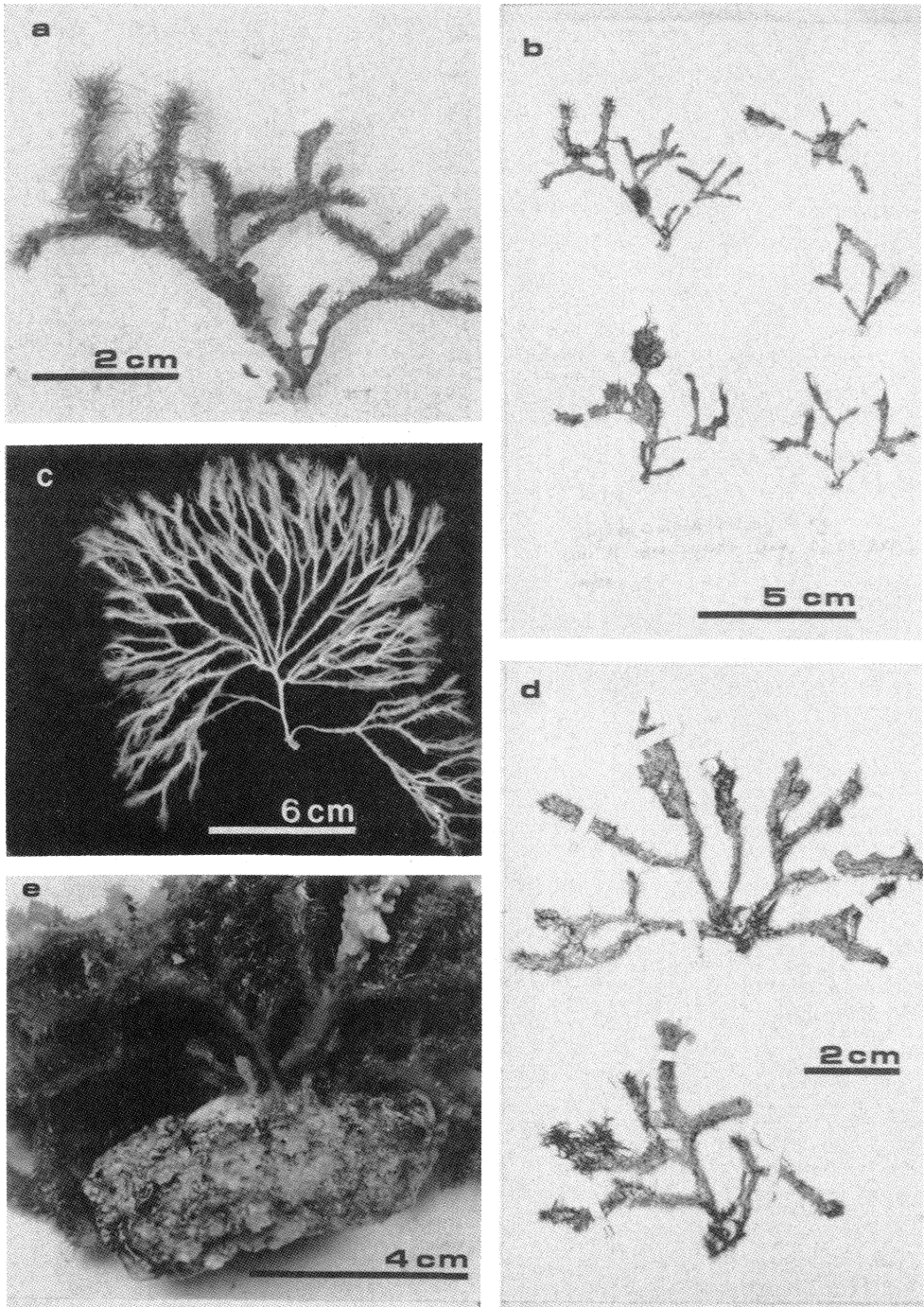


Fig. 1. *Digenea simplex*.

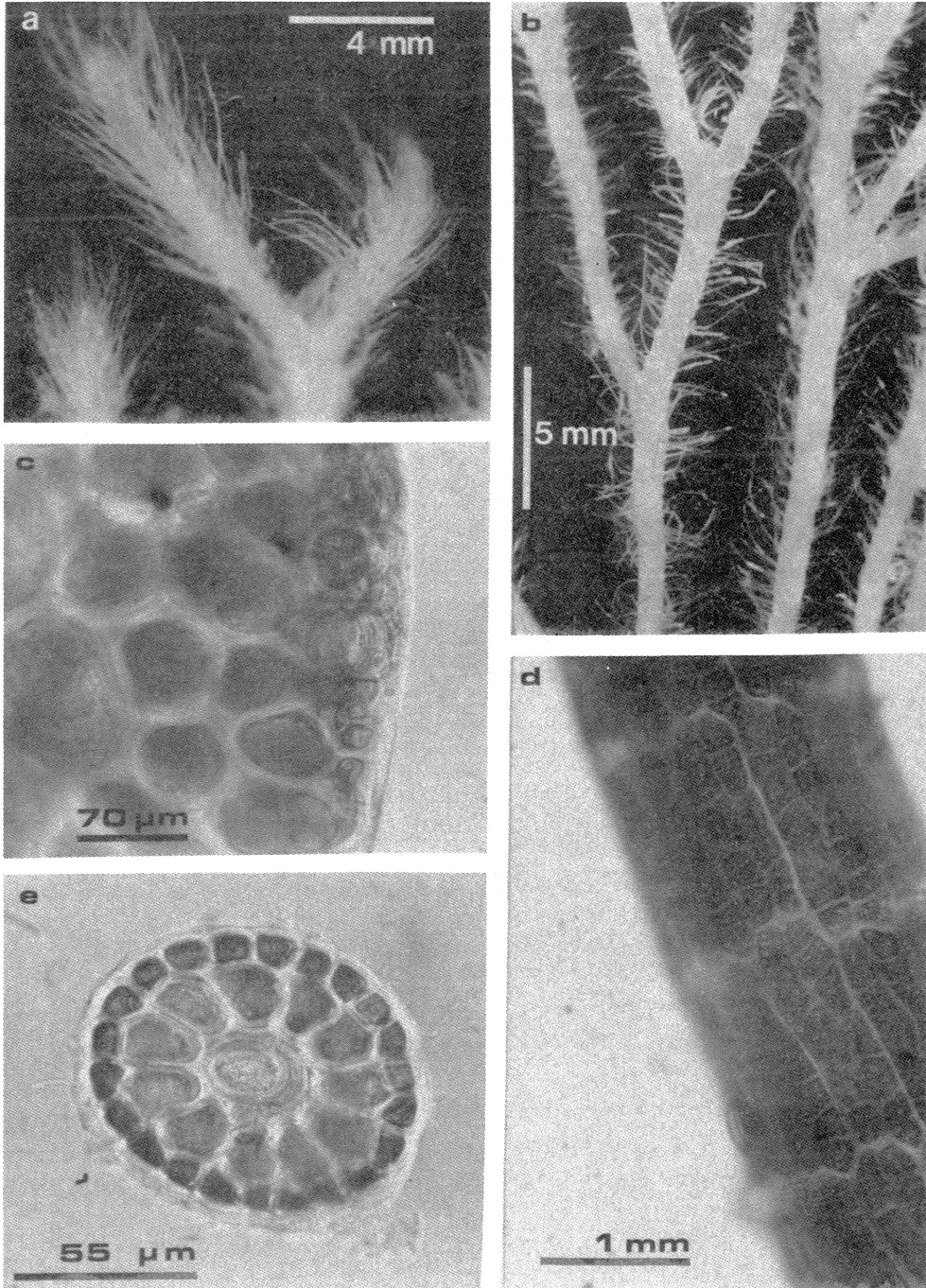


Fig. 2. *Digenea simplex*.

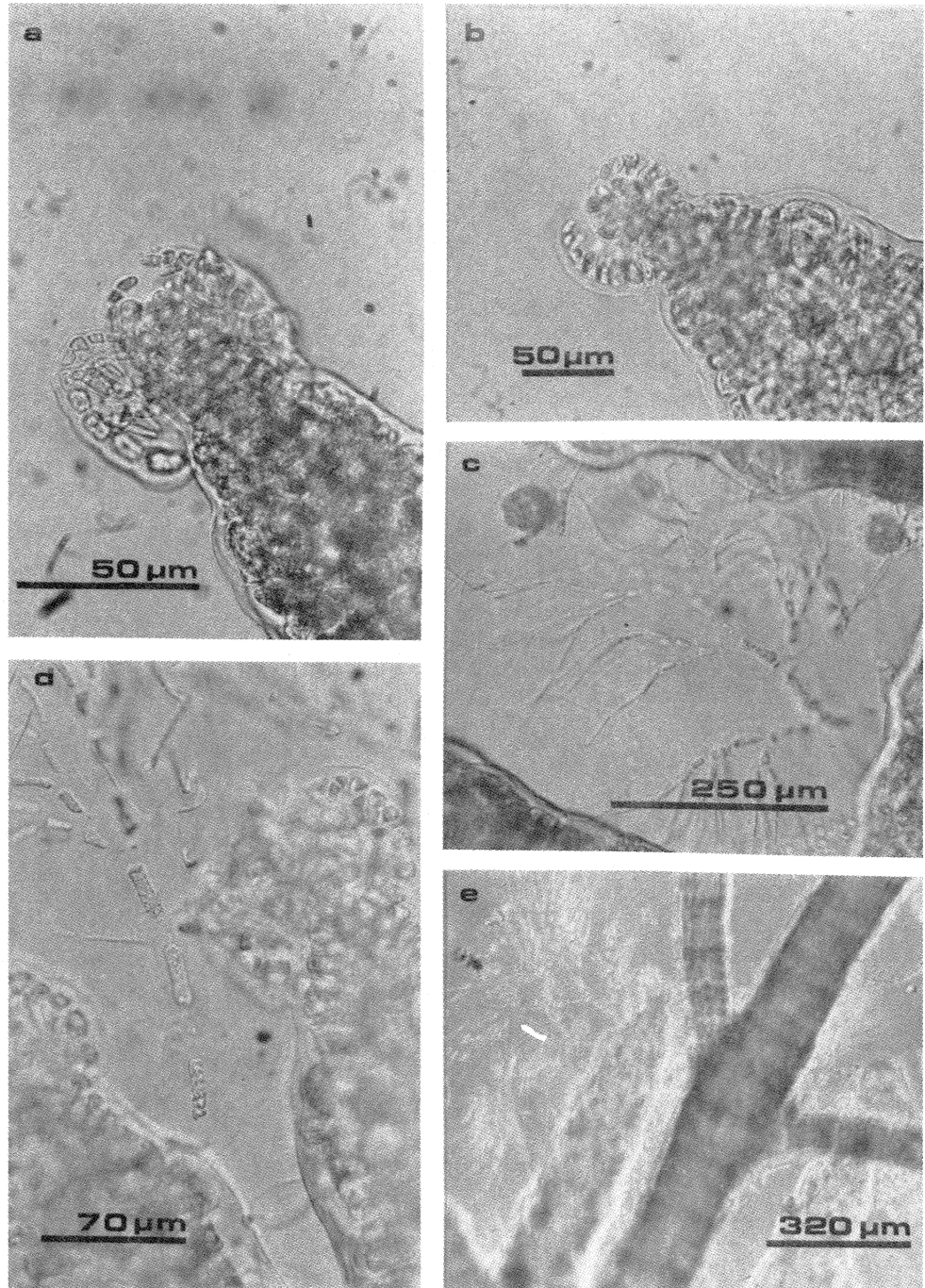


Fig. 3. *Digenea simplex*.

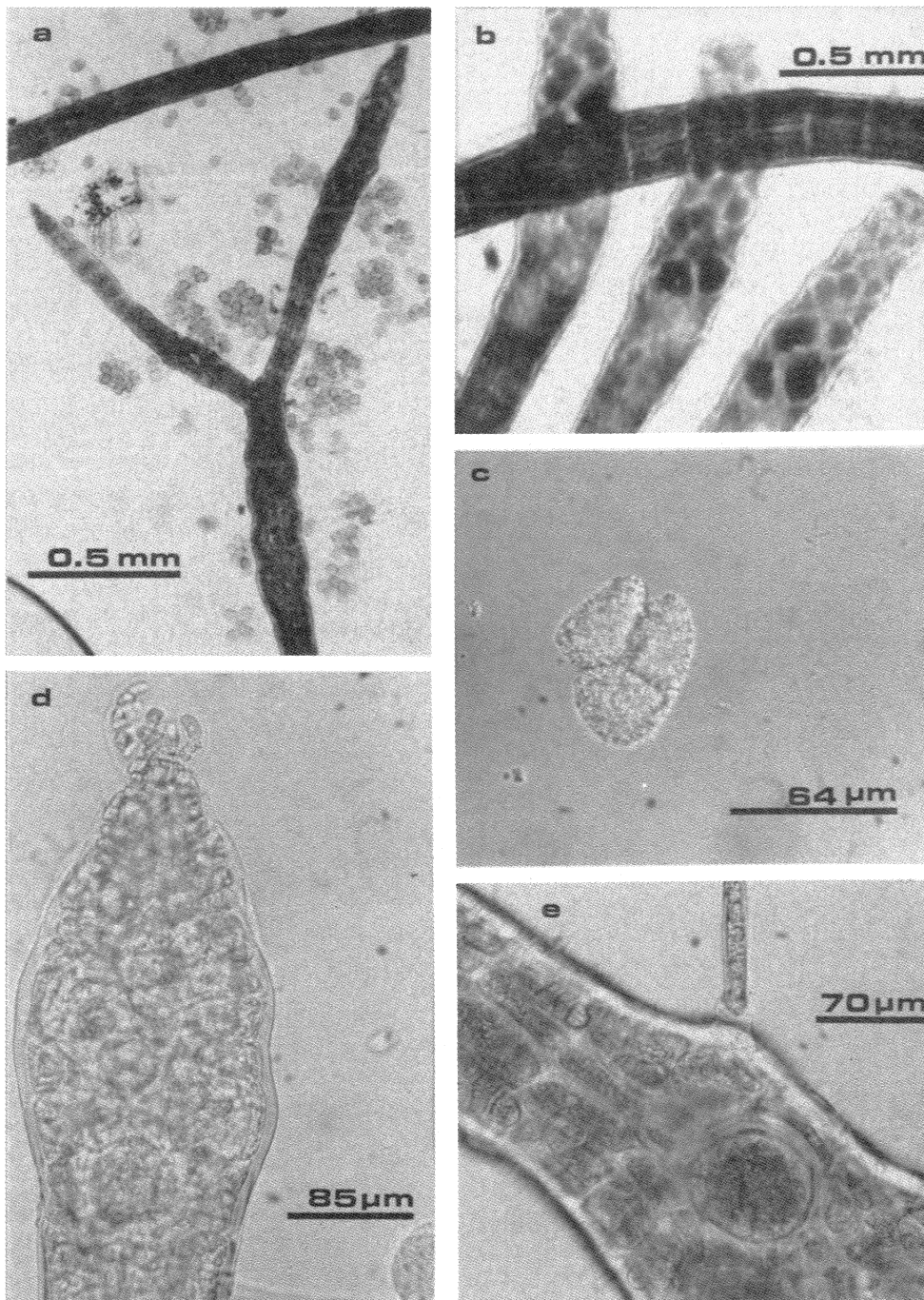


Fig. 4. *Digenea simplex*.

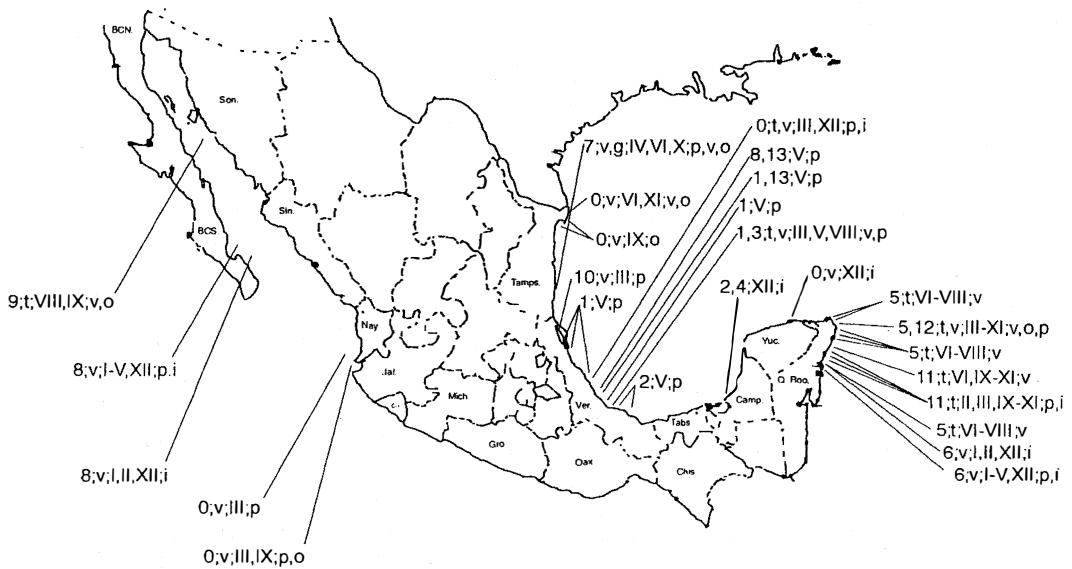


Fig. 5. Referencias: 0. este estudio, 1. Huerta 1960, 2. Huerta y Garza 1964, 3. Sánchez 1965, 4. Huerta y Garza 1966, 5. Garza 1976, 6. Huerta y Garza 1980, 7. Garza et al. 1984, 8. Huerta y Mendoza-González 1985, 9. Mendoza-González y Mateo-Cid 1986, 10. Sobrino-Figueroa y Senties 1986, 11. Mateo-Cid y Mendoza-González 1991, 12. Mendoza-González y Mateo-Cid 1992, 13. Mendoza-González y Mateo-Cid 1985, Estado de Reproductivo: t. tetrasporofito, g. gametofito, v. vegetativo. Meses y épocas de distribución anual: I a XII. enero a diciembre, p. primera, v. verano, o. otoño, i. invierno. BCN. Baja California Norte, BCS. Baja California Sur, Son. Sonora, Sin. Sinaloa, Nay. Nayarit, Jal. Jalisco, Col. Colima, Mich. Michoacán, Gro. Guerrero, Oax. Oaxaca, Chis. Chiapas, Tamps. Tamaulipas, Ver. Veracruz, Tab. Tabasco, Camp. Campeche, Yuc. Yucatán, Q. Roo. Quintana Roo.

meiosis (Bold y Wynne 1985). Sin embargo, Guiry (1978, 1990) ha sido enfático en que lo anterior no es concluyente, dada la presencia de meiotetrasporangios y mitotetrasporangios (idénticos morfológicamente) en diferentes especies de rodofitas.

Como se aprecia en la Fig. 5, el único registro de gametofitos en México es el de Garza *et al.* (1984) para Ciudad Madero, Tamps. en los meses de abril de 1978 y junio de 1979. En el rubro "Material y Método" (Garza *et al.* 1984:104) escriben: "Los ejemplares... se encuentran depositados en el herbario de Ficología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León", no se anexa (a cada especie ahí enlistada) un número de herbario que permita su localización y posterior revisión. Por lo tanto, la presencia de gametofitos en México es considerada, hasta ahora, dudosa.

**Habitat:** Las poblaciones de *D. simplex* son perennes (Sánchez 1965) y viven permanentemente sumergidas (inframareales, 30.0 cm-20.0

m de profundidad), en ambientes protegidos del oleaje, casi sin movimiento del agua. Se encuentra con frecuencia en lagunas costeras o bahías cerradas. Soportan desde aguas con grandes cantidades de sedimento en suspensión (transparencia mínima o máxima turbidez) como las poblaciones de Laguna Madre, Tamps., a aguas limpias y relativamente transparentes como aquellas de Principio de Destiladeras y La Cruz de Huanacastle en Nayarit. Esto también ha sido observado por Littler *et al.* (1989) en poblaciones del mar Caribe. Igualmente, se trata de una especie eurihalina dada su presencia en lagunas hipersalinas, como Laguna Madre, Tamps., Islas Mujeres y Cozumel, Q. Roo, lagunas de salinidad anual altamente variable, como Tamiahua, Ver. (0-38 ppm. Sobrino-Figueroa y Senties 1986) o salinidades marinas normales como en Principio de Destiladeras, Nay. (Dreckmann y Senties, datos no publicados) y Morro de La Mancha, Ver. Los talos crecen sobre sustrato duro (roca, moluscos, formaciones arrecifales) rodeado o no por arena, dando lugar a manchones o tapetes de exten-

sión considerable (2.0-3.0 m<sup>2</sup>), especialmente en ambientes mixohalinos como los mencionados. Es importante comentar que esta especie presenta la flora epífita más diversa de todas las macroalgas tropicales, mexicanas, conocidas por estos autores. La distribución conocida de *D. simplex* en México puede verse en la Fig. 5.

Fuera de México, ha sido registrada en Aruba, Belize, Bonaire, Costa Rica, Curacao, Florida, Texas, Bahamas, Bermuda, Cuba, Haití, Granada, Islas Caimán, Islas Vírgenes, Jamaica, República Dominicana, Panamá, Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Antillas Menores, Antillas Holandesas, Honduras, Nicaragua, Venezuela y Brasil en el Atlántico (Taylor 1960, Dawson 1962, Suárez 1973, Wynne 1986, Litterer *et al.* 1989). En el Pacífico, ha sido registrada en Costa Rica (Taylor 1945). En lo que respecta a áreas lejanas a nuestro país, ha sido registrada en Japon, Océano Indico, Australia (Kylin 1956), Filipinas (Silva *et al.* 1987) y Mar Rojo (Papenfuss 1968).

#### DISCUSION

Tanto los caracteres vegetativos como los reproductivos del material estudiado, se ajustan a la descripción original de Agardh (1822) confirmada por Dawson (1963). No se encontraron diferencias taxonómicamente significativas entre las poblaciones de Tamaulipas y de Nayarit, aunque podrían existir en estructuras sexuales como carpogonio, o espermatangio, no detectadas en México.

Hay una marcada tendencia al estado vegetativo en primavera e invierno (diciembre a mayo); la fase tetrasporofítica, a su vez, se desplaza hacia los meses de verano y otoño (Fig. 5). Mientras en el Pacífico Templado los tetrasporofitos abundan en la segunda mitad del año, en el Golfo de México y Caribe Mexicano éstos se presentan más cercanos al verano (abril a agosto). Las poblaciones vegetativas son más comunes en el Pacífico templado y por arriba de los 22 grados de latitud norte en el Golfo de México (Fig. 5).

Sobre la distribución anual (Fig. 5) resaltan varias cosas: la especie se presenta a) durante casi todo el año alrededor de la península de Yucatán; b) la primera mitad del año (febrero a agosto) frente a Veracruz; c) de diciembre a mayo en el Pacífico templado (incluyendo Nayarit); d) de junio a diciembre en Tamaulipas y

e) no se encuentra en el Pacífico tropical mexicano.

Resulta evidente la marcada tendencia hacia una estacionalidad reproductiva conforme las poblaciones se alejan del Caribe (Fig. 5).

Podemos considerar varios elementos para intentar explicar tal distribución: (1) Los centros de dispersión, de acuerdo a los conceptos y tendencias contemporáneos (Wiley 1981, Cox & Moore 1985, Llorente & Espinoza 1991, Espinoza & Llorente 1991, Bueno & Llorente 1991), pueden ser definidos, a grandes rasgos, como aquellas áreas en las que, actualmente, se localiza un taxón muy diverso y donde se sobrepone los intervalos reproductivos de especies de diferentes grupos. (2) Hommersand (1986) ha sugerido que el centro de dispersión de la tribu Polysiphonieae (Rhodomelaceae) podría haber sido, junto a la mayoría de las Familias del Orden Ceramiales, los restos actuales el antiguo mar circunecuatorial de Tethis (Mediterráneo, Caribe). La tribu Polysiphonieae comprende géneros tan conocidos en el Atlántico tropical mexicano, además de *Digenea*, como *Bryocladia* Schmitz, *Bryothamnion* Kützing, *Herposiphonia* Naegeli y *Polysiphonia* Greville (Hommersand 1963). Una de las zonas en donde el Orden Ceramiales es más diverso corresponde el Atlántico tropical (Taylor 1960 y Wynne 1986). (3) La conexión entre Atlántico y Pacífico se cerró aproximadamente en el plioceno medio-tardío, tanto en el istmo de Panamá (Papenfuss 1971, Hoek 1975) como en el Portal del Balsas (Kellum 1944). Es decir, las poblaciones de *D. simplex* de ambos océanos, han estado separadas por alrededor de tres millones de años. Tiempo más que suficiente, teóricamente, para la formación de nuevas especies (el género *Digenea* es monotípico). (4) Resulta lógico suponer, entonces, que cerca del centro de dispersión, la mayoría de las especies pertenecientes a diferentes grupos se reproducían siguiendo el ciclo vital normal, en este caso el trifásico (tetrasporofito, gametofito, carposporofito) (Cox & Moore 1985); y que, a medida que estas se alejan de él, éste se va adaptando a las condiciones medioambientales dominantes (ver Grant 1989).

Así, aunque *D. simplex* pudiera haber tenido un centro de dispersión en el mar de Tethis, dada la abundancia de poblaciones trifásicas en los alrededores del actual Mar Caribe, la ausencia de reproducción sexual en las poblaciones



templadas, la reproducción vegetativa en las poblaciones de aguas frías y la alta diversidad de los grupos relacionados en el área del Caribe, la ausencia de registro fósil en cualquier grupo algal carente de partes duras, como es el caso de la mayoría de las algas rojas (la única excepción es el Orden Corallinales), mantiene el tema de la biogeografía histórica de muchos grupos algales en un terreno altamente especulativo.

La ausencia de la especie en el Pacífico tropical Mexicano, puede deberse a las características del mismo. Esta región geográfica esta demostrando no ser tan tropical ni diversa en sus elementos, como la teoría de hace veinte años pronosticaba. Tal parece que dicha región constituye una zona de transición florística (Dreckmann *et al.* 1990), dando lugar a un "mosaico ficoflorístico" en el que se sobreponen elementos templados y tropicales. Las razones de lo anterior, aún estan lejos de ser explicadas y, en consecuencia, escapan a los límites del presente estudio.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Carlos Zamora-Tovar (IEA, UAT) por facilitarnos ejemplares del Herbario a su cargo y por su apoyo mientras estuvimos recolectando en Laguna Madre, a Margarita Gallegos (UAM-I) por haber recolectado *D. simplex* en el Caribe mexicano; y muy especialmente, a dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios al manuscrito original.

#### RESUMEN

El alga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh ha sido informada de cuarenta y siete localidades litorales mexicanas; ésta es la primera vez que se presenta una descripción detallada de los caracteres vegetativos y reproductivos. Por primera vez se le informa en Bahía Banderas, Nayarit, (Pacífico tropical mexicano). La ausencia de estructuras sexuales sugiere que la especie, en las costas mexicanas, es monofásica. La única diferencia observada entre poblaciones distantes (Nayarit, Tamaulipas y Quintana Roo) es en la altura de los talos; por lo que no hay elementos suficientes que apoyen una segregación taxonómica.

#### REFERENCIAS

- Agardh, C. 1822. *Species Algarum*. Lund 1:169-531.
- Bueno, H., A. & B., J. Llorente. 1991. El centro de origen en la Biogeografía: Historia de un concepto, p. 1-33. *In* J. Llorente (ed.). *Historia de la Biogeografía: Centros de Origen y Vicarianza*. Facultad de Ciencias UNAM, México D.F.
- Cox, C.B. & P.D. Moore. 1985. *Biogeography. An ecological and evolutionary approach*. Fourth Ed. Blackwell Scientific, Londres. 244p.
- Dawson, E.Y. 1962. Additions to the marine flora of Costa Rica and Nicaragua. *Pac. Nat.* 3:375-395.
- Dawson, E.Y. 1963. Marine Red Algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6:401-481.
- De Lara-Isassi, G. & E. Ponce. 1991. Detección de la actividad antibacteriana de algunas algas de Playa Paraíso, Veracruz, México. *Biotam* 3:20-26.
- Dreckmann, K.M., F.F. Pedroche & G., A. Senties. 1990. Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. *Bol. Soc. Bot. México* 50:19-42.
- Engler, A. & K. Prantl. 1897. *Die Natuerligen Pflanzenfamilien*, Teil I, Abt 2, Leipzig. 450p.
- Espinoza, O., D.N. & J. Llorente. 1991. Biogeografía de la vicarianza: Historia e introducción a los fundamentos y métodos, p. 37-96. *In* J. Llorente (ed.). *Historia de la Biogeografía: Centros de Origen y Vicarianza*. Facultad de Ciencias UNAM, México D.F.
- Garza, A. 1976. Primeras consideraciones referentes a la flora marina del sureste de la república mexicana. *Memorias I Reunión Latinoamericana Ciencias Tecnología Oceanografía (México)*, México D.F. 239 p.
- Garza, A., S. Martínez-Lozano & M.A. Escalante. 1984. Contribución al conocimiento de las algas marinas bentónicas de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. *Phycologia Latino-americana* 2:103-125.
- Grant, V. 1989. *Especiación Vegetal*. Limusa, México, D.F. 587 p.
- Guiry, M.D. 1978. The importance of sporangia in the classification of the Florideophycidae, p. 111-144. *In* D.E.G. Irvine and J.H. Price (eds.). *Modern Approaches to the Taxonomy of Red Algae*. Systematic Association Vol. 10, Academic, Londres.
- Guiry, M.D. 1990. Sporangia and spores, p. 347-376. *In* K.M. Cole and R.G. Sheath (eds.). *Biology of the Red Algae*. Cambridge University, Cambridge.
- Holmgren, P.K., N.H. Holmgren & L.C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum*. Part I The Herbaria of the World. *Regnum Vegetabile* Vol. 120. Nueva York. 693 p.

- Hommersand, M.H. 1963. The morphology and classification of some Rhodomelaceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 35:165-366.
- Hommersand, M.H. 1986. The biogeography of the South African marine red algae. Bot. Mar. 29:257-270.
- Huerta, M.L. 1960. Lista preliminar de las algas marinas del litoral del estado de Veracruz. Bol. Soc. Bot. Méx. 25:39-45.
- Huerta, M.L. & A. Garza. 1964. Algas marinas de la Barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. An. Escuela Nac. Ciencias Biol. México 13:5-26.
- Huerta, M.L. & A. Garza. 1966. Algas marinas del litoral de estado de Campeche. Ciencia, Méx. 24:193-200.
- Huerta, M.L. & A. Garza. 1975. Contribución al conocimiento de la flora marina de las Islas Socorro y San Benedito del Archipiélago Revillagigedo, Colima, Méx. Bol. Infor. Inst. Bot. Univ. Guadalajara, Jalisco, México 2:4-16.
- Huerta, M.L. & A. Garza. 1980. Contribución al conocimiento de la flora marina de la zona sur del litoral de Quintana Roo, México. An. Escuela Nac. Ciencias Biol. México 23:25-44.
- Huerta, M.L. & A.C. Mendoza-González. 1985. Algas marinas de la parte sur de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Phytologia 59:35-57.
- Huerta, M. L., A.C. Mendoza-González & L.E. Mateo-Cid. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. Phytologia 62:23-53.
- Humm, H.J. & H.H. Hildebrand. 1962. Marine algae from the Gulf coast of Texas and Mexico. Bull. Mar. Sci. 8:227-268.
- Kellum, K.B. 1944. Geologic history of northern Mexico and its bearing on petroleum exploration. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 28:301-325.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. Gleerups Foerlang, Lund. 673 p.
- Linnaeus, C. 1753. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus secundum systema sexuale digestas. Ed. 1. Stockholm 2, p. 1131-1170.
- Littler, D.S., M.M. Littler, K.E. Bucher & J.N. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution. Washington D.C. 263 p.
- Llorente, B., J. & O., D. Espinoza. 1991. Síntesis de las controversias en la Biogeografía histórica contemporánea. Ciencia Mex. 42:295-312
- Martínez-Lozano, S. 1991. Algas marinas de aplicación farmacéutica I. Publicaciones Biológicas -Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León- 5:81-88.
- Martínez-Lozano, S. & L. Villareal-Rivera. 1991. Algas marinas de San Fernando, Tamaulipas, México. Publicaciones Biológicas -Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León- 5:9-12.
- Martínez-Lozano, S. & J.M. López-Bautista 1991. Algas marinas bénticas de Soto La Marina, Tamaulipas, México. Publicaciones Biológicas - Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 5:13-22.
- Mateo-Cid, L.E. & Mendoza-González, A.C. 1991. Algas marinas bénticas de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana 16:57-87.
- Mendoza-González, A.C. & L.E. Mateo-Cid. 1985. Contribución al conocimiento de la flora marina bentónica de las Islas Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz, México. Phytologia 59:9-16.
- Mendoza-González, A.C. & L.E. Mateo-Cid. 1986. Flora marina bentónica de la costa noroeste del Estado de Sonora. Phytologia 60:414-427.
- Mendoza-González, A.C. & L.E. Mateo-Cid. 1992. Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana 19:37-61.
- Papenfuss, G.F. 1968. A history, catalogue, and bibliography of Red Sea benthic algae. Israel J. Bot. 17:1-118.
- Papenfuss, G.F. 1971. On the geographical distribution of some tropical marine algae. Proc. Seventh International Seaweed Symposium, University of Tokio, Tokio. p. 45-51
- Rocha, V. & D.A. Siqueiros. 1991. El Herbario Ficológico de la U.A.B.C.S.: Elenco florístico de macroalgas para Balandra en la bahía de La Paz, B.C.S. México. Revista Investigación Científica 2:13-34.
- Sánchez, M. E. 1965. Flora marina de Monte Pío, Edo. de Veracruz, México. An. Escuela Nac. Ciencias Biol., México, 14:9-18.
- Sánchez, M. E. 1980. Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México, México. Bolm. Inst. oceanogr., S. Paulo, 29:347-350.
- Sentíes, G.A. 1992. La agarofita *Digenea simplex*. Cema-náhuac 23: 26.
- Silva, P.C., E.G. Meñez & R.L. Moe. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. Smiths. Contr. Marine Sc. 27 :1-179.
- Sobrino-Figueroa, A.S. & Sentíes, G.A. 1986. Macroalgas de la zona norte y sur de Tamiahua, p. 22-24, octubre. II Reunión Alejandro Villalobos "Biología de la Laguna de Tamiahua". Fac. Ciencias, UNAM. México, D.F.

- Suárez, A.M. 1973. Catálogo de algas cubanas. Ciencias, Investigaciones Marinas, Serie 8, No. 2:1-107.
- Taylor W.R. 1928. The marine algae of Florida with special reference to The Dry Tortugas. Carnegie Inst. Washington, Papers Tortugas Lab. 25:1-219.
- Taylor, W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expedition to the Galapagos Islands. The University of Southern California Publications, Allan Hancock Pacific Expeditions 12:1-528.
- Taylor, W.R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. University of Michigan, Ann Arbor. 870 p.
- Wiley, E.O. 1981. Phylogenetic. The theory and practice of Phylogenetics Systematics. Wiley Nueva York. 439 p.
- Wulfen, F.X. 1803. Cryptogamia aquatica. Arch. Bot. (Roemer) 3:1-64.
- Wynne, M.J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Can. J. Bot. 64:2239-2281.
- Zamora-Tovar, C. 1990. Algas de importancia económica en Tamaulipas I. Caracterización y propiedades del ficocoloide obtenido de tres Rhodophytas. Biotam 2:33-44.