



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE BIOTECNOLOGIAS**

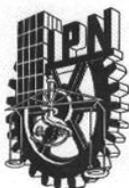
**TAXONOMÍA Y DINÁMICA POBLACIONAL DEL COMPLEJO SINICOLA
(FUCALES: PHAEOPHYTA) PARA EL SUROESTE DEL GOLFO DE
CALIFORNIA.**

**TESIS,
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

Presenta:

M. en C. Litzia Paul Chávez

La Paz, B.C.S. Agosto del 2005.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 10 del mes de Mayo- del 2005 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"TAXONOMÍA Y DINÁMICA POBLACIONAL DEL COMPLEJO SINICOLA (FUCALES: PHAEOPHYTA) PARA EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA"

Presentada por el alumno:

PAUL
Apellido paterno

CHÁVEZ
materno

LITZIA
nombre(s)

Con registro:

A	0	1	0	1	2	3
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. GUSTAVO HERNÁNDEZ CARMONA

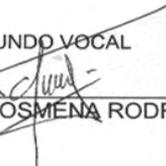
PRESIDENTE


DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

SECRETARIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE

SEGUNDO VOCAL


DR. RAFAEL RIOSMENA RODRÍGUEZ

TERCER VOCAL


DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



L. F.
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 20 del mes Mayo del año 2005, el (la) que suscribe LITZIA PAUL CHÁVEZ alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS con número de registro A010123 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo al dirección de: DR. GUSTAVO HERNÁNDEZ CARMONA y cede los derechos del trabajo titulado: "TAXONOMÍA Y DINÁMICA POBLACIONAL DEL COMPLEJO SINICOLA (FUCALES: PHAEOPHYTA) PARA EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: lchavez@uabcs.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

LITZIA PAUL CHÁVEZ

nombre y firma

DEDICATORIA

Se la dedico con **amor y reconocimiento**, a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la cristalización de este sueño, especialmente a mi familia del cielo,

Nayeli, Rosas, Consuelito y

Popy

Y mi mamá, por amor y ayuda a lo largo de toda mi vida.

Gracias por aceptar caminar juntos el camino sin retorno. Sin ustedes no habría felicidad completa. Comprometida por siempre con ustedes y para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el comité revisor: Dr. Francisco Arreguín Sánchez, Dr. Rafael Cervantes Duarte, Dr. Rafael Riosmena Rodríguez, Dr. Gustavo Hernández Carmona y a la Dra. Elisa Sirviere Zaragoza su tiempo y comentarios al documento.

Gracias a las becas otorgadas por: CONACYT y PIFI, sin ellas no habría la posibilidad de estudiar un postgrado.

Gracias a CICIMAR-IPN y a la UABCS por el apoyo logístico a lo largo del desarrollo de todo el programa, así como a su personal de apoyo.

Quiero mostrar mi agradecimiento al Dr. Gustavo Hernández Carmona, por darme la oportunidad de trabajar con el, por ser mi director de tesis, y por todo el apoyo recibido. Espero que sea el inicio de una historia que continúe.

Gracias, al Dr. Rafael Cervantes Duarte, por su amable atención, apoyo y preocupación, durante el periodo de sabático del Dr. Gustavo Hernández Carmona.

Gracias al Dr. Francisco Arreguín Sánchez, por todo el apoyo para el capítulo de Dinámica, mi gran reconocimiento, es un ejemplo a seguir.

Gracias, a los herbarios que amablemente me facilitaron material en préstamo al Herbario Ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Mi eterna gratitud, reconocimiento, apoyo y amistad a mi maestro, guía espiritual y gran amigo, Rafael Riosmena Rodríguez, por compartir un sueño con confianza, actitud y compromiso, lo que me dio la oportunidad de convertir el sueño en una bella realidad, a pesar de verse tan lejano y poco augurado. Gracias por confiar en mi siempre, por su visión clarividente y por permitirme convivir casi 16 años con su bello ser, mi respeto y amistad incondicional.

Gracias a todos los miembros del programa de Botánica Marina (Rafa, Mary, Consuelito, Karla, Rosas, Rey, Román, Paola, Gaby, Jazmín, Gloria, Fabiola, Víctor, Karina, Paco, Juan Manuel, Gustavo, Consuelo, Mario, Marina, Marco, Rosy, Nayeli, Lulú, Coco y Lucia) especialmente a los que me ayudaron con y sin obligación durante el desarrollo del trabajo de tesis.

Gracias a todos los buzos (Dr. Gustavo, Marco, Mary, Ricardo y Karla) que apoyaron durante los dos años de muestreo, les debo una.

Un agradecimiento especial a mi bella y amada hija Consuelito, por su ayuda en la medida de las estructuras, así como a mi bello y amado Rosas por todo el apoyo en todo el proceso de edición, fotografía, histología y estadística (el orden es solo por equidad de género). A los dos también gracias por su apoyo multifuncional, son los mejores ayudantes que se puede tener, pero cuidado hay quien viene empujando duro (Gracias Gaby).

Gracias, a mi familia materna por todo el amor y apoyo otorgado durante toda mi carrera y vida, en particular a mi madre y abuela por ayudarme con mi hija para poder estudiar y trabajar. Gracias a todos por creer en mí. Los amo y respeto.

Gracias, a mis ángeles guardianes (Edgar Francisco Rosas Alquicira y Perla Nayeli Wright Paul) por aguantar tenazmente la carrera de resistencia con obstáculos, curando con amor y comprensión los raspones y a veces heridas profundas cuando el salto de un obstáculo se falló. También por las porras acompañadas de un beso o un abrazo que decían confió en ti, sigue adelante. Especialmente al pequeño “**Mostrito**” que desde antes que naciera ya estaba apoyando. Los amo. Espero que dios nos permita estar juntos hasta el final del camino y más haya.

Gracias a Dios por prestarme la vida con el equipo necesario para gozarla en plenitud.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE.....	iv
GLOSARIO.....	v
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. Introducción general.....	1
II. CAPÍTULO I. Reevaluación taxonómica del género <i>Sargassum</i> C. Agardh 1820 (Fucales: Phaeophyta) en el suroeste del Golfo de California.....	7
III. CAPÍTULO II. Evaluación de la variabilidad intrapoblacional de <i>Sargassum horridum</i> en el Suroeste del Golfo de California: influencia en la taxonomía y la dinámica poblacional.....	111
IV. CAPÍTULO III. Dinámica Poblacional de <i>Sargassum horridum</i> Setchell y Gardner 1925 (Fucales: Phaeophyta) para el suroeste del Golfo de California...	133
V. Conclusiones generales.....	168
VI. Recomendaciones.....	169
VII. Sugerencias para trabajos futuros	171
VIII. Literatura citada.....	172

GLOSARIO

Anatomía: Apariencia interna en general de un individuo.

Anteridio: Estructura reproductiva que produce gametos masculinos (espermátides), presentando uno o dos flagelos (sinónimo de espermatangio).

Ápice: Parte superior del talo, sinónimo de región apical.

Carácter: Atributo anatómico o morfológico que delimita a un grupo taxonómico.

Ciclo de vida: Parte de la historia de vida de la especie, donde se lleva la reproducción continua de células gaméticas y esporicas.

Colección científica: Conjunto de ejemplares que se encuentran físicamente en un recinto para su conservación en buen estado y accesibles a quien los requiera para una investigación o examinación.

Colección en seco: En Botánica, colección integrada por especímenes herborizados que forman parte de un conjunto de ejemplares que pertenecen a un herbario.

Colección en húmedo: En Botánica, colección integrada por especímenes que se encuentran en frascos adecuados e inmersos en una solución conservadora de formaldehído y agua de mar al 4% durante el período de fijación y posteriormente en una solución de alcohol etílico y agua de mar al 10% .

Cotipo: Se utiliza para nombrar cada espécimen de una serie de tipos en ausencia de un holotipo designado.

Curador: Responsable de una colección, encargado de la certificación de las especies incorporadas a la colección del mismo.

Dioico: Se refiere a aquellos organismos en donde las estructuras reproductivas femeninas y masculinas surgen de individuos distintos.

Esporofito: Fase diploide del ciclo de vida, que genera esporas o meioesporas germinando en un esporofito o en un gametofito, respectivamente.

Esporangio: Estructura reproductora que contiene a las esporas.

Estado: Forma de expresión de un carácter.

Estipe: Parte del talo que ayuda a la flexibilidad o rigidez del mismo, delimitado en la parte inferior por el sujetador y en la superior por la fronda.

Estructuras reproductivas: Se definen como el conjunto de células en las cuales se producen los gametos (masculino y femenino) o esporas, diferenciadas por su carga genética (haploide o diploide) generadas por las células vegetativas en regiones específicas o en todo el talo.

Fronda: Parte superior del talo, la cual está delimitada en su parte inferior por el estipe y en la parte superior por el ápice, en ella se encuentran los patrones de ramificación y define el tipo del talo.

Gametofito: Fase haploide del ciclo de vida, que genera los gametos (masculinos o femeninos) en un solo individuo (monoico) o en individuos distintos (dioico).

Herbario: Colección de especímenes vegetales preservados (generalmente secos). En el caso de los herbarios ficológicos (que contienen macroalgas y/o microalgas) también se encuentran colecciones en húmedo y laminillas permanentes.

Herborización: Técnica que consiste en prensar, deshidratar y catalogar a un ejemplar para que pueda ser incluido en una colección.

Hidratación: Técnica que se usa para regresar a su condición normal a un ejemplar previamente herborizado, la cual consta de sumergir al ejemplar en una

solución de formaldehído, agua de mar al 4% y jabón durante una semana o un mes.

Holotipo: Espécimen simple designado o indicado como el espécimen tipo de una especie nominal por el autor original en el tiempo de la publicación, o el espécimen simple cuando ningún tipo ha sido especificado porque sólo se contaba con un espécimen.

Inducio: Capa membranosa que rodea a las estructuras reproductoras

Involacro: Células corticales elongadas que sostienen al esporangio.

Isomórfico: Tipo de ciclo de vida, en donde las dos fases de vida libre (gametofito y esporofito) morfológicamente son iguales.

Isotipo: Duplicado de un holotipo proveniente de la misma recolecta.

Manto: Extensiones donde la cobertura algal se aproxima al 100% con respecto a un área determinada, constituido por una sola especie (monoespecífico) o de varias especies (multiespecífico)

Monoico: Aquellos organismos en donde las estructuras reproductivas (femeninas y masculinas) surgen del mismo individuo.

Morfología: Apariencia externa en general de un individuo.

Nomenclatura: El sistema de nombres científicos aplicados a los taxones, o la aplicación de estos nombres.

Oogonia: Célula reproductora femenina, que contiene a los huevos.

Paráfises: Filamentos hialinos no reproductivos que se encuentran dentro de los soros.

Paratipo: Cualquier espécimen de la serie tipo que permanece después de la designación del holotipo o isotipo.

Hapteroidal: Tipo de sujetador que presentan algunas macroalgas, el cual esta compuesto por hapteros.

Sinónimo heterotípico: Tipo que ha sido derivado mediante la combinación de los caracteres de dos especies diferentes.

Sinónimo homotípico: Espécimen comparado con el tipo por un autor distinto al autor de la especie, y determinado como conoespecífico.

Sistemática: La clasificación de los organismos vivos en series jerárquicas de grupos, poniendo atención especial en sus relaciones filogenéticas; con frecuencia se le utiliza como equivalente de taxonomía.

Sujetador: Parte del talo que sirve para el anclaje del mismo en el sustrato.

Talo: Unidad estructural de una macroalga compuesta por tres regiones potenciales (sujetador, estipe y fronda), integrado por células totipotenciales que no forman tejidos verdaderos, en la mayoría de los casos.

Taxonomía: La teoría y la práctica de describir, nombrar y clasificar organismos.

LISTA DE TABLAS.

I. Introducción general

Tabla I. Análisis comparativo del valor mínimo y máximo de biomasa en especies del género *Sargassum*. Con la finalidad de estandarizar, los datos se transformaron a kg/m².

II. Capítulo I

Tabla. I. Situación taxonómica actual del complejo **Sinicola**, propuesto en la última revisión del género *Sargassum* para el Golfo de California por Dawson en 1944.

Tabla II. Condensado tabular de las observaciones realizadas a los ejemplares tipo y todos los ejemplares de colectas actuales consideradas en el trabajo, de los caracteres que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. NP= no presente.

Tabla III. Caracteres no aplicables (NA) que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. NP= no presente.

Tabla IV. Caracteres merísticos que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. no presente.

III. Capítulo II

Tabla I. Resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre cuadrantes, para la estructura filoide. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. Mes 1=marzo. Mes 2= abril, Mes 3=mayo y Mes 4=junio.

Tabla II. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre talos, para la estructura filoides. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M2= mes2, M3= mes 3, M4= mes 4 y M5= agosto. C1,2,3,4,5,6 (número consecutivo de cuadrante).

Tabla III. Resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre ramas, para la estructura filoides. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M1,2,3,4,5 y C 1,2,3,4,5,6, significa lo mismo que en la tabla II. T1...12, es el número de talo.

Tabla IV. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre cuadrantes, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. Mes 1=marzo. Mes 2= abril, Mes 3=mayo, Mes 4=junio y Mes 5= agosto.

Tabla V. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre talos, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M2= mes 2, M3= mes 3 y M4= mes 4. C1,2,3,4 y 5 (número consecutivo de cuadrante).

Tabla VI. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre ramas, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M1,2,3,4 y C 1,2,3,4,5, significa lo mismo que en la tabla II. T1...6, es el número de talo.

IV. Capítulo III

Tabla I. Descripción cronológica de los principales eventos de la dinámica poblacional de *Sargassum horridum*, y los principales factores con los que se relacionan. **A.** Irradiancia, **B.** Concentración de nitratos, **C.** Mortalidad, **D.** Reclutamiento, **E.** Presencia de aerocistos, **F.** Presencia de caulines, **G.** Inicio de la fragmentación, **H.** Reproducción sexual, **I.** Crecimiento acelerado, **J.** Crecimiento lento y **K.** Estolones. Di. Diciembre, En. Enero, Fe. Febrero, Mr. Marzo, Ab. Abril, My. Mayo, Jn. Junio, Jl. Julio, Ag. Agosto, Se. Septiembre, Oc. Octubre y No. Noviembre.

Tabla II. Muestra los valores de los parámetros de la ecuación del modelo de crecimiento individual.

LISTA DE FIGURAS

II. Capítulo I

Fig. 1. Mapa del área de estudio, en donde se muestran las localidades visitadas. **1.** San Juan de la Costa; **2.** La Paz; **3.** Punta galeras; **4.** El Sargento; **5.** Balandra; **6.** Isla Espíritu Santo-La Partida; **7.** Isla San José; **8.** El Coyote; **9.** El Saladito; **10.** El Camarón; **11.** San Gabriel; **12.** Muelle de la Paz; **13.** El Presidente; **14.** El Caimancito; **15.** El Tesoro; **16.** Pichilingue; **17.** El Tecolote; **18.** Punta Perico; **19.** Cabo Pulmo; **20.** Punta Arenas; **21.** Bahía de La Paz; **22.** Isla Espíritu Santo; **23.** El Morrito, IES; **24.** El Cardonal, IES; **25.** Costa Baja, B.C.S; **26.** El Quelele; **27.** El Gallito; **28.** I. Cerralvo; **29.** La Palmilla; **30.** San José del Cabo; **31.** Ensenada de Muertos; **32.** La Concha; **33.** Punta Prieta; **34.** Frente al CIB; **35.** Cueva de León; **36.** El Molinito; **37.** Pailebote; IES; **38.** Canal de San Lorenzo; **39.** El Sauzoso.

Figs. 2A-C. *Sargassum horridum*: Variabilidad morfológica del sujetador.

Fig. 2A. Porción basal en donde se observa un sujetador en forma cónica con vista inferior en forma de disco, formado por hapteros (flecha). Escala de la barra 1 cm. (FBCS 2604).

Fig. 2B. Porción basal en donde se observa un sujetador formado por hapteros cortos en forma de protuberancias (flecha). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6012).

Fig. 2C. Porción basal del talo en donde se observa un sujetador formado por hapteros finos (flecha). Escala de la barra 1 mm (FBCS 2606).

Fig. 3. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico, erecto y con la mayor parte del talo sin espinas (flechas). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6035).

Fig. 4. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico, erecto y con la misma proporción del talo sin (flecha de doble cabeza) y con espinas (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6767).

Fig. 5. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico y con espinas en todo el talo (flechas). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6767).

Fig. 6. Proporción de talos con espinas, sin espinas e intermedios (talos con porciones equivalentes con espinas y sin espinas).

Fig. 7. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los filoides. Donde se muestra la presencia de enervadura conspicua en todos los filoides (flecha de cabeza sencilla), simetría bilateral, espinas en el margen (flecha con doble cabeza) y un rango en la forma que va desde: a) filiforme (FBCS 6767), b) espatulado (FBCS 7405), c) lanceolado (FBCS 6716), d) tipo aguja (FBCS 44956), e) turbinoide (FBCS 5629), f) curvado (FBCS 6589), g) y h) con margen liso, del i) al o) filoides con diferentes tamaños y espinas poco evidentes y numerosas y p) filoides con pocas espinas evidentes. Escala de la barra 1 cm.

Fig. 8. Relación lineal entre el largo y ancho de los filoides, donde se muestra que la relación no es significativa.

Fig. 9. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los aerocistos, se observa que se presentan con espinas (flecha de cabeza sencilla) (FBCS 6767) y sin espinas (flecha de doble cabeza) (FBCS 6767), elongados (flecha de cola punteada) y esféricos (flecha de cabeza redonda) (FBCS 6767) y con (flecha con doble cabeza) (FBCS 6767) y sin estructuras anexas (FBCS 6767). Escala de la barra 1 mm.

Fig. 10. Relación lineal entre ancho y largo de los aerocistos, donde se muestra que la relación es significativa.

Fig. 11. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los receptáculos, se observa un gradiente, de una forma lineal a una ramosa en talos no tipo (a - e). a) rama de receptáculos en forma lineal (FBCS 2601); b) rama de receptáculos en forma lineal con espinas (flecha) (FBCS 2601); c) y d) rama de receptáculos en forma semiramosa con espinas (flecha) (FBCS 2605); e) y f) ramas de receptáculos en forma ramosa con espinas (flecha) (FBCS 2607). Escala de la barra 1 mm.

Fig. 12. Holotipo de *Sargassum horridum* (UC 221178), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y estipe no se encuentran presentes, pero en el eje central se observan espinas (flecha de cabeza sencilla). En la figura podemos observar que los filoides son de forma lanceolada, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen (flecha de doble cabeza), textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos que presentan los talos se caracterizan por presentar: espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico (flecha con cabeza redonda) y sin estructuras anexas. Escala de la barra 1 cm.

Fig. 13. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los receptáculos en los tipos. a) Ampliación de los receptáculos del Holotipo de *Sargassum cylindrocarpum* (UC 221177), en donde se observa que son de forma lineal y sin espinas (flecha de cabeza sencilla). Ampliación de los receptáculos de forma semiramosa con espinas (flecha de doble cabeza) de los Holotipos de: b) *Sargassum horridum* (UC 221178), c) *Sargassum marchantae* (UC 221200), d) *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283) y e) *Sargassum sinicola* (UC 221050). Escala de la barra 1 mm.

Fig. 14 Holotipo de *Sargassum sinicola* (UC 221050), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador, el estipe y las ramas secundarias no están presentes, pero el eje central se observa sin espinas y erecto (flecha de cabeza sencilla). Los filoides del ejemplar tiene una forma lanceolada, son simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no presenta espinas, son

esféricos, con pedicelo cilíndrico y sin estructuras anexas (flecha de doble cabeza). Escala de la barra 1 cm.

Fig. 15. Holotipo de *Sargassum marchantae* (UC 221200), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y el estipe no están presentes, pero el eje central presenta espinas (flecha). Los filoides del talo son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no tienen espinas, son esféricos y con pedicelo (flecha con doble cabeza). Escala de la barra 1 cm.

Fig. 16. Holotipo de *Sargassum cilyndrocarpum* (UC 221177), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y estipe no están presentes, pero el eje central tiene espinas (flecha de cabeza sencilla). Los filoides son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, con ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con un pedicelo cilíndrico (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 1 cm.

Fig. 17. Holotipo de *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283), características morfológicas vegetativas: en el talo el sujetador y estipe no están presentes, pero el eje central presenta espinas (flecha). Los filoides son de forma lanceolada, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas bien marcados. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico. Escala de la barra 1 cm.

Fig. 18. Holotipo de *Sargassum camouii* (LAM 500482), características morfológicas vegetativas: el estipe y eje central del ejemplar presentan espinas (flecha de cabeza sencilla). Los filoides son de forma espatulada, con ápices agudos, simétricos, con enervadura bien marcada (flecha de cabeza doble), serrados en el margen, con criptostomas, aerocistos ausentes y talo vegetativo. Escala de la barra 1 cm.

Fig 19. Anatomía reproductiva representativa de los holotipos de las especies: *Sargassum horridum* (UC 221178), *Sargassum sinicola* (UC 221050), *Sargassum marchantae* (UC 221200), *Sargassum cilyndrocarpum* (UC 221177), *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283), donde se ilustra un corte longitudinal del receptáculo, que muestra conceptáculos con gametangios masculinos (flecha de cabeza doble) y femeninos (flecha de cabeza sencilla) en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos. Escala de la barra 10 μm .

Figs. 20A-D. Anatomía de los gametangios de los holotipos de las especies: *Sargassum horridum* (UC 221178), *Sargassum sinicola* (UC 221050), *Sargassum marchantae* (UC 221200), *Sargassum cilyndrocarpum* (UC 221177), *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283).

Fig. 20A. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla) y oogonias con granulación (flecha de

cabeza doble), así como el poro del conceptáculo (flecha punteada con doble cabeza). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20B. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados con oogonias densos (flecha de cabeza sencilla), y un conceptáculo masculino (flecha de doble cabeza). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20C. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados con oogonias densos con un núcleo evidente (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20D. Corte transversal del receptáculo donde se observa un conceptáculo vacío (flecha de cabeza sencilla), así como células corticales parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Figs. 21A-E. *Sargassum horridum*: Anatomía vegetativa del eje principal y caulines.

Fig. 21A. Corte transversal de un eje principal cilíndrico, donde se muestra que las células corticales, se encuentran parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), y el arreglo medular homogéneo en tamaño (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21B. Corte transversal de un eje principal complanado, donde se muestra que las células corticales, se encuentran ligeramente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), y el arreglo medular homogéneo en tamaño (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21C. Acercamiento de la figura anterior, misma explicación. Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21D. Corte transversal de un caulín, en donde se observan células corticales totalmente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), así como células medulares de diferente tamaño. Su tamaño aumenta después de la región cortical hasta alcanzar un máximo (flecha de cabeza doble), continuando con una disminución hacia el centro de la médula (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21E. Acercamiento de la figura anterior, en donde se observan las células totalmente pigmentadas de la corteza (flecha de cabeza sencilla) y las células medulares contiguas (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Figs. 22A-D. *Sargassum horridum*: Anatomía vegetativa de los filoides y aerocistos.

Fig. 22A. Corte longitudinal de un filoide en donde se observa un criptostomata, con paráfisis dentro de él (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22B. Corte transversal de un filoide en la región donde no hay enervadura, en donde se observan células corticales (flecha de cabeza sencilla) y medulares (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22C. Corte longitudinal de la enervadura del filoide, en donde se observa que esta compuesta de células trompeta (flecha de cabeza redonda) que corren en sentido contrario a las medulares contiguas (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22D. Corte transversal de un aerocisto en donde se muestra que solamente tiene células corticales en la parte exterior (flecha de cabeza sencilla) y hacia el interior se encuentra hueco (flecha con cabeza en ambos lados). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 23. *Sargassum horridum*: Anatomía reproductiva. Ilustración del corte longitudinal del receptáculo, donde se muestra los conceptáculos y los gametangios masculinos (flecha de cabeza doble) y femeninos (flecha de cabeza sencilla) en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos. Escala de la barra 10 μm .

Figs. 24A-D. *Sargassum horridum*: Anatomía del gametangio femenino.

Fig. 24A. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla) y oogonias con granulación (flecha de cabeza doble). Se denota también una región cortical pigmentada (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24B. Corte transversal del receptáculo en donde se observa un conceptáculo que presenta dos tipos de gametangios. Gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla), y ramificados (flecha de doble cabeza), ambos con oogonios granulados (flecha de cabeza doble). También se observa que las células corticales están totalmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24C. Corte transversal del receptáculo donde se observa un conceptáculo con gametangios ramificados (flecha de doble cabeza) con oogonias parcialmente granulados (flecha de cabeza doble) y densos (flecha con cola punteada); así como gametangios no ramificados cuyos oogonios son densos (flecha de cabeza sencilla). Células corticales parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24D. Corte transversal del receptáculo donde se observan conceptáculos vacíos (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .

III. Capítulo II

Fig. 1. Proporción de número de ramas por talo para los meses de muestreo. Los números corresponden al número de ramas. Cuadrante (c).

Fig. 2. Proporción de número de caulines por talo para los meses de muestreo. Los números corresponden al número de ramas. Cuadrante (c).

Fig. 3. Relación entre el número de ramas y el número de caulines.

Fig. 4. Relación entre el largo y ancho de los filoides.

Fig. 5. Relación entre el largo y ancho de los aerocistos.

Fig. 6. Variabilidad morfológica de los receptáculos. a) linear en los primeros meses, b) igual que el anterior pero asociado a un filoide, c) linear con un

incremento en la ramificación a la mitad del año, d) igual que el anterior pero asociado aun aerocisto, e) receptáculo con cuatro ramas, f) receptáculo semiramoso y g) e h) ejemplos de receptáculos ramosos hacia el final de la temporada de reproducción.

Fig. 7. Número de ramas por mes y los valores de la relación largo vs ancho (L/A) de los receptáculos.

IV. Capítulo III

Fig. 1. Biomasa mensual de *Sargassum horridum*.

Fig. 2. Incremento individual en peso de *Sargassum horridum*.

Fig. 3. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum*. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

Fig. 4. Tallas mensuales de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

Fig. 5. Densidad mensual de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

Fig. 6. Mortalidad mensual de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

Fig. 7. Comparación del promedio de tallas mensuales y variancia de *Sargassum horridum* entre los tratamientos con adición de nutrientes y sin adición.

Fig. 8. Comparación de las variancias de las tallas mensuales de *Sargassum horridum*, entre los tratamientos con adición de nutrientes y sin adición.

Fig. 9. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum* en los tratamientos sin adición de nutrientes. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

Fig. 10. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum* en los tratamientos con adición de nutrientes. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

Fig. 11. Incremento individual en peso de *Sargassum horridum*, en los tratamientos con y sin adición de nutrientes.

Fig. 12. Biomasa mensual de *Sargassum horridum* en los tratamientos con y sin adición de nutrientes.

Fig. 13. Densidad mensual de *Sargassum horridum*, en los tratamientos con y sin adición de nutriente.

Fig. 14. Mortalidad mensual de *Sargassum horridum* en los tratamientos con y sin adición de nutriente.

Fig. 15. Fluctuación de la temperatura en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001-02.

Fig. 16. Fluctuación de la irradiancia en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001.

Fig. 17. Fluctuación de los nitratos en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001

RESUMEN

En el presente trabajo se abordan diferentes aspectos de *Sargassum horridum* (Taxonomía, Variabilidad morfológica intrapoblacional y Dinámica poblacional) que contribuyen al conocimiento de las poblaciones de *Sargassum horridum* en la región suroeste del Golfo de California. Esta especie es una de las especies que por su abundancia y características biológicas (presencia de alginato), es considerada como un recurso potencial. Sin embargo no se conocían aspectos fundamentales para proponer un manejo adecuado de la especie desde el punto de vista biológico. Un problema era la inestabilidad en su taxonomía, que después de la reevaluación taxonómica llevada a cabo, se traduce en una reducción de seis especies (complejo Sinicola) a una (*Sargassum horridum*). En esta parte se evidencio la gran variabilidad morfológica que tiene la especie, por lo que el segundo tema de estudio fue la variabilidad intrapoblacional, llegando a determinar que prácticamente cada talo es diferente de otro, principalmente por la plasticidad fenotípica de los filoides, al grado de no poder señalar morfotipos. Una vez que se contaba con el conocimiento de las bases biológicas y taxonómicas, se trabajo sobre la dinámica poblacional de la especie, llegando a proponer un modelo poblacional que nos muestra las bases para un manejo adecuado de la especie, en caso de ser explotada. La población de *Sargassum horridum* en la playa el Sauzoso, es una población que a lo largo del año tiene dos temporadas bien definidas: una de máxima biomasa durante la primavera y principios del Verano (marzo-Junio), que se caracteriza por ser la época de reproducción sexual y asexual; otra de mínima biomasa (julio-enero), en donde presenta estolones y caulines exclusivamente.

ABSTRACT

In the present work I am undertaken different aspects of *Sargassum horridum* (like Taxonomy, Intrapopulation variability and Populational Dynamic) that help at the knowledge of the *Sargassum horridum* populations from the southwestern region of the Gulf of California. This species is considered like a potential resource due to its abundance, biological characteristics and chemical (presence of alginic acid). However, not fundamental aspects were known to propose an adequate management of the species from the biological point of view. A problem was the instability in their taxonomy, instability that after the taxonomic reassessment carried out resulted in a reduction from six to one species (*Sargassum horridum*). In this part, I could show the great morphological variability that present the species, for which the second subject was the intrapopulation variability. I found that practically each thallus is different from another mainly by the phenotypic plasticity of the blades making impossible to indicate morphotypes. Once that I have the knowledge of the biological and taxonomical basis, I worked on the populational dynamic of the species, coming to propose a model that shows us the basis to suggest an adequate management of the species in case of being exploited. The population of *Sargassum horridum* in El Sauzoso showed two seasons well definite along the year: during the spring and in early summer (March to June) had a maximum biomass, that was characterized for being the period of asexual and sexual reproduction and other of minimum biomass (July to January) where presents stolons and caulins exclusively.

I. Introducción general

Las macroalgas son recursos que se han explotado desde principios del siglo XX por parte de la industria de los alginatos (Mc Peak *et al.*, 1988). A partir de la segunda guerra mundial y con la exploración de otros recursos ficológicos (por ejemplo carragenina) se ha estado incrementando el interés de encontrar alternativas para ampliar los mercados de los coloides. Sin embargo, la gran mayoría de estos recursos que se explotan están en las zonas templadas. En los últimos 30 años se han estado explorando bancos algales en zonas tropicales, principalmente en el Pacífico Central y Este (Filipinas, Tailandia, Malasia, Indonesia, Myanmar, Bangladesh, India, Vietnam). De los principales géneros de macroalgas considerados como potenciales para su explotación se encuentra *Sargassum*. Este género es el más abundante y dominante en las zonas rocosas someras donde forma pequeños bosques de gran interés ecológico y económico. Las especies del género son consideradas como alginofitas por ser empleadas en la industria del alginato, aunque también se emplean para consumo directo y medicinal, soportando importantes pesquerías, como ocurre con las especies de *Macrocystis* en regiones subtropicales y templadas (Critchley y Ohno, 1998).

Aunque es reconocido que *Sargassum* forma mantos extensos en casi todas las áreas tropicales del mundo, su utilización no se ha podido desarrollar por varios motivos. El primero es la taxonomía y la variabilidad intra e interpoblacional, ya que en varias partes del mundo no se tiene clara la taxonomía de *Sargassum*, por que hay problemas con la delimitación de los caracteres y por consiguiente de las especies, muchos de estos problemas son dados por la gran variabilidad morfológica de los talos. Esta variabilidad ha sido valorada en trabajos de

taxonomía para llegar a caracteres confiables y estables o en trabajos posteriores para determinar morfotipos en las especies claramente determinadas (Kilar *et al.*, 1992a; Kilar *et al.*, 1992b; Ajisaka, 1992; Chiang, *et al.*, 1992). El segundo está vinculado con dinámica poblacional, puesto que es necesario conocer cuando se recluta y temporada de reproducción entre otros parámetros poblacionales para determinar técnicas y temporadas de cosecha, con lo que se ayuda a un manejo adecuado del recurso (Trono, 1992). El tercero es las interacciones entre especies y los factores que regulan los mantos y la cuarta es la calidad de alginato y su variabilidad entre especies.

En Filipinas se ha logrado un manejo adecuado de las pesquerías de *Sargassum* sostenidas por 8 especies claramente delimitadas [*S. fulvellum* (Turner) C. Agardh, *S. gigantifolium* Yamada, *S. hemiphyllum* (Turner) C. Agardh, *S. nigrifolium* Yendo, *S. piluliferum* (Turner) J. Agardh, *S. serratifolium* C. Agardh, *S. donfusum* y *S. crispifolium* Yamada]. Antes de empezar la explotación calcularon la distribución de los mantos, el cálculo de la biomasa y la relación de la variabilidad de esta con las variables ambientales para *Sargassum* (Trono, 1992).

Una vez que se tenía información sobre los mantos, se desarrollaron trabajos para su utilización. Determinado la calidad del alginato y su relación con la biomasa, en 4 especies de *Sargassum* (*Sargassum ilicifolium*, *Sargassum feldmannii* Pham-Hoáng, *S. polycistum* y *S. cristaefolium* C. Agardh), que se consideran importantes en la industria del alginato. Además se calculó la biomasa con fines de cosecha y la calidad del alginato por estadio de crecimiento,

encontrando que no hay diferencia por estadio, pero si por especie (Calumpong *et al.*, 1999).

Hasta el momento en otras regiones, solo en el Pacífico oriental se han abordado los problemas taxonómicos y de variabilidad intraespecífica delimitando especies con sus respectivos morfotipos (Abbott y Norris, 1984; Magruder, 1988; Yoshida, 1988; Lee y Yoo, 1992; Ajisaka, 1992). Sobre dinámica poblacional, en especies en las que se llevan a cabo cosechas con fines comerciales, se ha estudiado el reclutamiento y la obtención de biomasa con tres tipos de cosecha (Ang, 1985; Benedetti *et al.*, 1992).

Las especies de *Sargassum* han sido consideradas con dos temporadas a lo largo del año, una caracterizada con un máximo de biomasa y una con una biomasa mínima o nula, para llegar a esta conclusión han considerado a especies templadas y tropicales, señalando que en las especies tropicales la temporada de máxima biomasa se presenta en Primavera-Verano y la de mínima en Otoño-Invierno y en las templadas el patrón se invierte (Tabla I).

No se ha esclarecido cual o cuales son los factores que regulan a las poblaciones. En Filipinas, con *Sargassum polycystum* y *Sargassum siliquosum* han descrito los cambios estacionales en el crecimiento y la reproducción de la especie, encontrando que hay una relación directa entre la temperatura y el periodo de reproducción, presentándose esta durante el periodo de temperaturas bajas, además de presentar la especie una temporalidad, determinada por la fragmentación del talo, esta fragmentación parece tener una relación con la reproducción por la gran cantidad de receptáculos que se generan (Largo y

Tabla I. Análisis comparativo del valor mínimo y máximo de biomasa en especies del género *Sargassum*. Con la finalidad de estandarizar, los datos se transformaron a kg/m².

Familia	Especie	Mínimos (Kg/m²)	Máximos (Kg/m²)	Autor
Sargassaceae	<i>Sargassum carpophyllum</i>	0.066	0.130	Hurtado y Ragaza, 1999.
	<i>Sargassum cristaefolium</i>	0	0.1099 +/- 0.0027	Calumpong, <i>et al.</i> , 1999.
	<i>Sargassum elegans</i>	0.050 (+/- 0.010)	0.065 (+/- 0.015)	Gillespie y Critchley, 1999.
	<i>Sargassum feldmannii</i> ,	0.0223 (+/-0.0026)	0.7227 (+/- 0.0165)	Calumpong, <i>et al.</i> , 1999.
	<i>Sargassum herporhizum</i> , <i>Sargassum lapazeanum</i> y <i>Sargassum sinicola</i>	0	4.2	Núñez-López y Casas-Valdez, 1997.
	<i>Sargassum horridum</i>	0.126	0.323	Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona.
	<i>Sargassum ilisifolium</i>	0.0376 (+/-0.0026)	0.1245 (+/- 0.0073)	Calumpong, <i>et al.</i> , 1999.
	<i>Sargassum ilisifolium</i>	0.063	0.132	Hurtado y Ragaza, 1999.
	<i>Sargassum muticum</i>	0	0.550 (+/- 0.110)	Arenas y Fernández, 2000.
	<i>Sargassum muticum</i>	1.5	3.7	Wernberg, <i>et al.</i> , 2000.
	<i>Sargassum myriocystum</i>	0	0.533 (+/- 0.0295)	Largo y Ohno, 1992.
	<i>Sargassum siliquosum</i>	0.068	0.139	Hurtado y Ragaza, 1999.
	<i>Sargassum siliquosum</i>	0	0.184 (+/- 0.075)	Largo y Ohno, 1992.
	<i>Sargassum spp.</i>	0	0.330	Ang, 1987.
	<i>Sargassum spp.</i>	0.066 (+/- 0.018)	0.142 (+/- 0.015)	Gillespie y Critchley, 1999.

Critchley, 1994). Lo corroboran al contrastar sus resultados con los valores del punto de compensación previamente evaluado en el sitio (Dawes, 1987).

Hay trabajos que consideran que la temperatura es el factor que afecta el punto de compensación más que la calidad e intensidad de luz (Moss y Sheader, 1973; Dawes *et al.*, 1988). En *Sargassum filipendula* han medido la concentración de proteínas y C en los metabolitos secundarios y la susceptibilidad al herbivorismo encontrando una relación inversa (Cronin y Hay, 1996).

Para *Sargassum* spp. que crece en el arrecife de la gran barrera de Australia, se observa que las aguas donde vive le aportan cantidades por abajo de las necesarias de los elementos esenciales (N y P), por lo que las toman de la materia orgánica particulada que ahí se genera (Schaeffelke, 1999), la importancia de la tasa N:P también fue encontrada en arrecifes de Hawai (Larnd, 1998).

En el Golfo de California el esfuerzo se ha hecho para determinar la biomasa total, en la costa oeste entre los paralelos 27° N y 30° N, localizando 18 mantos de *Sargassum johnstonii* y uno de *Sargassum sinicola*, (Pacheco *et al.*, 1998).

En la región central se determinó la variación estacional de la biomasa y la talla de las especies de *Sargassum sinicola*, *Sargassum herporhizum* y *Sargassum johnstonii*, (Núñez-López y Casas-Valdés, 1997). En Baja California Sur se localizaron tres mantos formados por *Sargassum herporhizum*, *Sargassum lapazeanum* y *S. sinicola*, a los cuales se les evaluó la biomasa cosechable (Hernández-Carmona *et al.*, 1990; Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona, 1993; Núñez-López y Casas-Valdez, 1996). Esta información se

considera por los mismos autores y por otros como poco confiable al no tenerse clara la taxonomía de las especies (Rocha-Ramírez y Siqueiros-Beltrones, 1990).

La falta de conocimiento integral sobre de las especies que conforman los mantos de *Sargassum* en el suroeste del Golfo de California impiden que se convierta de un recurso potencial, aunque tenga una biomasa alta, pues no se cuenta con la información necesaria para proponer un manejo apropiado de los mantos. En este trabajo se abordaron los temas que planteaban controversias como: la definición de la Taxonomía del grupo Sinicola, al cual pertenece la especie que aporta el mayor porcentaje de los mantos, así como la cuantificación de la variabilidad fenotípica que permita reafirmar la taxonomía y ampliar el conocimiento de la biología de la especie, para concluir con el conocimiento de su dinámica poblacional.

II. CAPÍTULO I. Reevaluación taxonómica del género *Sargassum* C. Agardh 1820 (Fucales: Phaeophyta) en el Suroeste del Golfo de California.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la división Heterokontophyta, Orden Fucales, se encuentra la Familia Sargasasseae, se caracteriza por que cada nivel de ramificación con sus respectivos filoides se origina del eje principal, así como los receptáculos en ramas auxiliares (Bernard, 1974; Bold y Wynne, 1980; Van Den Hoek *et. al.*, 1995; South y Whittick, 1996 y Graham, 2000). Esta familia se distribuye en los dos hemisferios (Norte y Sur) y en casi todos los Océanos del mundo (Atlántico, Índico, Pacífico, y Antártico), con excepción del Ártico, por lo que incluye especies tropicales, subtropicales y templadas.

El género *Sargassum* desde su origen ha sido dividido en subgéneros y tribus con base a sus características morfológicas y anatómicas, pero actualmente se ha realizado la revisión a nivel molecular quedando tres subgéneros (Phyllotrichia, *Sargassum* y *Batrophycus*) con sus respectivas secciones (Acanthocarpicae, Malacocarpicae, Phyllocystae, Zygozocarpicae, Halochloa-Repentia, Teretia y Spongocarpus) (Lee, 1989; Stiger *et al.*, 2000).

El número de especies del género *Sargassum* alrededor del mundo varía dependiendo del autor, entre 350 y 450. En el mundo por regiones se han encontrado diferentes problemas de índole taxonómico, por ejemplo: la inconsistencia en la delimitación de las especies por falta de validación de los caracteres, ya que es uno de los géneros que presenta una gran variabilidad morfológica por la plasticidad fenotípica. Aunque no hay una homogeneidad en los caracteres empleados en la delimitación de las especies, si hay coincidencia en el hecho de que algunas de las características empleadas

tienen una amplia variación, principalmente en las merísticas (Abbott y Norris, 1984; Magruder, 1988; Yoshida, 1988; Lee y Yoo, 1992; Ajisaka, 1992). En general el sistema de clasificación presenta una gran confusión (Ang y Trono, 1987).

Además la taxonomía de *Sargassum* es inestable debido a los diferentes patrones morfológicos de las estructuras que presenta en sus estadios de crecimiento entre individuos de la misma población (Ang, 1985; Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza, 1985, Ang y Trono, 1987; Nizamuddin *et al.*, 1993).

Incluso en los trabajos de taxonomía, mencionan que la problemática surge desde la descripción de las especies, puesto que en algunos tipos no son talos completos por lo que no se encuentran todas las características (anatómicas, morfológicas y reproductivas), además de señalar que en las descripciones originales de la mayoría de las especies, no hubo una valoración previa de los caracteres que se emplearon (Ang y Trono, 1987; Yoshida, 1989; Guillespie y Critchley, 2001).

Actualmente, no se pueden hacer comparaciones y contrastaciones del material anteriormente mencionado con el material de hoy en día (Trono, 1992), debido a que la descripción de los taxa que fue hecha en la primera mitad de este siglo, es pobre y muchas veces fue basada en material insuficiente.

Los estudios que se han desarrollado sobre el género se encuentran regionalizados, el esfuerzo se ha centrado en el Pacífico Oriental con un 75%, principalmente en Japón, Corea, Vietnam y Filipinas. Otra región importante es Norte América; hay otras regiones también han sido abordadas con menor

intensidad, como Venezuela (Bertossi y Ghanesa, 1973) y el Golfo de California (Setchell y Gardner, 1924, Dawson, 1944).

Los investigadores orientales son los que principalmente han abordado el aspecto taxonómico de las especies de *Sargassum* que se distribuyen en la región. Ellos proponen una clasificación especial para los niveles de orden y clase, que no todos los autores de otras regiones manejan. Los orientales son los que han llevado la vanguardia en la taxonomía considerando principalmente la validación de la variabilidad morfológica como apoyo para resolver los problemas taxonómicos.

Sin embargo, como no trabajan la metodología empleada en la taxonomía tipológica, cuya metodología es la que prevalece en las otras regiones del mundo, no es fácil realizar comparaciones entre las regiones. En los trabajos orientales, se omite la revisión del material tipo y la validación de los caracteres antes de proponer una posible sinonimia o dar la descripción de las especies.

En la región oriental, se encuentran trabajos que proponen nuevos géneros y/o especies, contrario a lo que sucede en el occidente en donde después de evaluaciones o reevaluaciones llevadas a cabo con la metodología tipológica, tienden a una reducción en el número de especies por las sinonimias resultantes (Yendo, 1907; Okamura, 1923-1928; Yamada, 1942a; Yamada, 1942b; Setchell, 1931; Setchell, 1933; Setchell, 1935; Setchell, 1936; Taylor, 1960; Pham, 1967; Tsuda, 1972; Ang, 1982; Yoshida, 1989).

Antecedentes

Las primeras descripciones de las especies de *Sargassum* en el Golfo de California fueron realizadas por Setchell y Gardner (1924-1925) tomando como base material varado, colectado por Ivan M. Johnston en 1921, describiendo en total 15 especies con 2 variedades endémicas del Golfo de California.

Años más tarde Dawson (1944) hizo una evaluación de las especies reportadas proponiendo una reducción a 10 especies. Dicho número de especies las clasificó dentro de 4 grupos: Johnstonii, Lapazeanum, Sinicola y Herporhizum, basándose en la presencia o ausencia de una enervadura media en los filoides llamada costilla o costa.

En esta clasificación, Dawson (1944) considera: la forma del aerocisto, la forma de los filoides, la forma del sujetador, la presencia de criptostomata y el margen de los receptáculos.

Norris (1975), reevaluó las posiciones específicas considerando únicamente cuatro especies y dos variedades del género para el Golfo de California, sobre la base de la presencia o ausencia de las costillas, la forma del sujetador, el número de frondas por sujetador y la complejidad del talo, generando sinonimias entre las especies, las cuales no se consideran válidas por que no se revisó el material tipo y no fueron publicados en alguna revista especializada, pero si genera discrepancias que se reflejan en las clasificaciones actuales.

En trabajos principalmente de florística se nombra a diferentes especies del género *Sargassum* en el suroeste del Golfo de California. En total, en el suroeste del Golfo de California se han reportado 8 especies de *Sargassum*

(Tabla I) por diferentes autores (Setchell y Gardner, 1924; Dawson, 1944, Dawson, 1946a; Dawson, 1946b; Dawson, 1948; Dawson, 1949, Dawson, 1951, Dawson, 1952; Dawson, 1954, Dawson, 1959, Dawson, 1960; Holguín-Quiñones, 1971; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1985; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1986; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1991; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1992; Mateo-Cid *et al.*, 1993; Mendoza-González *et al.*, 1994; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1994a; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1994b), las cuales no han sido reevaluadas taxonómicamente en un contexto moderno.

Tabla. I. Situación taxonómica actual del complejo **Sinicola**, propuesto en la última revisión del género *Sargassum* para el Golfo de California por Dawson en 1944.

ESPECIES

1. *Sargassum camouii* Dawson 1947.
2. *Sargassum horridum* Setchell y Gardner 1925.
3. *Sargassurn sinicola*.Setchell y Gardner 1925.

SINÓNIMOS

- no existen.
- S. marchantae** Setchell y Gardner 1925.
- S. polyacanthum f. americanum** Setchell y Gardner 1925; **S. cylindrocarpum** Setchell y Gardner 1925; **S. paniculatum** Setchell y Gardner 1925 y **S californicum** Setchell y Gardner 1925.

Además en varios trabajos de fenología y ecología para el área de estudio, mencionan que hace falta una reevaluación de los caracteres y como consecuencia una determinación de las especies válidas (Rocha-Ramírez y

Siqueiros-Beltrones, 1985; Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza, 1985; Muñeton y Hernández, 1993; Fajardo, 1994 y Núñez-López y Casas-Valdéz, 1996), ya que la existencia de los problemas para determinar a las especies del género en la zona de estudio es debido a que no existe un grupo de caracteres que conformen un concepto específico estable, lo cual inhabilita una correcta comprensión de los intervalos de variación.

Una muestra de esto es la discrepancia de opiniones existente para el complejo *Sinicola*, ya que entre los diferentes trabajos y autores mencionados anteriormente no existe una uniformidad del concepto que lo delimite correctamente. Así, se muestra una estrecha relación entre las especies: *S. camouii*, *S. herporhizum*, *S. horridum* y *S. sinicola*; que no está bien entendida ya que nunca se ha llevado a cabo un análisis comparativo de los caracteres que definen a cada una de las especies o que engloben a un determinado grupo problema. Por lo que en este estudio se realizará.

Objetivos

GENERAL:

Determinar cuantas especies del grupo **Sinicola**, que forman los mantos de *Sargassum* en la costa suroeste del Golfo de California, se consideran como válidas.

PARTICULARES:

1. Realizar una revisión bibliográfica para determinar los caracteres que se han empleado en la definición de las especies del grupo **Sinicola** dentro del género *Sargassum* reportadas para la costa suroeste del Golfo de California.

2. Realizar una reevaluación de los caracteres tradicionales que definen a las especies del grupo **Sinicola** dentro del género *Sargassum* reportadas para la costa suroeste del Golfo de California, para determinar a los válidos.

3. Determinar la unidad fenológica o unidades con base en los caracteres válidos las especies del grupo **Sinicola** dentro del género *Sargassum* reportadas para la costa suroeste del Golfo de California.

4. Evaluar el material tipo en un contexto moderno de las especies del grupo **Sinicola** dentro del género *Sargassum* reportadas para la costa suroeste del Golfo de California, para asignar nombres a la unidad (es) fenotípica (s) resultante (s).

Área de estudio

El Golfo de California (Fig. 1) se encuentra entre los 23 ° y los 32 ° N y los 107 ° y 117 ° O. Limita al este con Sonora y Sinaloa y al oeste con la Península de Baja California, tiene una longitud aproximada de 1,000 Km. y un ancho de 150 Km. (Valdez-Holguín y Lara-Lara, 1987). El Golfo de California fue dividido en tres regiones basándose en características oceanográficas (precipitación, temperatura y evaporación) por Roden y Groves (1959), división que también se ha marcado por la afinidad florística o por características oceanográficas y climáticas (Round, 1967; Dawson, 1960). Dentro de las regiones propuestas se encuentra la región suroeste.

Región Suroeste. se encuentra delimitada al norte por el límite inferior de la región central y la línea imaginaria que se trazaría entre Cabo San Lucas y Cabo Corrientes. Roden y Groves (1959) determinan el límite al sur de

Topolobampo y otros autores lo delimitan hasta Puerto Vallarta. Se caracteriza por presentar humedad moderada, escurrimientos mayores que las regiones anteriores, con precipitación a fines verano y en otoño y concentraciones bajas de nitratos. Round (1967), la delimita al sur de la Isla San José-Topolobampo, con un número de especies fitoplanctónicas alto, con dominancia de especies originarias del Pacífico como *Chaetoceros* y *Rhizosolenia*. Espinoza-Avalos (1993), la delimita florísticamente al Sur de la Bahía de La Paz, B.C.S.-Topolobampo, Sinaloa y la caracteriza por presentar un endemismo bajo con la presencia de una especie exclusiva y menos del 50% de las especies (no endémicas) no se encuentran en la región norte.

La región suroeste tiene cambios diarios y estacionales de temperatura muy pronunciados, por lo que el Golfo de California es considerado como una cuenca de evaporación. La salinidad varía de forma estacional, alcanzando la más alta a los 31° N y la mínima a los 23° N (Robinson, 1973). La circulación ocasionada por el viento es responsable del intercambio de agua con el Pacífico, cuando el viento sopla del noroeste se da un flujo superficial hacia fuera del golfo, compensado por un flujo profundo hacia dentro, con vientos del suroeste. Estas variables generalmente son perpendiculares a la costa del golfo y tienen gradientes muy estrechos con un intervalo de 20.2 a 26.47° C (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1976).

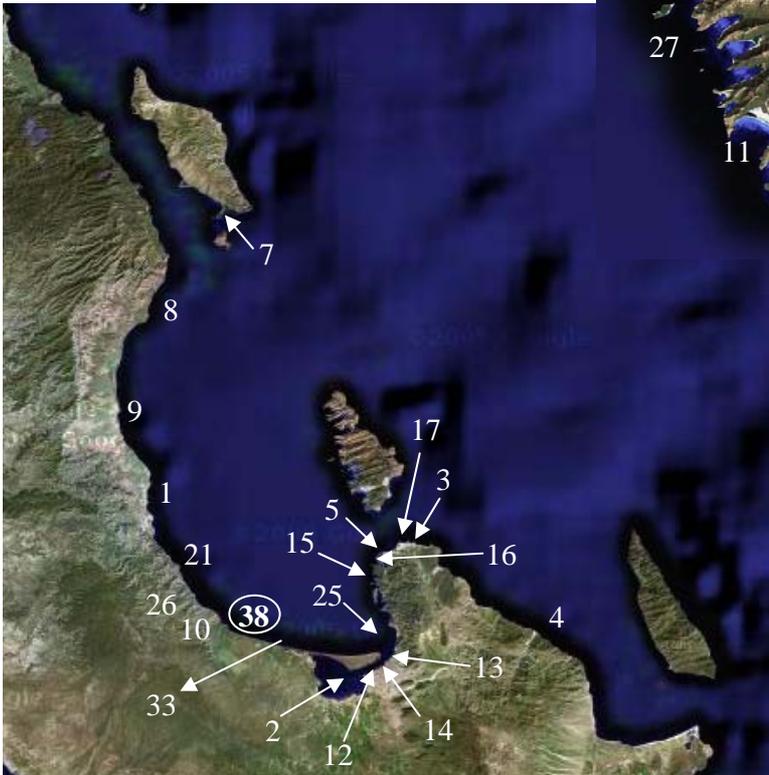
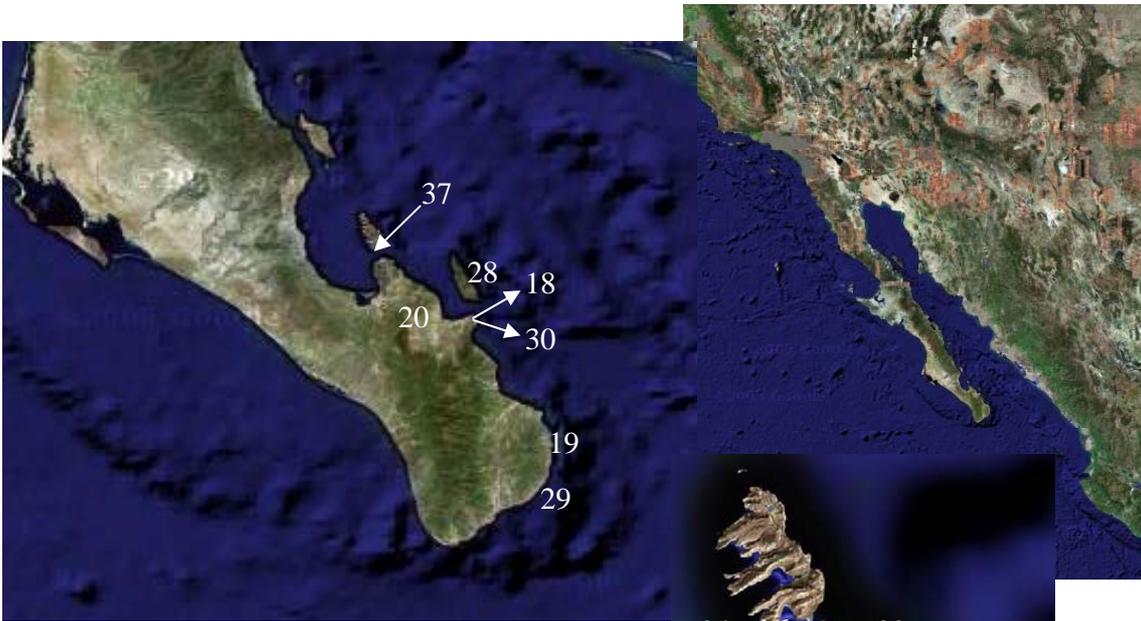
De diciembre a mayo, las isotermas están por debajo de los 28° N y corren de este a oeste, pero son paralelas a la costa en la zona cercana al Canal de Ballenas. De junio a septiembre todas las isotermas son paralelas a la costa de la península, el agua más cálida se encuentra del lado del continente y se dan surgencias en las costas de la península. Durante el mes

de octubre este patrón se invierte y permanece así hasta abril volviendo a cambiar para el mes de mayo. La temperatura anual varía entre 18.9 y 25.1° C (Robinson, 1973).

La existencia de zonas de surgencias a lo largo de ambas costas eleva la productividad del golfo (Flores-Ramírez, 1989). En general los nutrientes tienen una distribución vertical uniforme en aguas subsuperficiales, con un incremento rápido con la profundidad (Valdez-Holguín y Lara-Lara, 1986) en cambio la irradiancia disminuye rápidamente con la profundidad. En verano a medio día es del 100% en la superficie, hay aproximadamente un 25 % de irradiancia a 13 m y un 10% a 25 m (Gaxiola y Alvarez-Borrego, 1984).

En esta región se encuentra la Bahía de la Paz, que es el cuerpo de agua más grande del litoral este de la Península de Baja California con una superficie de aproximadamente 1200 Km² (Muñetón-Gómez, 1987). Se localiza entre los 24°47' y 24°06' N y los 110°18' W (Contreras, 1985). Limitan a la bahía Punta Mechudo al norte, la Ensenada de La Paz al sur, El complejo insular Espíritu Santo-La Partida, el canal de San Lorenzo y Punta Pichilingue al este; al oeste la cercan abanicos aluviales costeros al pie de la sierra de La Giganta. Al fondo de la bahía se encuentra la Ensenada de La Paz, entre 24°07' y 24°11' N 110°18' y 110°25' W.

Fig. 1. Mapa del área de estudio, en donde se muestran las localidades visitadas. **1.** San Juan de la Costa; **2.** La Paz; **3.** Punta galeras; **4.** El Sargento; **5.** Balandra; **6.** Isla Espíritu Santo-La Partida; **7.** Isla San José; **8.** El Coyote; **9.** El Saladito; **10.** El Camarón; **11.** San Gabriel; **12.** Muelle de la Paz; **13.** El Presidente; **14.** El Caimancito; **15.** El Tesoro; **16.** Pichilingue; **17.** El Tecolote; **18.** Punta Perico; **19.** Cabo Pulmo; **20.** Punta Arenas; **21.** Bahía de La Paz; **22.** Isla Espíritu Santo; **23.** El Morrito, IES; **24.** El Cardonal, IES; **25.** Costa Baja, B.C.S; **26.** El Quelele; **27.** El Gallito; **28.** I. Cerralvo; **29.** La Palmilla; **30.** San José del Cabo; **31.** Ensenada de Muertos; **32.** La Concha; **33.** Punta Prieta; **34.** Frente al CIB; **35.** Cueva de León; **36.** El Molinito; **37.** Pailebote, IES; **38.** Canal de San Lorenzo; **39.** El Sauzoso.



Material y Métodos

TRABAJO DE CAMPO

Se llevaron a cabo recolectas extensivas e intensivas de *Sargassum* en una red de 39 estaciones a lo largo de la Bahía de La Paz desde 1988 a la fecha (Riosmena-Rodríguez datos no publicados) mediante buceo SCUBA por parte de personal especializado del Herbario Ficológico de la UABCS (FBCS).

En cada una de estas recolectas, el criterio fue que por lo menos un recolector se mantuviera constante en todos los muestreos para homogeneizar los criterios de recolecta. En promedio se tuvieron de dos a tres recolectores por muestreo, procurando que la experiencia fuera la misma en todos. En los muestreos, se tomaron los siguientes datos: fecha, localidad, nombre de los recolectores, dinámica del lugar, perfil de playa, tipo de substrato, profundidad, forma de crecimiento y organismos asociados.

Durante las salidas en cada localidad se llevó a cabo un recorrido prospectivo para ubicar todos los hábitats presentes, como el formado por paredones, playas arenosas, playas con guijarros y conchas, playas rocosas y plataformas. Una vez ubicado el punto de recolecta, por la presencia de especies del género *Sargassum*, se extrajeron aproximadamente diez talos de las diferentes formas de *Sargassum* que se lograban apreciar, buscando representar toda la variabilidad morfológica y taxonómica del área.

Como los mantos de *Sargassum* se encuentran en diferentes niveles de marea los muestreos se realizaron a una profundidad no mayor a cuatro metros. En todos los casos se desprendieron los talos completos a partir del sujetador con espátula y sin producirles daño físico. El material fue puesto en bolsas negras con una solución de formaldehído en agua de mar al 4%, con los

datos básicos de colecta, para ser trasladados en cubetas al laboratorio del Herbario Ficológico de la UABCS.

El material recolectado representa todo el rango morfológico de las especies del complejo **Sinicola** de acuerdo con los caracteres presentes en la descripción original realizada por Setchell y Gardner (1924).

PROCEDIMIENTOS DE HERBARIO

Con el material (recolectado y herborizado), se formaron tantos grupos como morfologías se encontraron y se buscó asignarles algunos de los nombres específicos del género, descritos hasta el momento para el Golfo de California. Si alguna planta no coincidía con alguna de las especies conocidas se segregó como un grupo independiente.

Para llevar a cabo lo anterior, se consideró la información contenida en las descripciones originales de las especies propuestas por los diferentes autores que históricamente habían trabajado en el área de estudio, en las cuales se mencionan características morfológicas externas, anatómicas internas y reproductivas (Tabla II). Como estas características son de diferente naturaleza (morfológicas externas, anatómicas internas y reproductivas), para la observación de cada una de ellas se llevaron a cabo procedimientos diferentes, mismos que a continuación se describen.

Tabla II. Condensado tabular de las observaciones realizadas a los ejemplares tipo y todos los ejemplares de las colectas actuales (recolectas y herborizados después de la descripción) consideradas en el trabajo, de los caracteres que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. NP=no presente.

Caracter	<i>S.</i> <i>camouii</i>	<i>S.</i> <i>horridum</i>	<i>S.</i> <i>sinicola</i>	<i>S.</i> <i>cilyndrocarpum</i>	<i>S.</i> <i>marchantae</i>	<i>S.</i> <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>	Colectas actuales
SUJETADOR							
Forma en vista basal discoidal o no discoidal (1,9,10,11,13).	NP	NP	NP	NP	NP	NP	Variable
Forma en vista lateral cónica o en placa, formado por rizoides, rizomas, estolones o hapteros (1,7,9,10,11,13,19).	Cónico	NP	NP	NP	NP	NP	Variable
Apariencia parenquimatosa o leñosa (19)	Lenosa	NP	NP	NP	NP	NP	Constante
Margen lobulado o liso (11).	Lobulado	NP	NP	NP	NP	NP	Variable
ESTIPE							
Cilíndrico o complanado (1,19)	Cilíndrico	NP	NP	NP	NP	NP	Constante
Erecto o no (19)	Erecto	NP	NP	NP	NP	NP	Constante
Posición erecta o postrada del eje central (9, 10).	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Constante
Margen del eje central sin espinas, fuertemente muricado, espinoso o tuberculado (9,10,12,19).	Espinoso	Espinoso	Suave	NP	Espinoso	Espinoso	Variable
Ramificación, presente o ausente en el eje central (9, 10, I 5).	Presente	NP	NP	NP	NP	NP	Variable

Continuación tabla II...

CARACTER RAMIFICACIÓN	<i>S.</i> <i>camouii</i>	<i>S.</i> <i>horridum</i>	<i>S.</i> <i>sinicola</i>	<i>S.</i> <i>cylindrocarpum</i>	<i>S.</i> <i>marchantae</i>	<i>S.</i> <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>	Colectas actuales
Ramificación. Simple o compuesta (3).	Simple	Compuesta	NP	NP	NP	NP	Variable
Ramificación primaria, presente o ausente (6,8).	Presente	NP	NP	NP	NP	NP	Variable
Márgenes suaves o espinosos en las ramas primarias (5,6,8)	Espinoso	Espinoso	Suave	Espinoso	Espinoso	Espinoso	Variable
Vista lateral cilíndrica, comprimida o triquetosa de las ramas primarias (3,4,6,9,11,13,15,16).	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Constante
Ramificación. secundaria presente o ausente (4,8,13,14,18).	Presente	Presente	NP	NP	NP	NP	Variable
Ramificación secundaria bifurcada, presente o ausente (4).	Ausente	Presente	NP	NP	NP	NP	Variable
Vista lateral de las ramas secundarias cilíndricas, presente o ausente (8, 11).	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Constante
Márgenes lisos, muricados, grumosos con espinas o con pequeñas salientes (5,8,9,10,11,13,14,15,18).	Espinas	Espinas	Lisos	NP	Espinas	Espinas	Variable
Forma triangular, triquetosa o filiforme (9,11, 15).	Filiforme	Filiforme	NP	NP	Filiforme	Filiforme	Constante
Patrón de la ramificación espiral o distica (3,14).	Espiral	Espiral	NP	NP	NP	NP	Constante
Erecto o suberecta (19)	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Constante

Continuación tabla II

CARACTER	S. <i>camouii</i>	S. <i>horridum</i>	S. <i>sinicola</i>	S. <i>cilyndrocarpum</i>	S. <i>marchantae</i>	S. <i>polycanthum</i> <i>f. Americanum</i>	Colectas actuales
FILOIDES							
Forma simple, furcada, linear, casi linear, laceolada, oblanceolada, filiforme, tipo aguja, elíptica, ovada, ovoidada, oblonga, espatulada, turbinarioide (4,5,7,8,9,10,11,13,15,16,17,18).	Espatulada	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada	Variable
Simétrico o asimétrico (9, 11).	Simétrico	Simétrico	Simétrico	Simétrico	Simétrico	Simétrico	Constante
Márgenes lisos, serrados, dentados o crenulados (1,4,5,9,10,11,15,17).	Serrados	Serrados	Serrados	Serrados	Serrados	Serrados	Constante
Textura de la hoja coriacea, membranosa, papiracea, ondulada (3,7,9,10,15)	Coreacea	Coreacea	Coreacea	Coreacea	Coreacea	Coreacea	Variable
Ápices obtusos = redondeados o agudos (7,17,18).	Agudos	Agudos	Agudos	Agudos	Agudos	Agudos	Constante
Costilla, presente a todo largo o a la mitad o ausente (1,7,9,10,15).	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Constante
Forma de la costilla bien marcada o desvanecida (1,7,9,11).	Marcada	Marcada	Marcada	Marcada	Marcada	Marcada	Constante
Criptostomata, presente o ausente (7).	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Constante

Continuación tabla II

CARACTER AEROCISTO	<i>S.</i> <i>camouii</i>	<i>S.</i> <i>horridum</i>	<i>S.</i> <i>sinicola</i>	<i>S.</i> <i>cilyndrocarpum</i>	<i>S.</i> <i>marchantae</i>	<i>S.</i> <i>polycanthum</i> <i>f. Americanum</i>	Colectas actuales
Presentes o ausentes (5).	Ausentes	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Variable
Forma esférica, subesférica, cilíndrica, elíptica, oblonga, ovada, ovobada, fisiforme, tipo filocisto (3,6,9,10,11,15,16).	NP	Esférica	Esférica	Esférica	Esférica	Esférica	Constante
Márgenes lisos = suaves o grumosos=tuberculosos rugosos (9,11).	NP	Espinoso	Lisos	Espinoso	Lisos	Espinosos	Variable
Con puntas agudas o no (9)	NP	No	No	No	No	No	Constante
Con apéndices, peciolos, alas, corona (1,3,6,9).	NP	No	No	No	No	No	Constante
Pedicelo presente o no (6,9,11,13,14,17).	NP	Si	Si	Si	Si	Si	Variable
Vista lateral del pedicelo cilíndrica o aplanada (6,11,14,17).	NP	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Constante

Continuación tabla II

CARACTER RECEPTÁCULOS	S. <i>camouii</i>	S. <i>horridum</i>	S. <i>sinicola</i>	S. <i>cilyndrocarpum</i>	S. <i>marchantae</i>	S. <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>	Colectas actuales
Forma sencilla, linear, oblongolanceolada, filiforme, clavada, espatulada, foliosa, filamentosa, ramosa (4,5,9,10,11,15,17).	NP	Ramosa	Ramosa	Filiforme	Ramosa	Ramosa	Variable
Vista transversal cilíndrica, suncilíndrica, triquetosa (3,4,7,9,10,11,13,14,15,16,17,18).	NP	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Constante
Arreglo en racimos o en inflorescencia (4,5,6,9,10,15).	NP	Racimos	Racimos		Racimos		Constante
Márgenes suaves, verrucosos=con muescas, dentados, espinosos (3,4,6,7,9,14,15,16,17).	NP	Espinoso	Suave	Verucosos	Espinosos	Verrucoso	Variable
Con apéndices o alas (4).	NP	No	No	No	No	No	Variable
Dioicos o monoicos (7,9,10,15,16).	NP	Dioico					
Bifurcación o no (19)	NP	Si	Si	Si	Si	Si	Constante
Puntas agudas, subagudas, obtusas o dentadas (19)	NP	Agudos	Agudos	Agudos	Agudos	Agudos	Constante

Continuación tabla II

OOGONIOS	S. <i>camouii</i>	S. <i>horridum</i>	S. <i>sinicola</i>	S. <i>cylindrocarpum</i>	S. <i>marchantae</i>	S. <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>	Colectas actuales
Margen suave o espinoso (19)	NP	NP		NP			Constante
Vista lateral, cilíndrica, subcilíndrica o triangular (19)	NP	NP		NP			Constante
Bifurcación o no (19)	NP	NP		NP			Constante
ANTERIDIOS							
Margen suave o espinoso (19)	NP			NP			Constante
Vista lateral, cilíndrica, subcilíndrica o triangular (19)	NP			NP			Constante
Ramificación presente o ausente	NP			NP			Presente

1. Cordero Jr. (1981). **2.** Tseng, Yoshida y Chiang (1985). **3.** Ang y Trono (1987). **4.** Wornersley (1987). **5.** De Paula (1988). **6.** Magruder (1988). **7.** Tseng y Baoren (1988). **8.** Tsuda (1988). **9.** Yoshida (1988b). **10.** Lee y Yoo (1992). **11.** Trono (1992). **12.** Tseng y Baoren (1992a). **13.** Tseng y Baoren (1992b). **14.** Tseng, Baoren, Ajisaka, Noro, Trono Jr., Chiang y Yoshida (1994). **15.** Ajisaka, Noro y Yoshida (1995). **16.** Noro, Ajisaka y Yoshida (1995). **17.** Tseng y Baoren (1995a). **18.** Tseng y Baoren (1995b). **19.** Setchell y Gardner (1924).

Para la observación de los caracteres morfológicos externos, se consideraron a los ejemplares completos, auxiliándose para la obtención de los datos merísticos de una cinta métrica y un vernier con una precisión de (0.01cm). Se buscó considerar todas las tallas y estadios (vegetativos y reproductivos) en cada una de las localidades y fechas de recolecta.

Para la revisión masiva de las observaciones cuantitativas y cualitativas de los caracteres anatómicos internos y reproductivos, como primera etapa, se llevó a cabo la elaboración de laminillas en fresco, mediante cortes manuales de los receptáculos de cada uno de los talos que se seleccionaron para la observación de caracteres externos que se encontraban en estado reproductivo.

Las laminillas se observaron al microscopio con el objetivo de 10x de primera instancia para identificar a los conceptáculos y posteriormente los detalles se observaron con el objetivo de 40x para determinar el estadio. Al mismo tiempo se tomaron las medidas necesarias de los conceptáculos con ayuda de un micrómetro.

Una vez establecidas las tendencias morfológicas y reproductivas de cada una de las muestras se elaborarán las laminillas permanentes en ejemplares selectos, haciendo uso de una técnica histológica que previamente se estandarizó para el género *Padina* (Paul-Chávez, 2000) y funciona para *Sargassum*. Estas laminillas se emplearon para la obtención de fotografías que se tomaron con una cámara integrada a un microscopio óptico de alta resolución Olympus.

Adicionalmente a las recolectas, se empleó material herborizado, obtenido mediante la solicitud de préstamo de ejemplares almacenados en los siguientes herbarios: el Herbario Ficológico de la UABCS [FBCS], La Paz; Facultad de Ciencias Marinas de la UABC [CMMEEX], Ensenada y el Instituto Smithsonian [US], Washington D. C. Obteniendo 6 ejemplares tipo y 500 ejemplares no tipo de la región de estudio.

Los herbarios mencionados, autorizaron cortar cinco milímetros del talo incluyendo a las estructuras reproductivas, para su rehidratación con una solución de agua de mar, formaldehído al 4 % y detergente en polvo. Este procedimiento se llevo a cabo en ejemplares selectos de los especímenes en préstamo o en los pertenecientes al herbario base para el trabajo (Herbario Ficológico de la UABCS).

Dentro de los ejemplares en préstamo se encontraba el material tipo de las especies que se han reportado en la costa suroeste del Golfo de California, los cuales se encuentran en la Universidad de California (UC), Berkeley y en el Museo de Historia Natural de los Ángeles (LAM). Para estos ejemplares, se solicitó permiso para cortar 1-5 mm de una región que se requiriera analizar, con el compromiso de adicionar la laminilla resultante al ejemplar cuando se realizará la devolución.

EVALUACIÓN TAXONÓMICA

Se realizó una recopilación bibliográfica de todos los estudios sobre la taxonomía de las especies del género *Sargassum* correspondientes al complejo Sinicola, en donde se citara a las especies de la costa suroeste. De estos trabajos se extrajeron los caracteres empleados en la delimitación de las especies, que se concentraron en una tabla, incluyendo a las descripciones

originales de las especies y sus sinonimias. Además se realizó una recopilación de las características taxonómicas utilizadas para diversas especies de *Sargassum* en otras regiones del mundo en donde se han realizado evaluaciones o reevaluaciones taxonómicas.

Una vez que se contó con la base de datos en la que se compilaron los caracteres empleados tradicionalmente por los autores que citan a las especies de *Sargassum* en el área de estudio (Setchell y Gardner, 1924; Dawson, 1944, Dawson, 1946a; Dawson, 1946b; Dawson, 1948; Dawson, 1949, Dawson, 1951, Dawson, 1952; Dawson, 1954, Dawson, 1959, Dawson, 1960; Holguín-Quiñones, 1971; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1985; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1986; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1991; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1992; Mateo-Cid, *et al.*, 1993; Mendoza-González *et al.*, 1994; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1994a; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1994b) y los empleados en evaluaciones actuales realizadas en otras regiones del mundo para otras especies del género (Norris, 1981), se procedió a evaluar a dichos caracteres.

En la base de datos, los caracteres anteriormente mencionados se capturaron en las columnas, llamándoles “caracteres a evaluar” y en los renglones se capturó la información de cada ejemplar (recolecta o herborizado) analizándolos en fusión del estado de los caracteres a evaluar. Se agregaron columnas independientes para asignarles un número de continuidad para fines de control y un número de catálogo al incorporarlos a la colección del Herbario Ficológico de la UABCS (FBCS), en donde se depositaron ejemplares de resguardo.

Con la información obtenida en la base de datos se realizó la determinación del valor de los caracteres, utilizando el siguiente criterio: los caracteres que se presentaban de manera constante en todos los talos analizados se denominaron persistentes al 100%, por lo que se clasificaron como caracteres **diagnósticos o discriminantes**. Aquellos que se presentaron en un 99 al 50 % en los talos analizados, se consideraron como caracteres complementarios con fines **descriptivos** y los que persistieron con un 50 % o menos se desecharon por considerarse **inconsistentes** (Stuessy, 1994).

Esto sirve para darle el rigor taxonómico que produce una estabilidad, al tener la certeza de que independientemente de la época del año, localidad y estadio de la planta, se puede realizar una determinación específica de manera correcta (Silva, 1996).

Una vez establecidos los caracteres discriminantes se formaron la(s) unidad(es) fenotípicas (Stuessy, 1994; Stearn, 2000), para esto se considero solo los caracteres discriminantes, como un filtro por el que pasaron todos los talos con los que se contaba para el análisis. De esta manera se agruparon de manera natural en función de los caracteres discriminantes. Al final se obtuvo un grupo bien definido y delimitado por un conjunto de caracteres estables y confiables, por lo que se llamo unidad fenotípica. Se encontró una variedad de morfologías, las cuales se consideraron para la descripción de la especie.

DETERMINACIÓN NOMENCLATURAL

Una vez determinada la entidad fenotípica se continuó con la determinación del nombre específico. Con base a los caracteres diagnósticos cada una de las unidades fenotípicas se contrastaron con el material tipo en el

que se basó la descripción original de cada una de las especies reportadas para el área de estudio.

Como se encontró que todos los tipos tenían los mismos caracteres diagnósticos que los de la unidad fenotípica, se concluyó que por lo que todos correspondía al mismo nombre, considerando como el nombre correcto al holotipo que se hubiera descrito primero, se encontrara reproductivo y se mantuviera en el mejor estado de conservación. Una vez realizada la selección se considera ya como la especie válida del complejo *Sinicola*, quedando todos los nombres del complejo como sinónimos heterotípicos del nombre seleccionado.

Finalmente, se precedió a la descripción detallada de la especie válida, considerando el polimorfismo que se presenta, dependiendo de: estadio reproductivo, el hábitat y la estación climática. Estas descripciones se compararon con las descripciones realizadas en el contexto moderno para otras especies de *Sargassum*, con la finalidad de ubicar a las especies de la costa suroeste del Golfo de California en el ámbito mundial.

CARACTERES MORFOLÓGICOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DEL MATERIAL TIPO POR ESPECIE DEL COMPLEJO SINICOLA.

Sargassum horridum

Con respecto las características morfológicas vegetativas y reproductivas del Holotipo de *Sargassum horridum* (UC 221178), podemos mencionar que en el ejemplar el sujetador y estipe no se encuentran presentes, pero en el eje central se observan espinas. Los filoides son de forma lanceolada simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos que presentan los talos se caracterizan por presentar: espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico y sin estructuras anexas, como se muestra en el ejemplar (Fig. 13).

Relacionado con los caracteres reproductivos, se puede mencionar que los receptáculos se presentan en forma ramosa, con vista transversal cilíndrica, arreglo en racimos, puntas agudas, con más de dos bifurcaciones y con espinas (Fig. 12).

Sargassum sinicola

En el ejemplar del Holotipo (UC 221050) de *Sargassum sinicola* no están presentes el sujetador, el estipe y las ramas secundarias, pero en el eje central se observa que es liso (sin espinas) y erecto. Los filoides del ejemplar tiene una forma lanceolada son simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no presenta espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico y sin estructuras anexas (Fig. 14). Los receptáculos se presentan en forma ramosa, con vista transversal cilíndrica, arreglo en racimos, puntas agudas, con más de dos bifurcaciones y sin espinas (Fig. 12).

Fig. 13. Holotipo de *Sargassum horridum* (UC 221178), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y estipe no se encuentran presentes, pero en el eje central se observan espinas (flecha de cabeza sencilla). En la figura podemos observar que los filoides son de forma lanceolada, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen (flecha de doble cabeza), textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos que presentan los talos se caracterizan por presentar: espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico (flecha con cabeza redonda) y sin estructuras anexas. Escala de la barra 1 cm.



TYPE OF *Sargassum horridum* Setchell & Gardner

Proc. Calif. Acad. Sc., ser. 4, 12: 734, pl. 20: figs. 65, 66. 1924.



oogonium - few or no
outgrowths

ALGAE OF Gulf of California
Sargassum horridum S. + G.

La Paz ^{Typha}
Marchant, 22

Fig. 14 Holotipo de *Sargassum sinicola* (UC 221050), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador, el estipe y las ramas secundarias no están presentes, pero el eje central se observa sin espinas y erecto (flecha de cabeza sencilla). Los filoides del ejemplar tiene una forma lanceolada, son simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, textura coracea, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no presenta espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico y sin estructuras anexas (flecha de doble cabeza). Escala de la barra 1 cm.



TYPE OF

Sargassum sinicola S & G

Proc. Calif. Acad. Sci., 4th Ser. 12: 29,
p. 76, pl. 20, fig. 13. 1924.

*Tips are vegetative with possibly some
outlandish, lower parts of receptacles
apparently sterile.*

P. XVIII

HERBARIUM OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

ALGAE OF *Gulf of California*

Sargassum sinicola S. & G.

*Amelca, near La Paz
Marchant - us-20. Type*



Sargassum marchantae

El Holotipo (UC 221200) de *Sargassum marchantae*, presenta ausencia del sujetador y el estipe, pero el eje central tiene espinas. Los filoides del talo son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no tienen espinas, son esféricos y con pedicelo (Fig. 15). Los receptáculos del ejemplar están en forma ramosa, con vista transversal cilíndrica, arreglo en racimos, puntas agudas, con más de dos bifurcaciones y con espinas (Fig. 12) .

Sargassum cilyndrocarpum

El Holotipo (UC 221177) de *Sargassum cilyndrocarpum*, no presenta el sujetador y estipe, pero el eje central tiene espinas. Los filoides son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, con ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con un pedicelo cilíndrico (Fig. 16). Los receptáculos son en forma ramosa, con vista transversal cilíndrica, arreglo en racimos, puntas agudas, con más de dos bifurcaciones (Fig. 12).

Sargassum polyacantum f. americanum

El Holotipo (UC 81283) de *Sargassum polyacantum f. americanum*, presenta ausencia del sujetador y estipe, pero el eje central presenta espinas. Los filoides son de forma lanceolada, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas bien marcados. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico (Fig. 17). Los receptáculos están en forma ramosa, con vista transversal cilíndrica, arreglo en racimos, puntas agudas y con más de dos bifurcaciones (Fig. 12).

Fig. 15. Holotipo de *Sargassum marchantae* (UC 221200), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y el estipe no están presentes, pero el eje central presenta espinas (flecha). Los filoides del talo son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos del ejemplar no tienen espinas, son esféricos y con pedicelo (flecha con doble cabeza). Escala de la barra 1 cm.



Placed in the synonymy of *Sargassum horridum*
 Setchell et Gardner by Dawson, Allan Hancock
 Pacific Expeditions 3: 247. 1944.

TYPE OF *Sargassum marchantiae* Setchell &
 Gardner

Proc. Calif. Acad. Sc., ser. 4, 12: 735,
 pl. 19: fig. 63. 1924.

Sargassum horridum

HERBARIUM OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

ALGAE OF GULF OF CALIFORNIA

Sargassum Marchantiae S. and G.

Ensenada, near La Paz Type
 Marchant - no. 17



Fig. 16. Holotipo de *Sargassum cylindrocarpum* (UC 221177), características morfológicas vegetativas: en el ejemplar el sujetador y estipe no están presentes, pero el eje central tiene espinas (flecha de cabeza sencilla). Los filoides son lanceolados, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, con ápices agudos y con criptostomas. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con un pedicelo cilíndrico (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 1 cm.



Placed in the synonymy of *Sargassum sinicola*
 Setchell et Gardner by Dawson, Allan Hancock
 Pacific Expeditions 3: 247, 1944.

TYPE OF

Sargassum cylindrocarpum S & G

Proc. Calif. Acad. Sci., 4th series Vol. 12,
 no. 29, p. 738, pl. 21, fig. 77.



ALGAE OF Gulf of California
Sargassum cylindrocarpa
 S. and G.
 La Paz
 Marchant, no 11. Type

Fig. 17. Holotipo de *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283), características morfológicas vegetativas: en el talo el sujetador y estipe no están presentes, pero el eje central presenta espinas (flecha). Los filoides son de forma lanceolada, simétricos, con enervadura completa, serrados en el margen, ápices agudos y con criptostomas bien marcados. Los aerocistos presentan espinas, son esféricos, con pedicelo cilíndrico. Escala de la barra 1 cm.



This plant is a part of the botanical collection of the California Academy of Sciences, San Francisco, California, which was previously transferred to the University of California Herbarium (UCJ), Berkeley, California, in 1970. It should be cited as UCJ 1217.

Placed in the synonymy of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner by Dawson, Allan Hancock Pacific Expeditions 3: 247-248. 1944.

205/15

TYPE OF

Sargassum polyacanthum f. *americanum*
Setchell et Gardner

Proc. Calif. Acad. Sci., ser.4, 12: 736. 1921

HERBARIUM
51263
NOV 20 1921

ALGAE OF Gulf of California

Sargassum polyacanthum f. *americanum*
S. and G.

La Paz
T. S. Brandegee, no 27 Type

Sargassum camouii

El Holotipo (LAM 500482) de *Sargassum camouii*, tiene el estipe y eje central del ejemplar con espinas. Los filoides son de forma espatulada, con ápices agudos, simétricos, con enervadura bien marcada, serrados en el margen, con criptostomas, aerocistos ausentes y talo vegetativo (Fig. 18).

CARACTERES ANATÓMICOS REPRODUCTIVOS DEL MATERIAL TIPO.

Los caracteres anatómico-reproductivos del Holotipo (UC 221178) de *Sargassum horridum*, muestran que los receptáculos, tienen conceptáculos monoicos, en donde se observan gametangios masculinos y femeninos en el mismo conceptáculo (Fig. 19). En los cortes transversales la parte gamentangial femenina se observan diferentes estadios de madures: a) conceptáculos jóvenes, b) estadios tempranos del desarrollo del gametangio, en donde se observa el inicio del pedúnculo, c) estadio donde se observan los gametangios granulados indicando su madurez y d) conceptáculos vacíos (Fig. 20 A-D).

En el Holotipo (UC 221050) de *Sargassum sinicola*, es un ejemplar reproductivo. La ilustración del corte longitudinal del receptáculo, muestra los conceptáculos, en donde se observan gametangios masculinos y femeninos en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos (Fig. 19). En los cortes transversales que muestran la parte gamentangial femenina, se observan diferentes estadios de madures: a) conceptáculos jóvenes, b) estadios tempranos del desarrollo del gametangio, en donde se observa el inicio del pedúnculo, c) estadio donde se observan los gametangios granulados indicando su madurez y d) conceptáculos vacíos (Fig. 20 A-D).

Fig. 18. Holotipo de *Sargassum camouii* (LAM 500482), características morfológicas vegetativas: el estipe y eje central del ejemplar presentan espinas (flecha de cabeza sencilla). Los filoides son de forma espatulada, con ápices agudos, simétricos, con enervadura bien marcada (flecha de cabeza doble), serrados en el margen, con criptostomas, aerocistos ausentes y talo vegetativo. Escala de la barra 1 cm.



TYPE COLLECTION
Sargassum Canouii Dawson

Orig. Desc. Dawson, 1944 p. 298 AHP No. 15

HERBARIUM OF THE ALLAN HANCOCK FOUNDATION
PLANTS OF THE PACIFIC EXPEDITIONS
GULF OF CALIFORNIA

Sargassum Canouii Dawson

3 miles S.W. of south channel mouth on
cobblestone beach, Tiburon Isl.

Collected by E. Yale Dawson 5869

July 17, 1940

Det. by...E. Yale Dawson.....

THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA

Fig 19. Anatomía reproductiva representativa de los holotipos de las especies: *Sargassum horridum* (UC 221178), *Sargassum sinicola* (UC 221050), *Sargassum marchantae* (UC 221200), *Sargassum cylindrocarpum* (UC 221177), *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283), donde se ilustra un corte longitudinal del receptáculo, que muestra conceptáculos con gametangios masculinos (flecha de cabeza doble) y femeninos (flecha de cabeza sencilla) en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos. Escala de la barra 10 μ m.

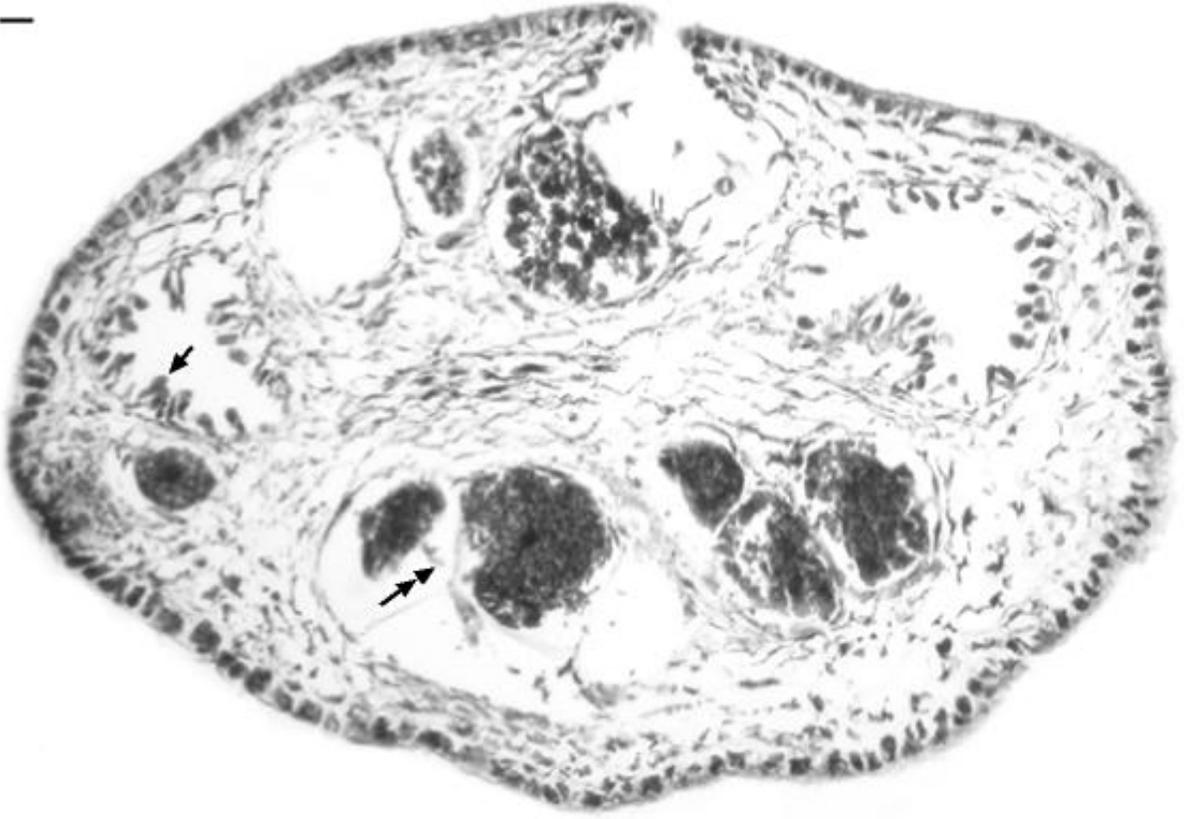


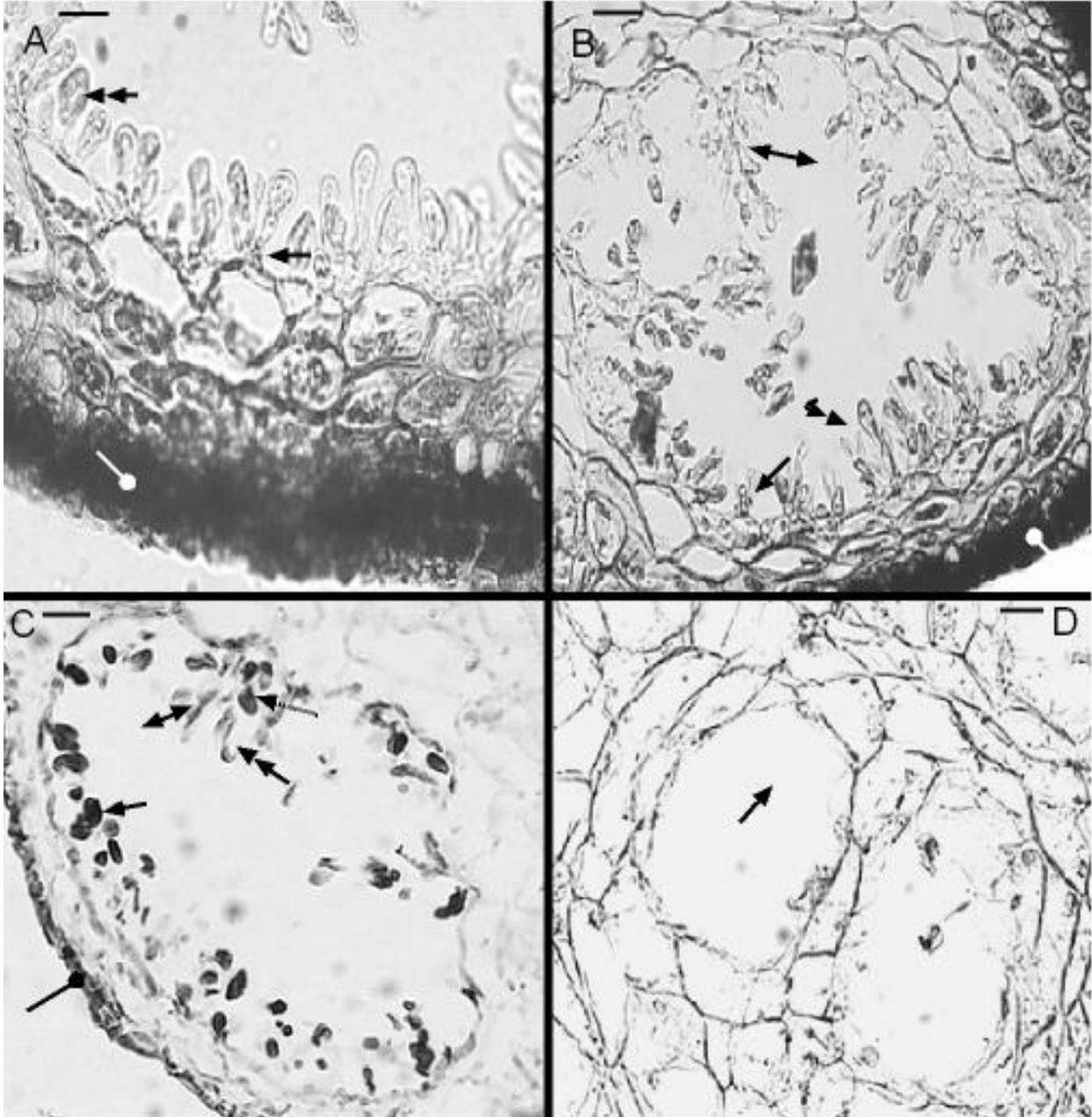
Fig. 20 A-D. Anatomía de los gametangios de los holotipos de las especies: *Sargassum horridum* (UC 221178), *Sargassum sinicola* (UC 221050), *Sargassum marchantae* (UC 221200), *Sargassum cylindrocarpum* (UC 221177), *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283).

Fig. 20A. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla) y oogonias con granulación (flecha de cabeza doble), así como el poro del conceptáculo (flecha punteada con doble cabeza). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20B. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados con oogonias densos (flecha de cabeza sencilla), y un conceptáculo masculino (flecha de doble cabeza). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20C. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados con oogonias densos con un núcleo evidente (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 20D. Corte transversal del receptáculo donde se observa un conceptáculo vacío (flecha de cabeza sencilla), así como células corticales parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .



El Holotipo (UC 221200) de *Sargassum marchantae* se encontró reproductivo. El corte longitudinal de los conceptáculos, muestra los gametangios masculinos y femeninos en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos (Fig. 19).

En los cortes transversales de la parte gamentangial femenina se observan diferentes estadios de madures: a) conceptáculos jóvenes, b) estadios tempranos del desarrollo del gametangio, en donde se observa el inicio del pedúnculo, c) estadio donde se observan los gametangios granulados indicando su madurez y d) conceptáculos vacíos (Fig. 20 A-D).

El Holotipo (UC 221177) de *Sargassum cylindrocarpum* se encontró reproductivo. En el corte longitudinal del receptáculo, se muestra los conceptáculos, con gametangios masculinos y femeninos en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos (Fig. 19).

Los cortes transversales de la parte gamentangial femenina muestran diferentes estadios de madures: a) conceptáculos jóvenes, b) estadios tempranos del desarrollo del gametangio, en donde se observa el inició del pedúnculo, c) estadio donde se observan los gametangios granulados indicando su madurez y d) conceptáculos vacíos (Fig. 20 A-D).

El Holotipo (UC 81283) de *Sargassum polycantum f. americanum* se encontró reproductivo. El corte longitudinal del receptáculo, muestra los conceptáculos, en donde se observan gametangios masculinos y femeninos en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos (Fig. 19).

Los cortes transversales de la parte gamentangial femenina muestran diferentes estadios de madures: a) conceptáculos jóvenes, b) estadios tempranos del desarrollo

del gametangio, en donde se observa el inicio del pedúnculo, c) estadio donde se observan los gametangios granulados indicando su madurez y d) conceptáculos vacíos (Fig. 20 A-D).

FORMACIÓN DE LA UNIDAD FENOTÍPICA Y LA DETERMINACIÓN NOMENCLATORIAL.

Con base en los caracteres seleccionados como discriminantes, se concluyo que existía una sola unidad fenotípica, ya que todos los ejemplares compartieron los caracteres diagnósticos, por lo que se considera que todo el complejo *Sinicola* es una especie. Para la asignación del nombre, se comparo a la unidad fenotípica con el material tipo, de cada una de las especies reportadas para el suroeste del Golfo de California, determinado que el nombre más adecuado para esta unidad es *Sargassum horridum* por ser el nombre más antiguo, estar reproductivo y bien preservado. Quedando entonces los nombres de *Sargassum sinicola*, *Sargassum camouii*, *Sargassum marchantae*, *Sargassum cylindrocarpum* y *Sargassum polycantum f. americanum*, como sinónimos heterotípicos de *Sargassum horridum*.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

***Sargassum horridum* Setchell y Gardner 1924:736, lam. 20, fig. 73.**

Referencias publicadas: Setchell y Gardner 1924:732, 1925:711. Dawson 1944:238, 1949:215, 1953:97, 1959:1; 1961:370, 1966:57; Norris 1972:1, 1975:148; Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza 1985:115, 1987:183, 1989:15; Huerta-Musquiz y Mendoza-González 1985:35; Mendoza-González *et al.*, 1986:414, 1993:41; Rocha-Ramírez y Siqueiros-Beltrones 1990:20; Espinoza 1990: 1; Mateo-Cid *et al.*, 1992:55; Núñez-López y Casas-Valdés 1996:455, 1997:19; Riosmena-Rodríguez y Paúl-Chávez 1997:60.

Referencias no publicadas: Norris, 1975; Muñeton-Gómez, 1987; Fajardo-León, 1994.

Holotipo: Marchant 20, almacenado en el herbario de UC Berkeley.

Localidad tipo: De acuerdo con Setchell y Gardner (1924:736) varado en La Paz, B.C.S.

Sinónimos heterotípicos: *S. polyacanthum f americanum* Setchell y Gardner 1924:736 LAM, 21, fig. 83. *S. cylindrocarpum* Setchell y Gardner 1924:738 lam, 21, fig. 77. *S. californicum* (Grum) Setchell 1937:129.

Descripción

Características morfológicas y anatómicas vegetativas

Los sujetadores pertenecientes a los ejemplares revisados presentan un gradiente continuo de variación en la forma, desde la "discoidal" hasta la cónica, pasando por sujetadores con prolongaciones llamados "hápteros" (Figs. 2 A-C). Estas prolongaciones se observan creciendo en la parte basal del estipe dejando marcas sobre este. En una población en el mismo tiempo espacial se encuentran los diferentes tipos de sujetadores.

Después del sujetador se encuentra el estipe, en el que se encuentran varias (0-18) marcas, mide de 1-5 cm, continua hacia la parte apical, convirtiéndose después de la fronda (ramas) en el eje principal, por que sobre el crecen las ramas secundarias, aerocistos, filoides y receptáculos.

El número de ramas varia (1-5) de un talo a otro, con un promedio de 3 por talo, estas ramas se originan en la parte final del estipe. En este sitio además se pueden encontrar estructuras llamadas caulines, cuya función no esta clara, pero actualmente

se relacionan con la reproducción vegetativa, a diferencia de los primeros registros en los que se les relacionaba con la reproducción sexual, en el presente trabajo se observa la elongación de estas estructuras para generar ramas, respaldando su relación con la reproducción asexual.

Anatómicamente los caulines no presentan el mismo arreglo celular (Fig. 21 D-E) que el eje principal y los filoides; ya que ambos tienen células corticales y medulares, pero el caulin tiene diferentes tamaños de células medulares a diferencia del eje principal y filoide, que las tiene del mismo tamaño; las células corticales se encuentran pigmentadas totalmente en los caulines y parcialmente en el eje principal y filoides (Fig. 21 A-C). En los filoides además del arreglo anterior presentan, células trompeta, que dan lugar a la enervadura (costa) y criptostomas que son hendiduras en la parte superficial del filoide en la que encontramos paráfisis (Fig. 22 A-C). Los aerocistos anatómicamente presentan células corticales parcialmente pigmentadas y células medulares del mismo tamaño que internamente forman un saco de aire (Fig. 22 D).

Características reproductivas

Las características anatómicas reproductivas (receptáculos) son homogéneas en forma y talla. Los receptáculos pueden o no presentar márgenes dentados que miden (5-10 mm) de largo por (1.5-3 mm) de diámetro en promedio, el número de ramas varía de 2-5, pueden tener un pedúnculo propio o compartirlo con los aerocistos, por lo que presenta receptáculos cortos y anchos y receptáculos largos y delgados (Fig. 12). La especie se puede definir como monoica, puesto que todos los talos analizados que se encontraban en estado reproductivo, muestran receptáculos femeninos y masculinos (Fig. 23).

Figs 21A-E. *Sargassum horridum*: Anatomía vegetativa del eje principal y caulines.

Fig. 21A. Corte transversal de un eje principal cilíndrico, donde se muestra que las células corticales, se encuentran parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), y el arreglo medular homogéneo en tamaño (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21B. Corte transversal de un eje principal complanado, donde se muestra que las células corticales, se encuentran ligeramente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), y el arreglo medular homogéneo en tamaño (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21C Acercamiento de la figura anterior, misma explicación. Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21D. Corte transversal de un caulín, en donde se observan células corticales totalmente pigmentadas (flecha de cabeza sencilla), así como células medulares de diferente tamaño. Su tamaño aumenta después de la región cortical hasta alcanzar un máximo (flecha de cabeza doble), continuando con una disminución hacia el centro de la médula (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 21E. Acercamiento de la figura anterior, en donde se observan las células totalmente pigmentadas de la corteza (flecha de cabeza sencilla) y las células medulares contiguas (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

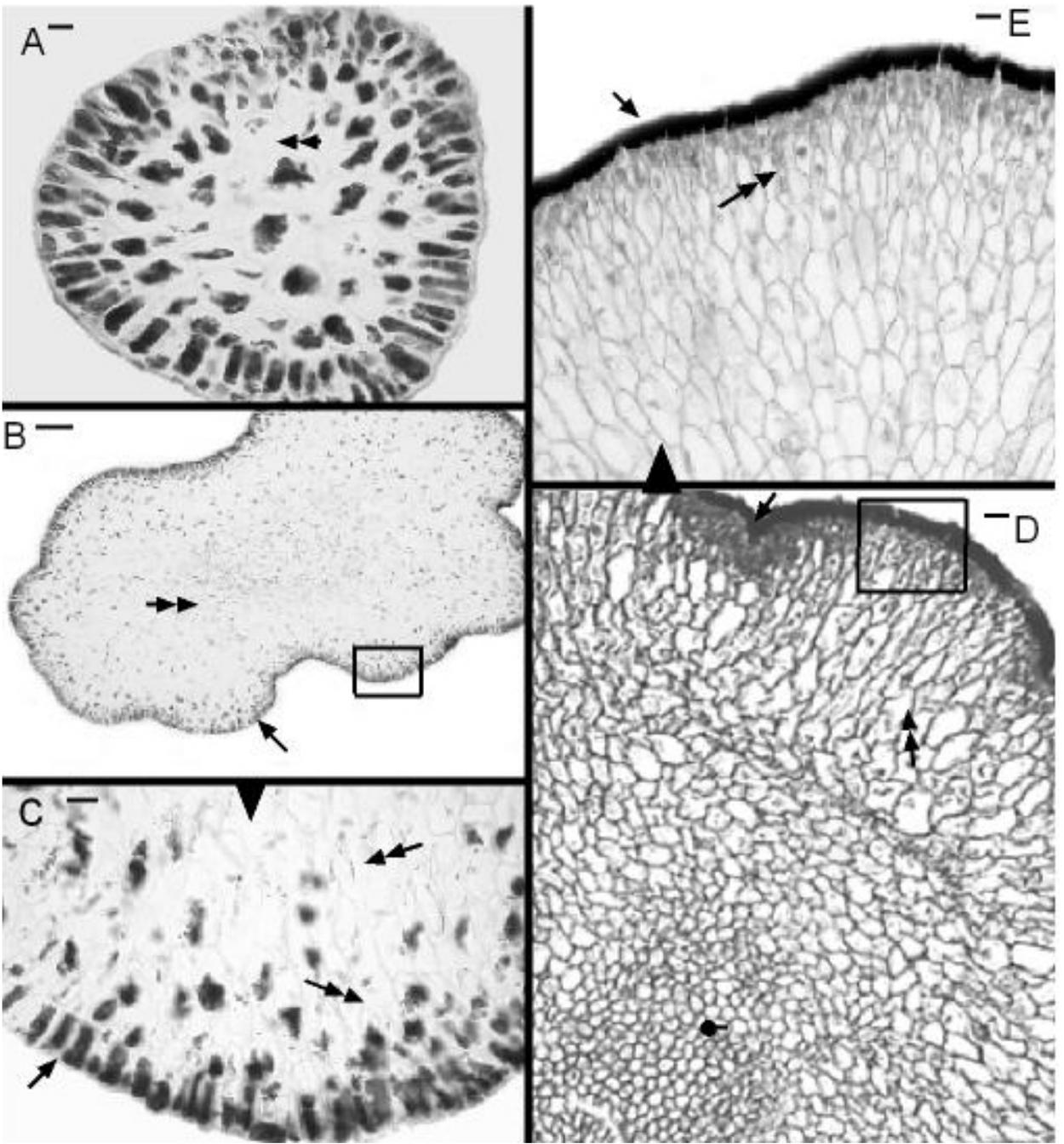


Fig. 22A-D. *Sargassum horridum*: Anatomía vegetativa de los filoides y aerocistos.

Fig. 22A. Corte longitudinal de un filoide en donde se observa un criptostomata, con paráfisis dentro de él (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22B. Corte transversal de un filoide en la región donde no hay enervadura, en donde se observan células corticales (flecha de cabeza sencilla) y medulares (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22C. Corte longitudinal de la enervadura del filoide, en donde se observa que esta compuesta de células trompeta (flecha de cabeza redonda) que corren en sentido contrario a las medulares contiguas (flecha de cabeza doble). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 22D. Corte transversal de un aerocisto en donde se muestra que solamente tiene células corticales en la parte exterior (flecha de cabeza sencilla) y hacia el interior se encuentra hueco (flecha con cabeza en ambos lados). Escala de la barra 10 μm .

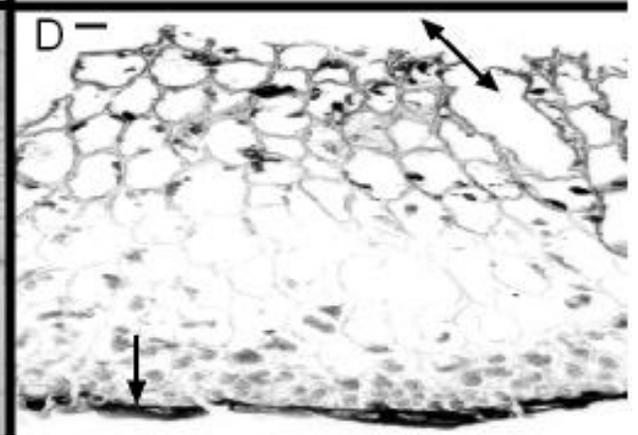
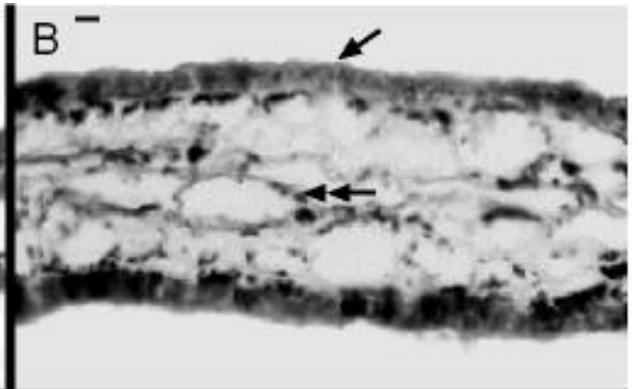
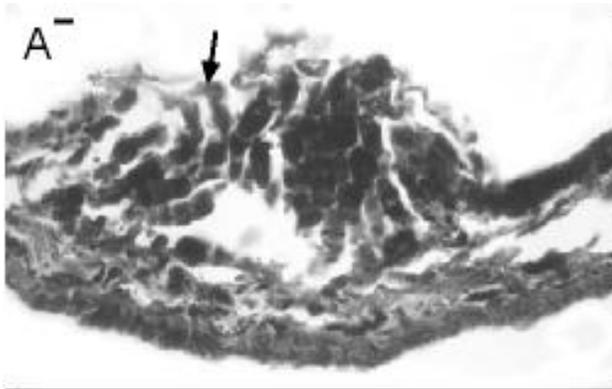
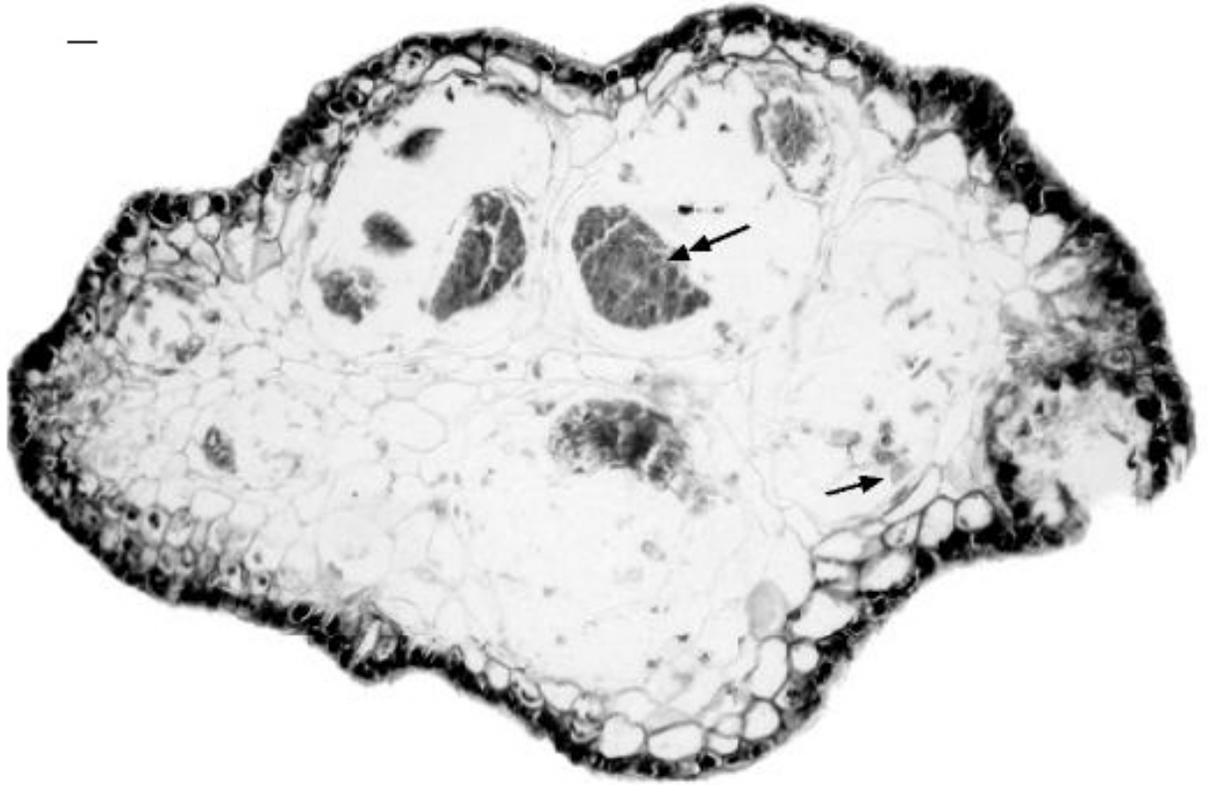


Fig. 23. *Sargassum horridum*: Anatomía reproductiva. Ilustración del corte longitudinal del receptáculo, donde se muestra los conceptáculos y los gametangios masculinos (flecha de cabeza doble) y femeninos (flecha de cabeza sencilla) en el mismo conceptáculo por lo que son organismos monoicos. Escala de la barra 10 μm .



En los cortes de los receptáculos se observan: conceptáculos con gametangios femeninos ramificados y no ramificados, ambos con oogonios granulados y densos; conceptáculos vacíos y células corticales parcialmente pigmentadas (Fig. 24A-D).

Caracteres diagnósticos: presencia de la enervadura completa, simetría del filoide y aerocistos cilíndricos.

Nomenclatura: como los resultados del presente trabajo determinan que el complejo *Sinicola* constituye una sola especie, todos los nombres involucrados en el complejo (Tabla I), quedan como sinónimos heterotípicos de *Sargassum horridum*.

Distribución geográfica

Sargassum horridum, se distribuye a lo largo de todo el noroeste del Pacífico Mexicano y el Golfo de California.

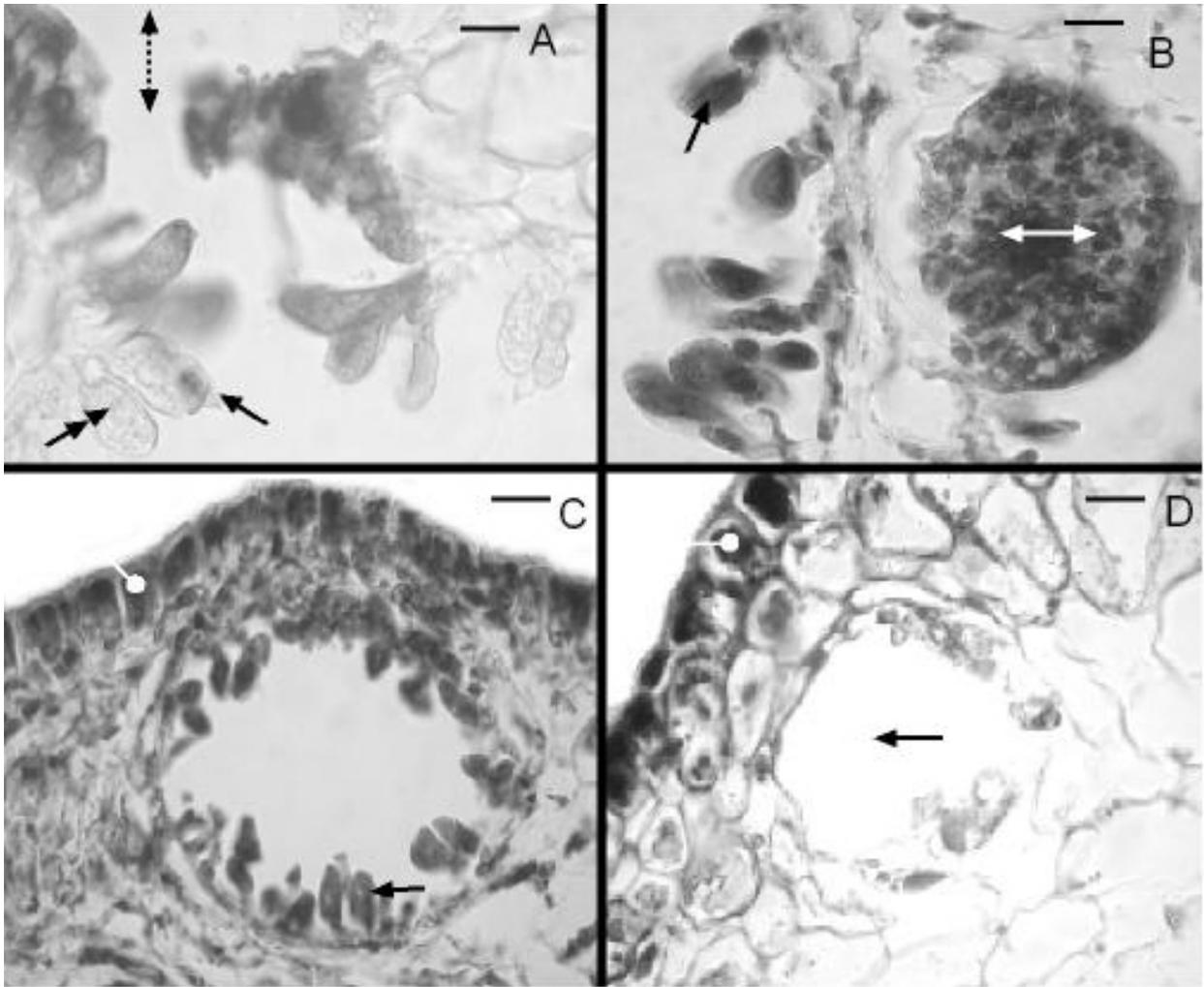
Fig. 24A-D. *Sargassum horridum*: Anatomía del gametangio femenino.

Fig. 24A. Corte transversal del receptáculo en donde se observa gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla) y oogonias con granulación (flecha de cabeza doble). Se denota también una región cortical pigmentada (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24B. Corte transversal del receptáculo en donde se observa un conceptáculo que presenta dos tipos de gametangios. Gametangios no ramificados (flecha de cabeza sencilla), y ramificados (flecha de doble cabeza), ambos con oogonios granulados (flecha de cabeza doble). También se observa que las células corticales están totalmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24C. Corte transversal del receptáculo donde se observa un conceptáculo con gametangios ramificados (flecha de doble cabeza) con oogonias parcialmente granulados (flecha de cabeza doble) y densos (flecha con cola punteada); así como gametangios no ramificados cuyos oogonios son densos (flecha de cabeza sencilla). Células corticales parcialmente pigmentadas (flecha de cabeza redonda). Escala de la barra 10 μm .

Fig. 24D. Corte transversal del receptáculo donde se observan conceptáculos vacíos (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 10 μm .



Aspectos ecológicos

Sargassum horridum, forma sistemas complejos en el intermareal y submareal superior, teniendo como base, mantos mono o multiespecíficos de *Sargassum* con extensiones de varias hectáreas. En dichos mantos se encuentran asociadas diferentes especies de macroalgas que son componentes importantes por su abundancia como: *Padina*, *Ulva* y *Dyctiota*. Además se ha observado la presencia de diferentes grupos de invertebrados y larvas de vertebrados, por lo que la importancia de estos sistemas y el papel ecológico es comparable con la de los mantos que forman algunas especies del Orden Laminariales en otras latitudes.

El sustrato en el que se encuentra creciendo esta especie es rocoso, principalmente canto rodado y roca madre. Las especies intermareales tienen horas de exposición parcial durante el día sin quedar totalmente expuestas, por lo que están siendo impactadas de manera importante por los cambios en la marea y los patrones de corriente.

Material examinado: *Sargassum horridum*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (Dawson, 17. III. 1924, UC # 221200). *S. horridum*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (S. y G. 22. III. 1924, UC # 221178). *S. sinicola*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (Dawson, 27. III. 1924, UC # 8128). *S. sinicola*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (S. y G. 20. III. 1924, UC # 221050). *Sargassum marchantae*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (S. y G., 17. III. 1924, UC # 221200). *S. polyacanthum f. americanum*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (S. y G., 27. III. 1924, UC # 81283). *S. cylindrocarpum*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (S. y G., ND. ND. 1924, UC # 221177). *S. camouii*. Material Tipo: Holotipo Golfo de California (Dawson, 17. VII. 1940, LAM # 500482). El resto de los ejemplares ver anexo A.

Tipo: Marchant 20, almacenado en el herbario de UC Berkeley, falta la información de colecta.

Discusión

Al delimitar a una especie en un contexto morfológico pudiera haber subjetividad, por los diversos puntos de vista de los autores y los factores que modifican las características morfológicas de los talos. Por lo que para emitir un juicio adecuado, el taxónomo debe ser auxiliado por la cantidad del material disponible para hacer el estudio y la correcta valoración de los caracteres (Ang y Trono 1987). En el presente trabajo se tuvo una representatividad de 3000 talos, procedentes de diferentes años y localidades (Anexo A), lo que le da confiabilidad a este trabajo.

Hay una limitante en los estudios previos, que se realizaron en base a un espécimen, lo cual resulta en una apreciación puntual, y el problema se acentúa si fueron trabajos en los que se realizó la descripción de la especie, por que se podría considerar como una inadecuada delimitación de las especies y de sus entidades infraespecíficas (Woelkerling y Campbell, 1992).

Hay que comprender los mecanismos por los cuales se produce la variabilidad o diversidad en vez de hacer puramente las clasificaciones. Actualmente la definición puramente morfológica de especie ha empezado a ser desplazada por el concepto biológico, ya que es primordial el definir a las especies en un marco de caracteres morfológicos, anatómicos y reproductivos. Por ejemplo: las plantas tienden a presentar una plasticidad más grande que los animales, que afecta a sus morfologías drásticamente de acuerdo a la edad de la planta y a sus condiciones de crecimiento, o a la estación del año y los factores ambientales.

La identificación, no así la clasificación, implica la colocación de un espécimen individual dentro de un grupo previamente clasificado y nombrado (Jardine, 1969), por

lo que debe trabajarse en grupos que tienen los caracteres parecidos y que han sido descritos como sinonimias. De acuerdo con esta idea, encontramos en la primera parte de este trabajo, que a través del tiempo, varios autores han mencionado diferentes puntos de vista en cuanto a los caracteres descriptivos utilizados para definir a las especies *S. camouii*, *S. sinicola*, y *S. horridum*, generando una controversia taxonómica. Pasado de ser entidades independientes a integrantes de un complejo y hasta ser consideradas variedades, pero actualmente no se consideran sinónimas (Setchell y Gardner 1924; Dawson, 1940; Norris 1975).

En los resultados obtenidos se observa que las características empleadas hasta el momento para la identificación de las especies del complejo Sinicola del suroeste del Golfo de California, no eran adecuadas para hacer una clara delimitación de las especies. Los caracteres que anteriormente se consideraron para delimitar a las especies del complejo, se traslapan entre dos o tres especies ya que presenta muchas similitudes, se enuncian algunos caracteres que marcaban la diferencia:

-Entre *S. camouii* y *S. horridum*: forma de los filoides linear a lanceolada, con costa (enervadura).

-Entre *S. horridum* y *S. sinicola*: sujetador hapteroidal, filoides con costa (enervadura) y criptostornata conspicuos, aerocitos esféricos con apícula o pecíolos y dispersos entre las ramas.

-Entre *S. camouii* y *S. sinicola*: sujetador de forma cónica, margen de los filoides dentados, filoides con costa y criptostomatas, aerocistos esféricos de márgenes suaves y mismo rango de mediciones del diámetro. Largo de las ramificaciones hasta 60 cm.

-Entre *S. camouii*, *S. sinicola* y *S. horridum*: forma cónica del sujetador, forma lanceolada del filóide y margen serrado, con costa (enervadura), presencia de criptostomata, aerocistos esféricos, y presencia de receptáculos oogoniales con márgenes dentados.

El complejo *Sinicola* presentaba una de las mayores controversias taxonómicas en la Botánica Marina. Con respecto a los estados del carácter "sujetador" se ha mencionado en las descripciones como discriminantes, aunque el espécimen tipo de *S. sinicola* no lo presenta. Sin embargo, al observar nuestra muestra de ejemplares de la especie, nos damos cuenta de que esta estructura presenta un continuo de variación de un extremo al otro, es decir que encontramos sujetadores con forma "discoidal", forma "cónica" y sujetadores que generan otras estructuras como "hapteros" y/o "rizoides", por lo que no es posible hacer una discriminación interespecífica con los estados de este carácter.

De igual manera encontramos que otro carácter con un continuo de variación es la "forma" y el "tamaño" de los filóides (Fig.6) lo cual invalida estos criterios de clasificación de forma interespecífica. Los aerocistos presentan diferentes tipos de "pedicelos" y una serie de inconsistencias en los estados que se presentan para el carácter "forma" de los aerocistos (Fig.9), en donde los estados describen grados de la esfericidad de forma cualitativa entre las diferentes especies del género, según su interpretación (Dawson, 1944; Norris, 1975; Rocha-Ramirez y Siqueiros-Beltrones, 1990; Setchell, 1937; Setchell y Gardner, 1925; Taylor, 1945). En el caso en que se presenten los aerocistos, porque a veces no se presentan (Núñez-López y Casas-Valdés, 1996), se observa que los caracteres cualitativos no están apoyados por

mediciones cuantitativas, por lo que es posible encontrar saltos entre los estados de los caracteres definidos arbitrariamente por los descriptores de las especies, como el estado "elíptico" y "elipsoidal" que pudieran significar lo mismo. Además, en las observaciones directas sobre los ejemplares de *S. sinicola*, la forma de los aerocistos muestra un continuo de variación que va desde la elipse hasta la circunferencia total (Fig.9).

Con respecto a las características reproductivas podemos decir que el hecho de tener receptáculos cortos y largos, es parte de las inconsistencias que se habían mostrado en la definición de las especies desde la descripción original. Las primeras se asemejan a la descripción dada por Setchell y Gardner para tres nombres: *S. horridum*, *S. sinicola* y *S. herporhizum* (1924:812) y las segundas a la descripción de Dawson (1944:376) para los masculinos de *S. horridum*.

En la descripción original de Setchell y Gardner (1924), *S. horridum* presenta diferencias morfológica debidas a un dimorfismo sexual. Las ramas del espécimen femenino son muricadas con receptáculos espinosos, ramas suaves y cilíndricas. En las plantas anteridiales: las estructuras reproductoras están menos ramificadas, más delgadas y finamente espinosas. Esto último concuerda con la descripción de los reproductores femeninos, quienes son cortos y anchos y los masculinos son largos y delgados.

Anexo A. Relación del material selecto de las especies del genero *Sargassum* que se distribuyen en el suroeste del Golfo de California.

Armenta: *Sargassum sinicola* FBCS-0983 (26-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-2340 (15-mayo-1989); *S. sinicola* FBCS-2384 (15-mayo-1989); *S. sinicola* FBCS-2403 (02-mayo-1990); *S. horridum* FBCS-3256 (25-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-6012 (25-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-6014 (06-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-6669 (15-mayo-9999) *S. sinicola* FBCS-6669 (15-mayo-9999); *S. horridum* FBCS-6763 (99-marzo-1996); *S. horridum* FBCS-6767 (20-marzo-1999). **Bahía de La Paz:** *S. horridum* FBCS-0995 (14-octubre-1993); *S. sinicola* FBCS-4278 (01-junio-1994). **Bahía de La Ventana:** *S. sinicola* FBCS-6015 (16-abril-1994). **Bahía de Los Ángeles:** *S. sinicola* FBCS-2382 (14-junio-1999). **Balandra:** *S. horridum* FBCS-0531 (25-septiembre-1984); *S. horridum* FBCS-0759 (25-septiembre-1984); *S. horridum* FBCS-0822 (17-abril-1982); *S. horridum* FBCS-0823 (18-abril-1982); *S. horridum* FBCS-0825 (24-abril-1982) *S. horridum* FBCS-0831 (06-mayo-1988); *S. horridum* FBCS-0835 (06-mayo-1988); *S. horridum* FBCS-0851 (30-abril-1983); *S. sinicola* FBCS-0971 (20-agosto-1983); *S. sinicola* FBCS-0984 (24-abril-1982); *S. sinicola* FBCS-0987 (09-mayo-1986); *S. sinicola* FBCS-0988 (18-mayo-1996); *S. sinicola* FBCS-0990 (20-marzo-1982); *S. horridum* FBCS-1572 (16-mayo-1982); *S. horridum* FBCS-1998 (25-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-1999 (03-septiembre-1994); *S. sinicola* FBCS-3068 (01-noviembre-1994); *S. horridum* FBCS-3170 (16-mayo-1987); *S. horridum* FBCS-3171 (09-mayo-1986); *S. sinicola* FBCS-3179 (06-marzo-1987); *S. horridum* FBCS-3713 (10-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-3806 (15-febrero-1994); *S. horridum* FBCS-4272 (10-mayo-1994); *S. sinicola* FBCS-4279 (06-junio-1994); *S. sinicola* FBCS-4281 (22-mayo-1994); *S. sinicola* FBCS-4282 (10-octubre-1994); *S. horridum* FBCS-4481 (14-diciembre-1994); *S. sinicola* FBCS-4486 (16-febrero-1989); *S. horridum* FBCS-4490 (06-mayo-1988); *S. sinicola* FBCS-4971 (19-mayo-1996); *S. sinicola* FBCS-4973 (14-abril-1996); *S. sinicola* FBCS-5956 (10-marzo-1994); *S. sinicola* FBCS-6003 (10-marzo-1994). **Cabo Pulmo:** *S. horridum* FBCS-1111 (05-mayo-1980); *S. sinicola* FBCS-3181 (25-septiembre-1988). **Calerita:** *S. horridum* FBCS-0824 (20-abril-1982); *S. horridum* FBCS-0834 (12-mayo-1989); *S. horridum* FBCS-0852 (22-septiembre-1984); *S. horridum* FBCS-0853 (08-

noviembre-1980); *S. horridum* FBCS-0854 (06-agosto-1989); *S. horridum* FBCS-0855 (06-abril-1992); *S. horridum* FBCS-0856 (15-octubre-1988); *S. horridum* FBCS-0858 (24-febrero-1989); *S. horridum* FBCS-0859 (15-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-0860 (23-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-0861(20-marzo-1989); *S. horridum* FBCS-0862 (08-octubre-1980); *S. horridum* FBCS-0863 (26-octubre-1980); *S. sinicola* FBCS-0866 (22-febrero-1991); *S. horridum* FBCS-0867 (31-mayo-1988); *S. sinicola* FBCS-0868 (22-enero-1991); *S. horridum* FBCS-0870 (06-diciembre-1992); *S. horridum* FBCS-0903 (10-octubre-1979); *S. sinicola* FBCS-0965 (13-junio-1980); *S. sinicola* FBCS-0969 (99-diciembre-1979); *S. sinicola* FBCS-0985 (08-mayo-1982); *S. horridum* FBCS-2319 (28-abril-1982); *S. sinicola* FBCS-2343 (19-octubre-1991); *S. sinicola* FBCS-2376 (09-mayo-1999); *S. horridum* FBCS-3251 (31-mayo-1988); *S. horridum* FBCS-3297 (26-agosto-1988); *S. horridum* FBCS-3804 (09-abril-1994); *S. horridum* FBCS-3805 (07-mayo-1994); *S. horridum* FBCS-4067 (11-junio-1994); *S. horridum* FBCS-4269 (12-mayo-1994); *S. horridum* FBCS-4270 (04-junio-1994); *S. horridum* FBCS-4476 (17-noviembre-1989); *S. horridum* FBCS-4478 (08-mayo-1990); *S. horridum* FBCS-4482 (12-mayo-1989); *S. horridum* FBCS-4483 (09-julio-1994); *S. horridum* FBCS-4485 (99-marzo-1989); *S. horridum* FBCS-4487 (08-mayo-1990); *S. horridum* FBCS-4489 (27-agosto-1994); *S. horridum* FBCS-5039 (16-abril-1994); *S. horridum* FBCS-5059 (26-abril-1991); *S. horridum* FBCS-5061 (24-agosto-1990); *S. horridum* FBCS-5488 (12-mayo-1989); *S. sinicola* FBCS-5596 (15- mayo-1993); *S. horridum* FBCS-5606 (99-mayo-1993); *S. camouii* FBCS-5955 (99-mayo-1993); *S. camouii* FBCS-5998 (12-mayo-1989); *S. sinicola* FBCS-6007 (12-mayo-1989); *S. horridum* FBCS-6020 (99-febrero-1988); *S. sinicola* FBCS-6026 (99-mayo-1993); *S. camouii* FBCS-6062 (23-mayo-1993); *S. sinicola* FBCS-6764 (15-mayo-1993); *S. sinicola* FBCS-6766 (04-marzo-1988); *S. sinicola* FBCS-6917 (04-marzo-1988); *S. horridum* FBCS-8450 (31-mayo-2003). **Canal de Ballenas:** *S. sinicola* FBCS-3304 (02-junio-1993). **Canal de San Lorenzo:** *S. sinicola* FBCS-6079 (23-marzo-1991). **Candelero:** *S. horridum* FBCS-0833 (20-octubre-1988); *S. horridum* FBCS-0844 (13-septiembre-1991). **Costa Baja:** *S. sinicola* FBCS-2386 (06-mayo-1993); *S. camouii* FBCS-6000 (06-mayo-1993). **El Cardonal:** *S. horridum* FBCS-3809 (17-mayo-1991). **El Chileno:** *S. horridum* FBCS-8449 (30-julio-1999). **El Coyote:** *S. horridum* FBCS-3254 (02-febrero-1991); *S. sinicola*

FBCS-3259 (02-abril-1991). **El Faro:** *S. horridum* FBCS-0843 (15-mayo-1989); *S. horridum* FBCS-1758 (17-mayo-1991); *S. horridum* FBCS-2713 (08-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-4013 (17-mayo-1991). **El Gallito:** *S. horridum* FBCS-5518 (15-octubre-1990). **El Morrito:** *S. horridum* FBCS-3810 (17-mayo-1991); *S. horridum* FBCS-4012 (15-febrero-1991). **El Pailebote:** *S. horridum* FBCS-0839 (13-septiembre-1991); *S. sinicola* FBCS-0977 (13-septiembre-1991); *S. sinicola* FBCS-2342 (13-septiembre-1991); *S. horridum* FBCS-4014 (17-mayo-1991). **El Quelele:** *S. horridum* FBCS-5621 (15-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-6023 (15-mayo-1992); *S. camouii* FBCS-6025 (15-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-6770 (15-mayo-1992). **El Saladito:** *S. horridum* FBCS-0826 (25-septiembre-1984); *S. horridum* FBCS-0827 (10-octubre-1984); *S. horridum* FBCS-0828 (08-noviembre-1984); *S. horridum* FBCS-0829 (09-noviembre-1984); *S. horridum* FBCS-3405 (20-abril-1993); *S. camouii* FBCS-5956 (15-mayo-1992); *S. sinicola* FBCS-5959 (07-abril-1992); *S. sinicola* FBCS-5971 (07-abril-1994). **El Sargento:** *S. horridum* FBCS-0864 (15-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-0869 (27-febrero-1988); *S. sinicola* FBCS-0970 (29-octubre-1980); *S. sinicola* FBCS-0974 (99-enero-1988); *S. sinicola* FBCS-0975 (10-septiembre-1988); *S. sinicola* FBCS-0979 (23-marzo-1991); *S. sinicola* FBCS-0980 (05-mayo-1991); *S. sinicola* FBCS-0981 (23-mayo-1991); *S. horridum* FBCS-3712 (15-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-3812 (10-mayo-1994); *S. horridum* FBCS-4069 (18-junio-1994); *S. sinicola* FBCS-4497 (13-julio-1994); *S. horridum* FBCS-5510 (10-mayo-1995); *S. horridum* FBCS-5979 (15-marzo-1994); *S. sinicola* FBCS-6005 (20-marzo-1989); *S. horridum* FBCS-8384 (24-junio-1999). **El Sausoso:** *S. horridum* FBCS-2601 (18-abril-2001); *S. horridum* FBCS-2602 (03-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-2603 (31-marzo-2001); *S. horridum* FBCS-2604 (04-julio-2002); *S. horridum* FBCS-2605 (31-marzo-2001); *S. horridum* FBCS-2606 (18-abril-2001); *S. horridum* FBCS-2607 (31-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-2626 (08-diciembre-2000); *S. horridum* FBCS-2627 (08-diciembre-2000); *S. horridum* FBCS-2628 (29-septiembre-2000); *S. horridum* FBCS-2629 (07-noviembre-2000); *S. horridum* FBCS-2630 (05-octubre-2001); *S. horridum* FBCS-3125 (12-enero-1989); *S. horridum* FBCS-3126 (20-abril-1989); *S. horridum* FBCS-3127 (28-septiembre-1989); *S. horridum* FBCS-8204 (04-abril-2002); *S. horridum* FBCS-8205 (04-abril-2002); *S. horridum* FBCS-8206 (06-febrero-2001); *S. horridum* FBCS-8208 (06-marzo-2001); *S. horridum*

FBCS-8212 (06-febrero-2001); *S. horridum* FBCS-8214 (30-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-8215 (30-marzo-2001); *S. horridum* FBCS-8216 (31-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-8217 (31-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-8220 (30-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-8221 (18-abril-2001); *S. horridum* FBCS-8222 (18-abril-2001); *S. horridum* FBCS-8224 (08-abril-2001); *S. horridum* FBCS-8226 (06-enero-2001); *S. horridum* FBCS-8231 (19-abril-2001); *S. horridum* FBCS-8237 (02-junio-2001); *S. horridum* FBCS-8240 (19-abril-2001); *S. horridum* FBCS-8243 19-octubre-2001). **El Tecolote:** *S. sinicola* FBCS-2467 (04-abril-2002); *S. sinicola* FBCS-2621 (01-julio-2000); *S. sinicola* FBCS-2623 (01-mayo-2000); *S. horridum* FBCS-3252 (26-mayo-1991); *S. horridum* FBCS-8203 (20-mayo-2000). **El Tesoro:** *S. horridum* FBCS-0832 (07-mayo-1988); *S. sinicola* FBCS-0968 (12-abril-1982). **Embarcadero:** *S. horridum* FBCS-6969 (17-junio-1998). **Ensenada de La Paz:** *S. horridum* FBCS-0818(18-octubre-1980); *S. horridum* FBCS-0830 (10-noviembre-1984); *S. horridum* FBCS-0846 (25-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-2629 (07-noviembre-2000); *S. horridum* FBCS-0848 (14-mayo-1983); *S. horridum* FBCS-0849 (24-abril-1983); *S. horridum* FBCS-0850(10-abril-1984); *S. horridum* FBCS-0857 (16-abril-1992); *S. horridum* FBCS-0872 (20-marzo-1989); *S. horridum* FBCS-0873 (27-marzo-1991); *S. horridum* FBCS-0874 (99-noviembre-1990); *S. sinicola* FBCS-0986 (12-septiembre-1983); *S. sinicola* FBCS-2390 (99-marzo-2000); *S. sinicola* FBCS-2422 (19-febrero-2002); *S. horridum* FBCS-2431 (26-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-2548 (04-mayo-2002); *S. horridum* FBCS-3255 (17-septiembre-1988); *S. camouii* FBCS-4268 (22-mayo-1994); *S. sinicola* FBCS-4280 (01-junio-1994); *S. sinicola* FBCS-4284 (22-mayo-1994); *S. horridum* FBCS-4484 (04-junio-1994); *S. horridum* FBCS-5581 (15-marzo-1988); *S. horridum* FBCS-5582 (20-marzo-1989); *S. horridum* FBCS-5583 (15-noviembre-1990); *S. horridum* FBCS-5585 (12-abril-1991); *S. horridum* FBCS-5587 (12-abril-1991); *S. sinicola* FBCS-5618 (15-mayo-1988); *S. sinicola* FBCS-5960 (23-mayo-1993); *S. horridum* FBCS-5967 (24-marzo-1998); *S. camouii* FBCS-6001 (23-mayo-1993); *S. sinicola* FBCS-6008 (01-junio-1991); *S. horridum* FBCS-6011 (23-mayo-1993); *S. horridum* FBCS-6013 (99-noviembre-1990); *S. camouii* FBCS-6018 (15-mayo-1998); *S. camouii* FBCS-6019 (24-abril-1993). **Ensenada de Los Muertos:** *S. sinicola* FBCS-0993 (18-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-0996 (25-noviembre-1994); *S. sinicola* FBCS-3180 (03-mayo-1987); *S. sinicola*

FBCS-4073 (25-junio-1994). **Isla Carmen:** *S. sinicola* FBCS-3307 (06-junio-1993). **Isla Cerralvo:** *S. horridum* FBCS-1912 (03-junio-1992); *S. horridum* FBCS-4842 (10-mayo-1994). **Isla Coronado:** *S. sinicola* FBCS-2533 (27-marzo-2002). **Isla Danzante:** *S. horridum* FBCS-3299 (07-junio-1993); *S. sinicola* FBCS-6077 (07-junio-1993). **Isla Espiritu Santo-La Partida:** *S. horridum* FBCS-0845 (28-noviembre-1991); *S. sinicola* FBCS-0978 (09-marzo-1990); *S. sinicola* FBCS-2440 (26-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-3807 (09-mayo-1990); *S. horridum* FBCS-3811 (09-mayo-1990). **Isla Gaviota:** *S. sinicola* FBCS-0973 (99-junio-1988). **Isla Rasa:** *S. sinicola* FBCS-3303 (23-mayo-1993); *S. sinicola* FBCS-3306 (04-junio-1993). **Isla San Francisquito:** *S. sinicola* FBCS-2367 (03-abril-1999). **Isla San José:** *S. sinicola* FBCS-2240 (15-mayo-1992); *S. horridum* FBCS-3172 (11-agosto-1991). **Isla San Marcos:** *S. horridum* FBCS-5594 (27-octubre-1995). **Isla San Pedro Mártir:** *S. horridum* FBCS-4479 (99-marzo-1993). **Isla Turner's:** *S. horridum* FBCS-3298 (04-junio-1993). **La Ballena:** *S. horridum* FBCS-0841 (09-mayo-1990); *S. sinicola* FBCS-4015 (17-mayo-1991). **La Lobera:** *S. horridum* FBCS-0842 (25-octubre-1991). **La Píldora:** *S. horridum* FBCS-4271 (04-junio-1994). **Pichilingue:** *S. sinicola* FBCS-0989 (28-marzo-1982); *S. sinicola* FBCS-5969 (99-septiembre-1990); *S. horridum* FBCS-6021 (99-octubre-1990). **Playa Careyeros:** *S. horridum* FBCS-1953 (19-noviembre-1994). **Punta Arenas:** *S. sinicola* FBCS-5513 (07-febrero-1996); *S. horridum* FBCS-8389 (19-junio-1999); *S. horridum* FBCS-8390 (26-junio-1999); *S. horridum* FBCS-8392 (19-julio-1999). **Punta Coyote:** *S. camouii* FBCS-6002 (24-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-6022 (24-octubre-1994); *S. camouii* FBCS-6033 (02-mayo-1991); *S. sinicola* FBCS-6545 (28-abril-1982). **Punta Machos:** *S. sinicola* FBCS-2909 (11-agosto-1998). **Punta Perico:** *S. horridum* FBCS-0567 (30-marzo-1995); *S. horridum* FBCS-2020 (16-diciembre-1994); *S. horridum* FBCS-2040 (16-diciembre-1994); *S. horridum* FBCS-3714 (09-marzo-1994); *S. sinicola* FBCS-3717 (99-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-4068 (25-junio-1994); *S. sinicola* FBCS-4283 (99-abril-1994); *S. horridum* FBCS-4480 (01-octubre-1994); *S. horridum* FBCS-5060 (13-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-5497 (13-marzo-1994); *S. horridum* FBCS-5590 (25-junio-1994); *S. horridum* FBCS-5598 (09-marzo-1993); *S. sinicola* FBCS-5602 (29-abril-1994); *S. sinicola* FBCS-5629 (25-junio-1994); *S. horridum* FBCS-5975 (18-abril-1996); *S. camouii* FBCS-5995 (25-abril-1994). **Punta Prieta:** *S. horridum* FBCS-0448 (11-

febrero-1995); *S. horridum* FBCS-0847 (14-marzo-1991); *S. sinicola* FBCS-0992 (20-febrero-1991). **Requesón:** *S. sinicola* FBCS-2479 (23-febrero-2002); *S. horridum* FBCS-3257 (15-mayo-1989); *S. sinicola* FBCS-5984 (03-abril-1991); *S. sinicola* FBCS-6010 (25-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-6060 (15-mayo-1989); *S. horridum* FBCS-6663 (20-marzo-1999); *S. horridum* FBCS-8305 (20-marzo-1999). **Roca Solitaria (Media):** *S. sinicola* FBCS-6750 (31-marzo-2000). **San Gabriel:** *S. horridum* FBCS-0838 (28-noviembre-1991); *S. horridum* FBCS-0840 (20-abril-1982); *S. horridum* FBCS-3808 (17-mayo-1991). **San Juan de La Costa:** *S. horridum* FBCS-0819 (10-octubre-1980); *S. horridum* FBCS-0820 (25-octubre-1980); *S. horridum* FBCS-0821 (99-marzo-1982); *S. horridum* FBCS-0836 (22-septiembre-1988); *S. horridum* FBCS-0837 (22-noviembre-1988); *S. sinicola* FBCS-0972 (21-abril-1987); *S. horridum* FBCS-2581 (22-noviembre-1988); *S. sinicola* FBCS-2620 (01-marzo-2000); *S. sinicola* FBCS-2622 (01-mayo-2000); *S. horridum* FBCS-2624 (30-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-2625 (30-mayo-2001); *S. horridum* FBCS-3169 (25-abril-1987); *S. sinicola* FBCS-5579 (15-mayo-1993); *S. horridum* FBCS-5586 (15-febrero-1992); *S. horridum* FBCS-5595 (15-febrero-1992); *S. 5620* FBCS-5620 (15-febrero-1992); *S. horridum* FBCS-5978 (10-septiembre-1988); *S. camouii* FBCS-5997 (15-julio-1992); *S. sinicola* FBCS-6009 (21-abril-1987); *S. sinicola* FBCS-6016 (05-mayo-1992); *S. sinicola* FBCS-6027 (10-septiembre-1988); *S. sinicola* FBCS-6028 (15-mayo-1992); *S. camouii* FBCS-6035 (10-septiembre-1988); *S. camouii* FBCS-6063 (15-mayo-1992); *S. sinicola* FBCS-6080 (07-abril-1994); *S. sinicola* FBCS-6103 (15-mayo-1992); *S. sinicola* FBCS-0972 (21-abril-1987). **San Rafael, El Faro:** *S. sinicola* FBCS-2360 (11-julio-1999). **San Roque:** *S. sinicola* FBCS-6064 (07-abril-1994). **Santispac:** *S. horridum* FBCS-0779 (26-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-2385 (25-abril-1991); *S. sinicola* FBCS-3253 (02-abril-1991); *S. sinicola* FBCS-5957 (02-abril-1991); *S. horridum* FBCS-5980 (25-octubre-1990); *S. sinicola* FBCS-6006 (25-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-6768 (25-octubre-1990); *S. horridum* FBCS-6769 (02-abril-1991).

Resultados

Durante el desarrollo del estudio se procesaron en total 4500 talos, de los cuales se elaboraron 600 laminillas permanentes y 200 laminillas semipermanentes, con un registro de 39 localidades en toda la región suroeste del Golfo de California.

Evaluación taxonómica

CARACTERES QUE NO SE PUDIERON CONSIDERAR PARA LA EVALUACIÓN

Dentro de los caracteres que se han empleado hay algunos que no son útiles para la delimitación específica ni para la descripción de las especies. Por que no están bien definidos, por su grado de subjetividad o por su imprecisión (Tabla III).

A continuación se describen los caracteres antes mencionados. Por ejemplo, el caso del carácter "longitud". Este carácter presenta un rango de variación, ya que la longitud depende del desarrollo de la planta y la edad, característica de la que no se han hecho estudios suficientes por lo que se considera indefinido.

Para la "posición erecta" que se menciona en el estipe no se sabe de la existencia de un estado alternante para las demás especies del género por lo que este carácter es nulo por ser indefinido.

Otro carácter es la "ramificación", el cual se define como el proceso secundario en el crecimiento de una planta de *Sargassum*. Las categorías que se han calificado son cinco: vista lateral, márgenes, agrupación, grosor, largo y posición. Estos no se encuentran claramente delimitados por lo que se consideraron indefinidos.

Tabla III. Caracteres no aplicables (NA) que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. Numeración correspondiente a la tabla II. NP= no presente.

CARACTER	<i>S. camouii</i>	<i>S. horridum</i>	<i>S. sinicola</i>	<i>S. cylindrocarpum</i>	<i>S. marchantae</i>	<i>S. polycanthum f. americanum</i>
ESTIPE						
Talla elongada o corta (9, 10).	Corta	NP	NP	NP	NP	NP
RAMIFICACIÓN						
Vista en conjunto de las ramificaciones toscas/densas o delicadas/suaves (5,13,14).	Tosca/densa	NP	NP	NP	NP	NP
Delgadas o gruesas (19)	Delgada	Delgada	NP	Delgada	Delgada	Delgada
FILOIDES						
Márgenes simples o dobles (11).	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
Arreglo de los criptostomata a lo largo de la costilla regular o irregular (5,11).	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Número relativo de criptostomata pocos o muchos (5)	Muchos	Muchos	Pocos	Muchos	Muchos	Muchos
Arreglo de los criptostomata a lo largo de la costilla regular o irregular (5,11).	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
AEROCISTO						
Forma homogénea o variable a lo largo del talo (11).	NP	Variable	Homogénea	Homogénea	Variable	Homogénea
Relación del pedicelo con el aerocisto más corto o más largo (9,11,13).	NP	Corto	Corto	Corto	Corto	Corto
Cantidad relativa pocos o muchos (3,11).	NP	Muchos	Muchos	Muchos	Pocos	Pocos

Continuación tabla III

CARACTER	S. <i>camouii</i>	S. <i>horridum</i>	S. <i>sinicola</i>	S. <i>cilyndrocarpum</i>	S. <i>marchantae</i>	S. <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>
Delgado o grueso (19)	NP	Delgado	Delgado	Grueso	Delgado	Grueso
Composición simple o compuesta (9,15).	NP	Simple	Simples	Simple	Simple	Compuesta
Relación con hojas o vesículas holozygocárpica o pseudozygocárpica (3,7,11,15).	NP	No	No	No	No	No
OOGONIOS						
Forma robusta o delicada (19)	NP	NP	NP	NP	NP	No
ANTERIDIOS						
Forma robusta o delicada (19)	NP	No	NP	NP	NP	NP

Respecto al margen de los filoides con su estado "suave" o "con espinas", solo se observó el estado con espinas, por lo que este carácter es nulo por invariable.

Un carácter merístico es el "largo de las ramas" el cual se presenta en los siguientes estados calificativos: ramas menores de 50 cm, ramas de 50 a 100 cm y ramas mayores de 100 cm. Este carácter varía de acuerdo al estadio de la planta por lo que se considera indefinido.

También se ha empleado la densidad de ramificación como carácter de "agrupación" calificada con el estado "denso", pero debido a que no se ha cuantificado el agrupamiento de las frondas, este carácter es nulo por ser subjetivo.

El carácter que define al grado de "grosor relativo" con su estado "delgado" y "grosso", es un carácter que se considera nulo por ser subjetivo.

El carácter sujetador con su estado "construcción parenquimatosa", no puede considerarse como un carácter segregativo a nivel de especies ya que la construcción celular de todo el género *Sargassum* es parenquimatosa (Lee, 1989), por lo que este carácter se desecha por invariable.

Un carácter que se encuentra invariable, por estar presente en todo el género es la "textura leñosa" considerándose como un carácter nulo por ser indefinido.

De la estructura eje principal, el estado "vista lateral" del estipe, es un carácter que se ha descrito en su estado "cilíndrico" pero al ser invariable se considero como nulo.

El carácter "textura" del estipe se califica como indefinido ya que los estados de este carácter mostraron que la textura del estipe de los ejemplares de *Sargassum* en jóvenes y adultos siempre es rugosa, con muricaciones o similares, debido a las

cicatrices que se forman con la caída de las ramas y filoides cuando las plantas de *Sargassum* crecen.

Del carácter filoides, el estado "amplitud relativa" presenta dos estados: anchas y delgadas pero es subjetivo por lo que se considera nulo por indefinido.

El carácter del "tamaño relativo" de los filoides es un carácter para el que se han definido dos estados: "grande" y "chico". Este carácter fue nulo por ser subjetivo.

El estado que comprende la "longitud" del talo se subdivide tomando en cuenta: el aspecto cualitativo que es la "longitud relativa: larga", sin un estado como contraparte. Como es un estado que no tiene comparativos, se consideró nulo por invariable.

En la estructura filoide, el carácter "margen" se ha sugerido con los estados "serrado o no serrado" pero en los ejemplares se encuentra constantemente serrado por lo que no tiene un estado alterno considerándose como inválido, por invariable.

El carácter que se define como "arreglo de los criptostomas" se encuentra con los estados "disperso" o "no disperso". En los resultados de este estudio se consideró un estado indefinido por ser subjetivo.

El estado que se refiere a la "cantidad de criptostomas", se define como "abundante" o "no abundante", mientras que el carácter "criptostomata" es indefinido.

De la estructura aerocisto, un aspecto que ha sido utilizado es la proporción que guardan el largo del pedicelo con el diámetro del aerocisto, se consideró dicha relación como nula por ser indefinido. También se menciona el carácter "cantidad" de aerocistos, pero también se consideró un carácter nulo por indefinido, por que varía de acuerdo al estadio del talo.

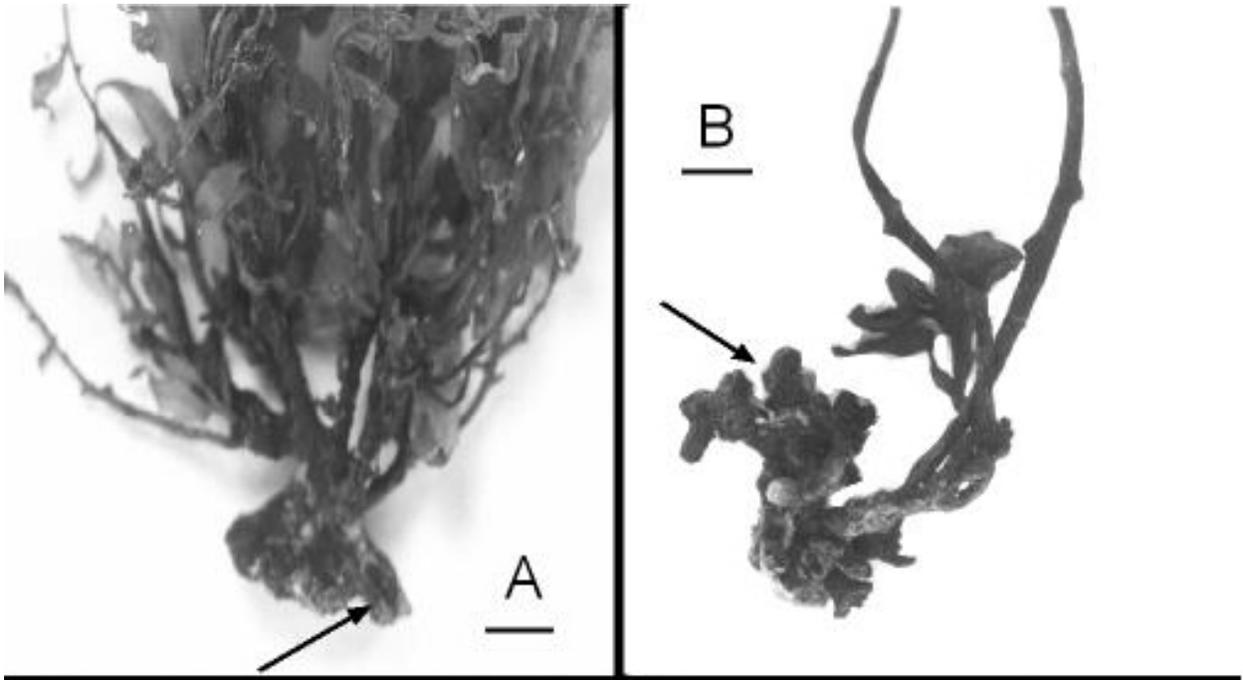
Con respecto a la estructura "sujetador", se ha utilizado cuatro caracteres: estructuras adicionales generadas, construcción celular, textura (Tabla II) las cuales ya se han considerado como no válidas (Dawson, 1944), así como la forma (Tabla III). El carácter "forma" presenta tres estados: "discoidal", "cónico" y "hapteroidal". En las muestras se encuentra los tres estados con un intermedio con hapteros finos (Figs 2 A-C).

Figs 2A-C. *Sargassum horridum*: Variabilidad morfológica del sujetador.

Fig. 2A. Porción basal en donde se observa un sujetador en forma cónica con vista inferior en forma de disco, formado por hapteros (flecha). Escala de la barra 1 cm. (FBCS 2604).

Fig. 2B. Porción basal en donde se observa un sujetador formado por hapteros cortos en forma de protuberancias (flecha). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6012).

Fig. 2C. Porción basal del talo en donde se observa un sujetador formado por ápteros finos (flecha). Escala de la barra 1 mm (FBCS 2606).



CARACTERES NULOS MUY VARIABLES

Estipe y eje principal

El estipe ha sido definido como eje principal, ya que sostiene a los filoides, aerocistos y a las estructuras reproductivas. Sobre esta estructura encontramos cinco caracteres: vista lateral, textura, longitud (Tabla IV), grosor, posición (Tabla II), y la presencia y/o ausencia de espinas, caracteres anteriormente considerados como inválidos (Tabla III) (Dawson, 1944).

El caracter espinas se considera con los estados "suave" (sinónimo a talos sin espinas) o "muricada" (sinónimo a talos con espinas) (Figs. 3-5). Los ejemplares estudiados, presentan diferentes porcentajes de presencia, incluyendo talos mixtos considerados como intermedios (Fig. 6), por lo que se considera un estado con una gran variabilidad.

Filoides

Para esta estructura se han definido catorce caracteres: amplitud, tamaño, longitud, ancho, tasa largo/ancho (Tabla IV), márgenes, ápices, arreglo de los criptostomata, cantidad de criptostomata y conspicuidad de los criptostomata (Tabla II) considerados estos 10 como no válidos con anterioridad; pero los caracteres: simetría, forma, enervadura (costa) y criptostomata si fueron considerados para su evaluación (Tabla II).

Tabla IV. Caracteres merísticos que se han empleado en la descripción de las especies de *Sargassum*, que se encuentran en la costa suroeste del Golfo de California y en otras regiones del mundo. Numeración correspondiente a la tabla II. NP= no presente.

CARACTER	S. <i>camouii</i>	S. <i>horridum</i>	S. <i>sinicola</i>	S. <i>cilyndrocarpum</i>	S. <i>marchantae</i>	S. <i>polycanthum</i> <i>f. americanum</i>	Colectas actuales
ESTIPE							
Longitud (19)	11 mm	NP	NP	NP	NP	NP	10 - 117mm
Ancho (19)	3 mm	NP	NP	NP	NP	NP	3 - 7 mm
RAMIFICACIÓN							
Número de ramas (19)	5	NP	NP	NP	NP	NP	3 - 5
Largo (mm) (19)	300 mm	NP	NP	NP	NP	NP	50 - 1850 mm
FILOIDES							
Largo (mm) (19)	50 mm	42 mm	NM	55 mm	39 mm	NM	15 - 80 mm
Ancho (mm) (19)	7 mm	2 mm	NM	3 mm	3 mm	NM	1 - 11 mm
AEROCISTO							
Diámetro=ancho (mm) (3)	NP	6 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	1 - 7 mm
Largo (mm) (19)	NP	7 mm	4 mm	4 mm	4 mm	2 mm	8 mm
RECEPTÁCULOS							
Largo (mm) (19)	NP	6 mm	5 mm	30 mm	8 mm	7 mm	5 - 35 mm
Número de bifurcaciones (19)	NP	3	3	1	3	3	1 - 3
OOGONIOS							
Número de bifurcaciones (19)	NP						NP
ANTERIDIOS							
Número de ramas	NP			NP			1
Tamaño de las ramas	NP			NP			

Fig. 3. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico, erecto y con la mayor parte del talo sin espinas (flechas). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6035).



Fig. 4. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico, erecto y con la misma proporción del talo sin (flecha de doble cabeza) y con espinas (flecha de cabeza sencilla). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6767).

—

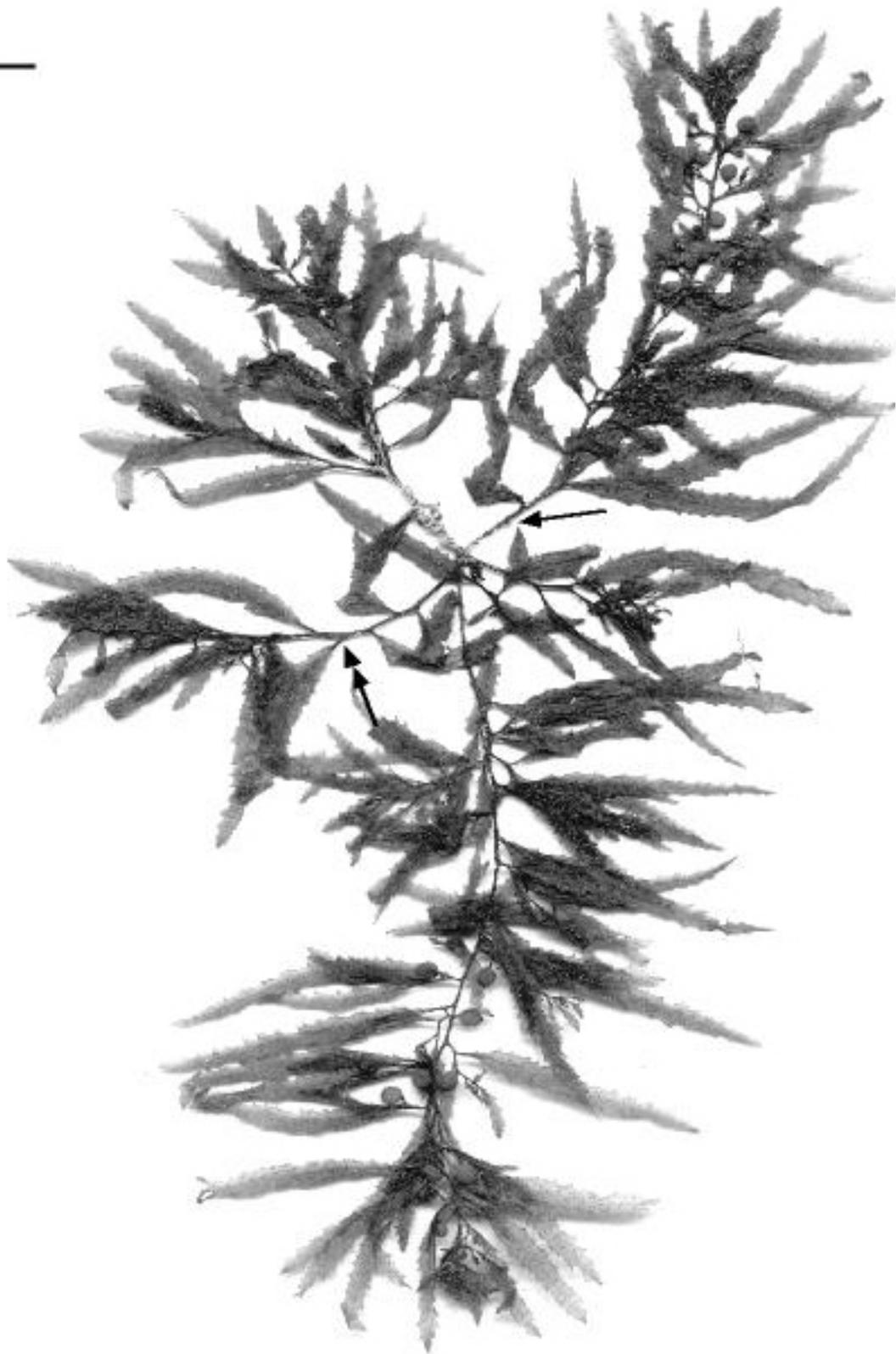


Fig. 5. Talo con el estipe y eje principal cilíndrico y con espinas en todo el talo (flechas). Escala de la barra 1 cm (FBCS 6767).



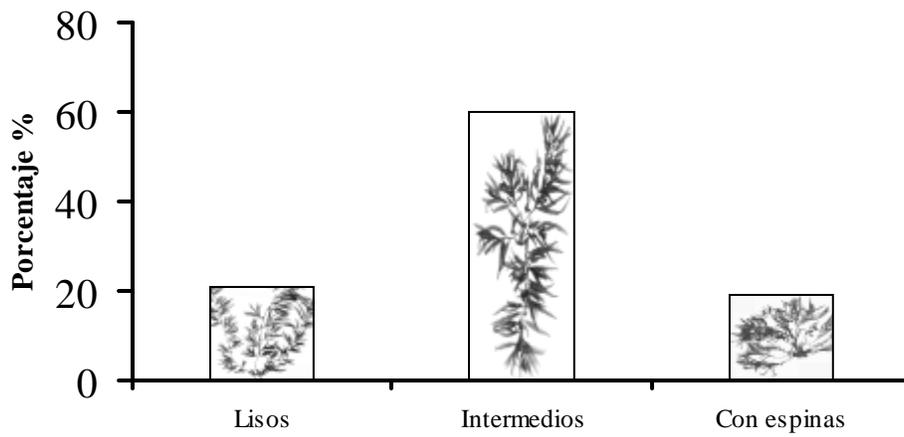


Fig. 6. Proporción de talos con espinas, sin espinas e intermedios (talos con porciones equivalentes con espinas y sin espinas).

El carácter "forma" tiene diferentes expresiones como: lanceolado, lineal, sublineal filiforme" y triangular". Debido a este rango de variación dentro de los organismos observados, el carácter "forma" se considera como nulo (Fig. 7), por ser muy variable.

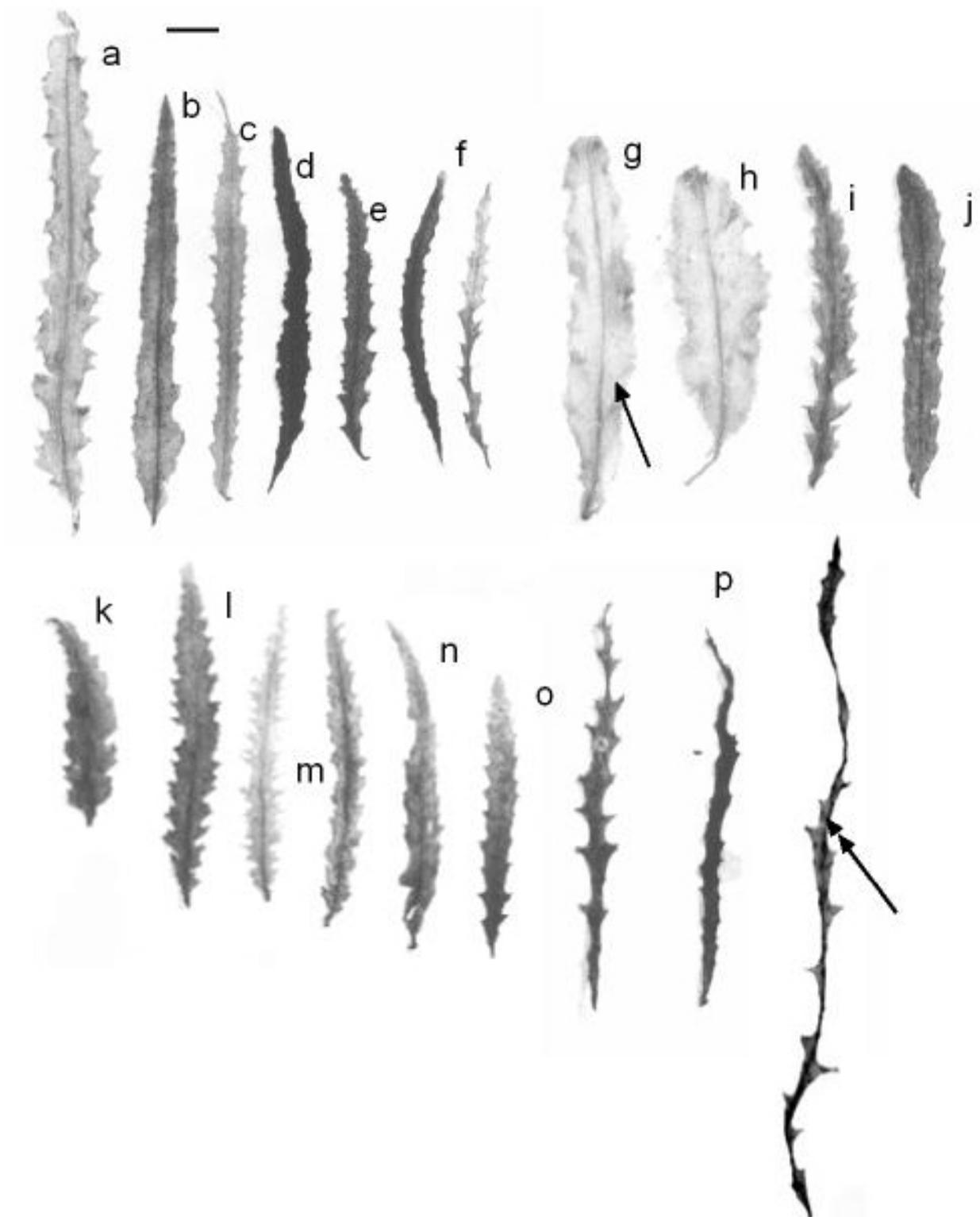
La "longitud" del filoide en su aspecto cuantitativo (mm), no tiene un intervalo claro, por encontrarse una gran variabilidad de tallas en un mismo talo, incluso la proporción largo/ancho también muestra una gran variabilidad, por lo que no es posible usar este carácter para delimitar a nivel específico (Fig. 8).

Aerocistos

En esta estructura hay once caracteres: forma, tamaño, márgenes, presencia de apéndices, localización, pedicelos, relación longitud del pedicelo-diámetro, cantidad, diámetro, anchura y longitud.

El carácter "forma", tiene estados que se describen como: "esférico", "elíptico" o "elipsoidal" y "ovoide" u "ovoidal" . En los ejemplares analizados se presentó un intervalo de variación de la esférica a elipsoidal en el mismo talo, por lo tanto este carácter es nulo por observarse rangos de variación de un extremo a otro intraespecíficamente e Interespecíficamente en tres especies (Fig. 9). Estas estructuras se pueden encontrar también "apéndices" en alguna parte del talo. Sin embargo la forma se puede considerar como esférico, puesto que la relación largo-ancho tiende a 1 (Fig. 10). Por lo observado anteriormente, este carácter es nulo.

Fig. 7. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los filoides. Donde se muestra la presencia de enervadura conspicua en todos los filoides (flecha de cabeza sencilla), simetría bilateral, espinas en el margen (flecha con doble cabeza) y un rango en la forma que va desde: a) filiforme (FBCS 6767), b) espatulado (FBCS 7405), c) lanceolado (FBCS 6716), d) tipo aguja (FBCS 44956), e) turbinoide (FBCS 5629), f) curvado (FBCS 6589), g) y h) con margen liso, del i) al o) filoides con diferentes tamaños y espinas poco evidentes y numerosas y p) filoides con pocas espinas evidentes. Escala de la barra 1 cm.



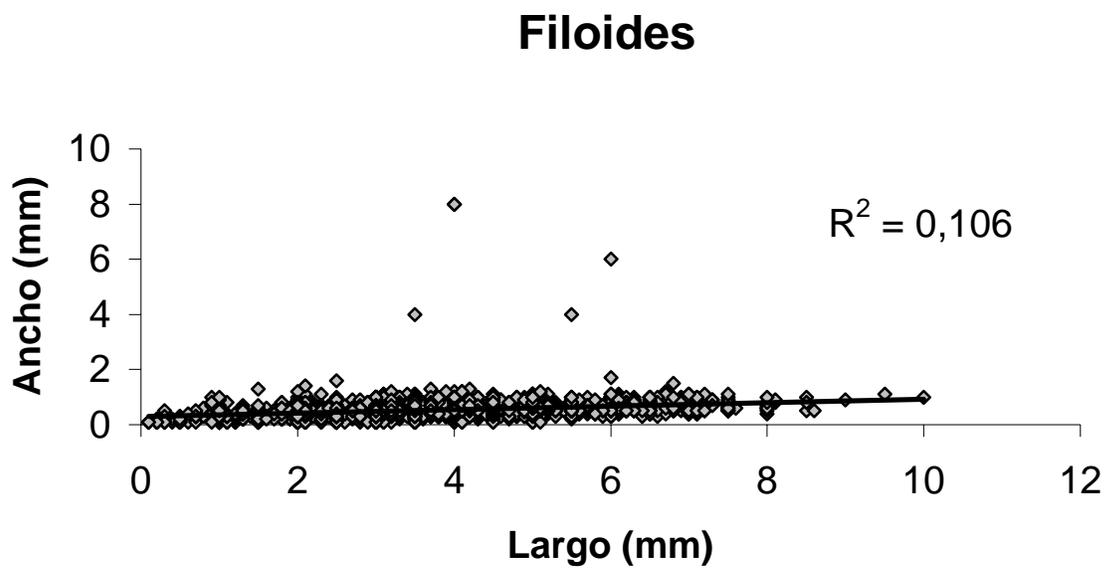
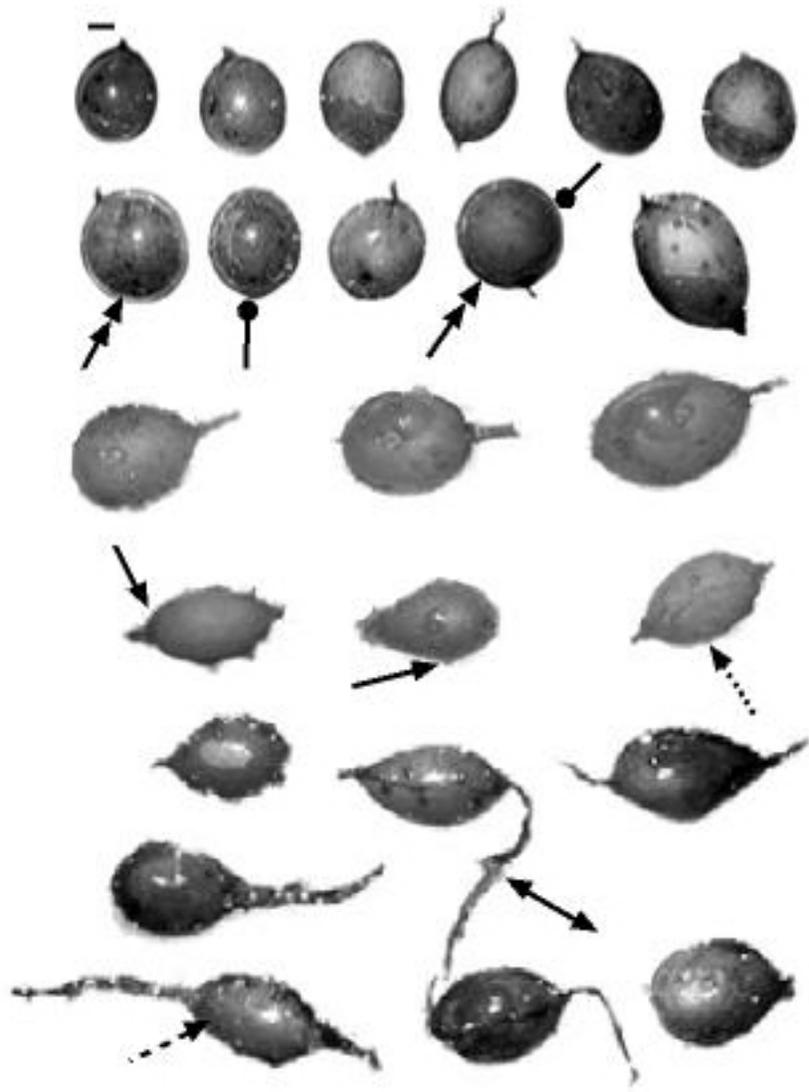


Fig. 8. Relación lineal entre el largo y ancho de los filoides, donde se muestra que la relación no es significativa.

Fig. 9. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los aerocistos, se observa que se presentan con espinas (flecha de cabeza sencilla) (FBCS 6767) y sin espinas (flecha de doble cabeza) (FBCS 6767), elongados (flecha de cola punteada) y esféricos (flecha de cabeza redonda) (FBCS 6767) y con (flecha con doble cabeza) (FBCS 6767) y sin estructuras anexas (FBCS 6767). Escala de la barra 1 mm.



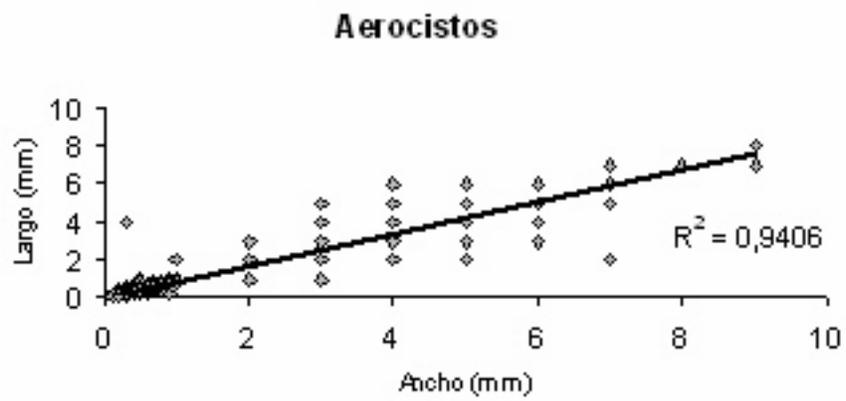


Fig. 10. Relación lineal entre ancho y largo de los aerocistos, donde se muestra que la relación es significativa.

Receptáculos

Los caracteres resultantes en esta sección son doce: dimorfismo, dioicidad, arreglo, pedicelo, forma, márgenes, grosor, vista lateral, longitud, bifurcación, puntas y conceptáculos (Fig. 11).

El carácter "margen", se presenta en algunos ejemplares "dentado" y en otros con "ausencia de margen espinoso" por lo que es un estado no válido.

El estado "bifurcación" es indefinido, al igual que la "vista lateral" y la presencia de pedicelo.

El estado "forma" y "agrupación en racimos" es un carácter variable puesto que hay una gran variabilidad que va desde lineal hasta ramosa, pasando por una etapa intermedia (Fig. 12).

CARACTERES INVARIABLES

Filoides

La "asimetría de los filoides" es un carácter con un estado que puede ser empleado para comparaciones y aunque no se menciona el estado contraparte de "simetría" que estaría presente en otras especies, es un carácter constante y consistente, por no ser variable.

Un carácter que aparece bien documentado es la "costa" o enervadura completa por su constancia y consistencia en todos los ejemplares y que puede ser utilizado para delimitar especies (Fig. 7).

Fig. 11. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los receptáculos, se observa un gradiente, de una forma lineal a una ramosa en talos no tipo (a - e). a) rama de receptáculos en forma lineal (FBCS 2601); b) rama de receptáculos en forma lineal con espinas (flecha) (FBCS 2601); c) y d) rama de receptáculos en forma semiramosa con espinas (flecha) (FBCS 2605); e) y f) ramas de receptáculos en forma ramosa con espinas (flecha) (FBCS 2607). Escala de la barra 1 mm.

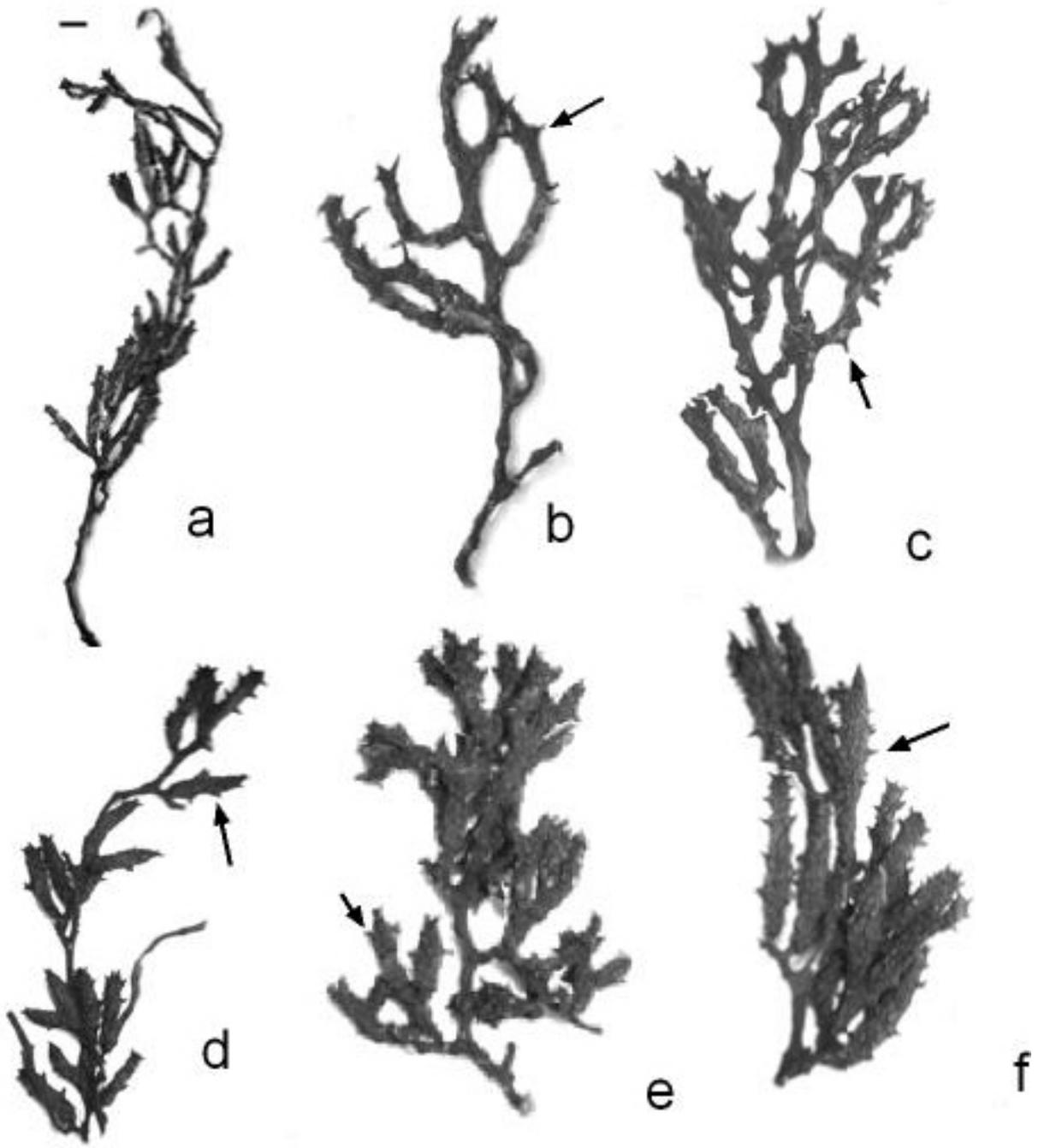
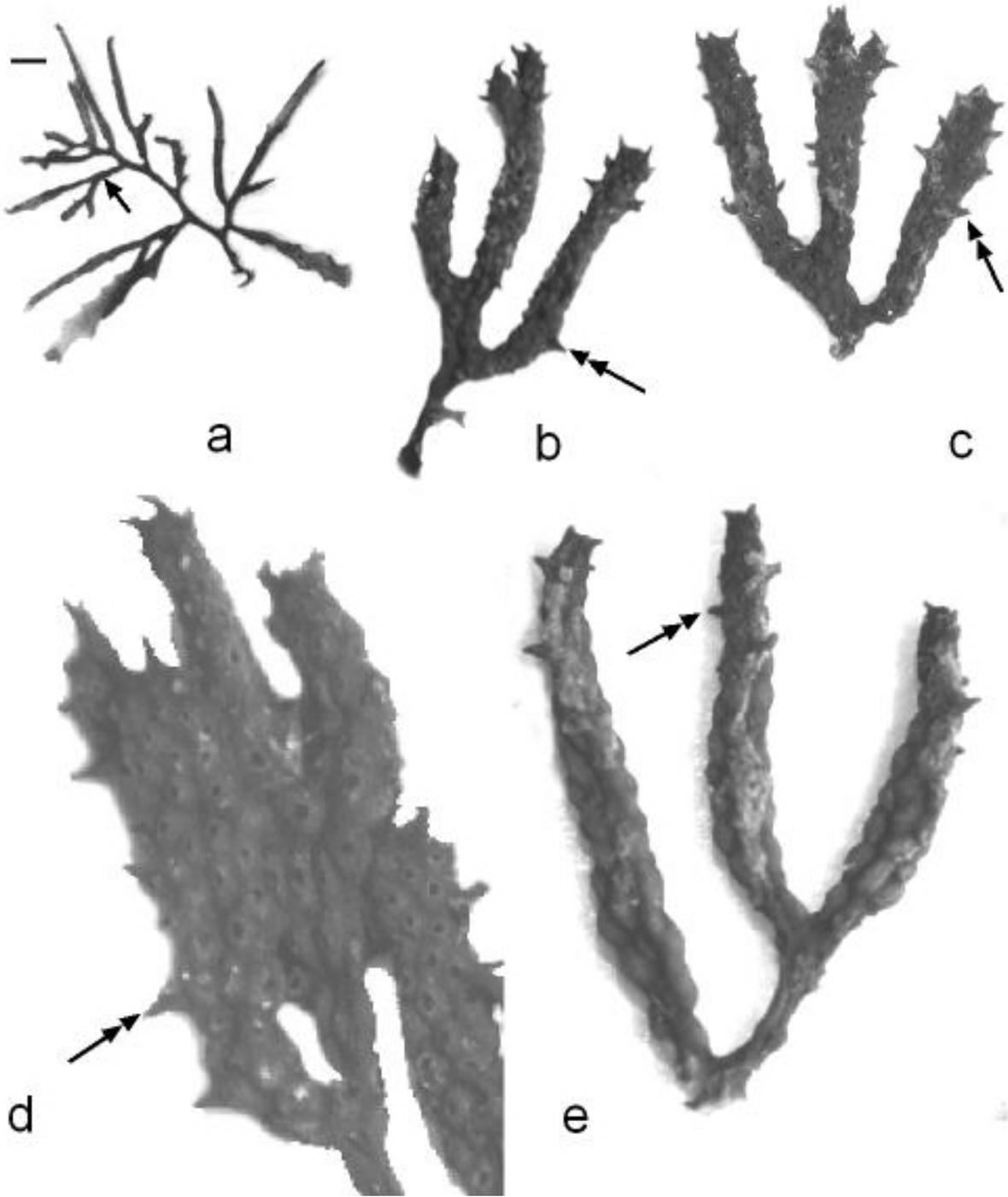


Fig. 12. *Sargassum horridum*: variabilidad morfológica de los receptáculos en los tipos. a) Ampliación de los receptáculos del Holotipo de *Sargassum cylindrocarpum* (UC 221177), en donde se observa que son de forma lineal y sin espinas (flecha de cabeza sencilla). Ampliación de los receptáculos de forma semiramosa con espinas (flecha de doble cabeza) de los Holotipos de: b) *Sargassum horridum* (UC 221178), c) *Sargassum marchantae* (UC 221200), d) *Sargassum polycantum f. americanum* (UC 81283) y e) *Sargassum sinicola* (UC 221050). Escala de la barra 1 mm.



Aerocistos

Los estados que se basan en medidas cuantitativas como: "diámetro", "ancho" y "largo" de los aerocistos, presentaron un intervalo bien definido y se pueden considerar cilíndricos por que tienen una relación lineal casi perfecta (Fig. 10).

Por lo tanto los caracteres útiles para delimitar a nivel específico, por considerarse diagnósticos son: presencia de la enervadura completa, simetría del filoide y aerocistos cilíndricos.

III. CAPITULO II. EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTRA-POBLACIONAL DE *Sargassum horridum* EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA: INFLUENCIA EN LA TAXONOMÍA Y LA DINÁMICA POBLACIONAL.

Introducción

Diferentes autores (Norton, 1981; Critchley, 1983a) han puntualizado en todas las especies del género, una gran plasticidad fenotípica, resultando en problemas en la taxonomía de las especies (Magruder, 1988; Yoshida, 1988; Lee y Yoo, 1992; Ajisaka, 1992). Se menciona a la plasticidad, pero no en todos los casos se ha cuantificado.

En Europa hay estudios y experimentos sobre la plasticidad fenotípica de los filoides y los aerocistos de *Sargassum muticum*, encontrando que esta varía dependiendo de la localidad y estación del año, con importantes implicaciones taxonómicas por la inconsistencia que muestran los caracteres. Concluyendo que *Sargassum muticum* en sus poblaciones naturales es más pequeño (0.75 cm) que cuando invade otras regiones como en Europa en los 40's y en América en los 50's (Critchley, 1983a). Además en *Sargassum muticum*, los cambios de temperatura se relacionan con cambios morfológicos en las estructuras de flotación (aerocistos), generando además de complicaciones taxonómicas en alteraciones en su ecología (Critchley, 1983b).

Los trabajos que tratan de la variabilidad morfológica, realizan la cuantificación, entre individuos de diferentes especies (*Sargassum polyporum* Montage, *S. polyceratum* Montage, *S. polycystum* C.A. Agardh), que se encuentran formando mantos multiespecíficos en una región determinada, como parte de una metodología taxonómica, específicamente en la evaluación de los

caracteres, estos trabajos tienen una homogeneidad en los caracteres empleados en la delimitación de las especies y coinciden al determinar que las características merísticas, son las que presentan la mayor variabilidad por lo que son inconsistentes y no pueden ser utilizados en la delimitación de especies, aunque en algunos casos sirven para determinar morfotipos (Kilar *et al.*, 1992a; Kilar *et al.*, 1992b; Ajisaka, 1992; Chiang, *et al.*, 1992).

En otras especies (*S. muticum*, *S. siliquosum*, *S. paniculatum*, *S. cristaefolium* C. Agardh) se han realizado esfuerzos por conocer la variabilidad intrapoblacional. Se ha relacionado la variabilidad con los diferentes formas que adoptan algunas estructuras (aerocistos y filoides) a lo largo de su desarrollo, por lo que se ha tratado de determinar como es la variabilidad morfológica de estas estructuras, en diferentes tallas de una población, encontrando que hay variabilidad entre los individuos de una población. Estas variaciones podrían afectar la dinámica poblacional por que el desarrollo individual determina algunos parámetros poblacionales como el crecimiento individual, además de conocer como se presenta el reclutamiento y factores relacionados con la densidad y mortalidad (Ang, 1985; Ang y Trono, 1987; Yoshida, 1988; Nizamuddin *et al.*, 1993; Kilar *et al.*, 1992a).

Para las especies del género *Sargassum* no se han desarrollado trabajos que describan la variabilidad morfológica intrapoblacional ni intra-específica y su relación con la taxonomía, para proponer morfotipos una vez que las especies están bien delimitadas, así como determinar las estructuras que influyen en la dinámica poblacional.

Objetivo

Determinar la variabilidad morfológica dentro de la población más importante de *Sargassum horridum* en el suroeste del Golfo de California, para conocer su relación con la taxonomía y dinámica poblacional.

Área de estudio

Dentro de la región suroeste del Golfo de California se encuentra la Bahía de La Paz, hacia el norte de dicha Bahía, se localiza el campo pesquero El Sauzoso (Fig.1). Esta localidad se encuentra ubicada a los 24° 35" latitud Norte y 110° 66" longitud oeste, aproximadamente a 28 kilómetros de la ciudad de La Paz, por la carretera a San Juan de la Costa.

Dentro del Golfo de California se encuentra La Bahía de La Paz, localizada en la parte suroriental de la Península de Baja California entre los 24°06' y 14°47' N y los 110°45' W. La Bahía se delimita al Norte por la Isla San José, al sur por la Ensenada de La Paz, al Este por las islas Espíritu Santo y La Partida y al Oeste por la Península de Baja California (Villareal 1995).

El clima en la Bahía de La Paz es seco y cálido. La temporada de lluvia es de Agosto a Octubre; siendo septiembre el mes más lluvioso (Pico 1975). Por las cadenas montañosas presentes en la Península, los efectos del pacífico se ven reducidos ocasionando que los cambios diarios y estacionales de temperatura sean muy pronunciados (Robinson 1973). El régimen de mareas es mixto semidiurno, por el tiempo en que tardan las zonas de almacenamiento en llenarse y vaciarse se presenta un retraso en la pleamar y bajamar. Las corrientes de marea con velocidades máximas se encuentran en la boca de la Ensenada de La Paz, Canal San Lorenzo y el norte de la Isla Partida (Obeso-Nieblas *et al.* 1993).

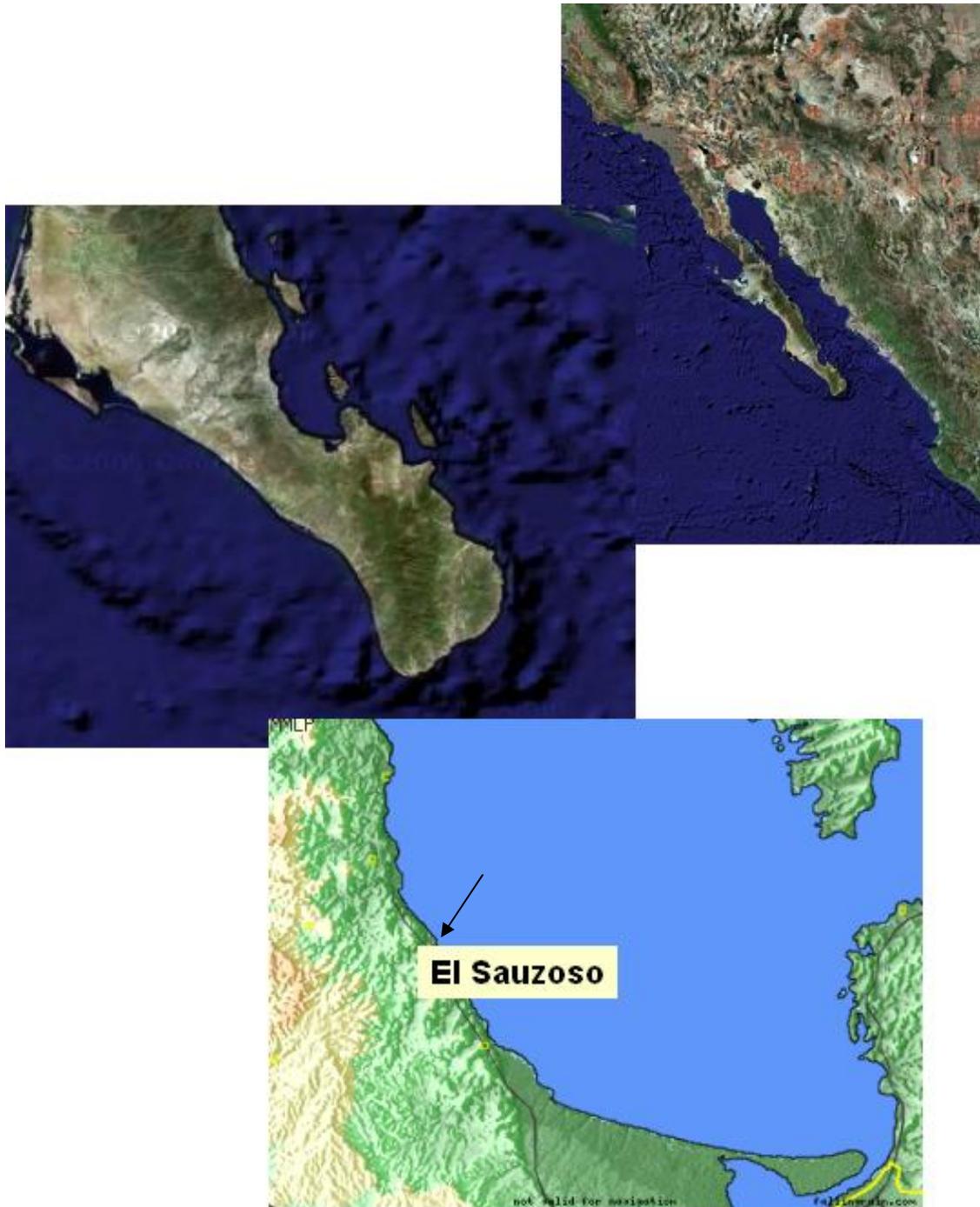


Fig. 1. Ubicación geográfica del área de estudio “El Sauzoso” (flecha).

Material y Métodos

TRABAJO DE CAMPO

Para esta parte del trabajo se emplearon los ejemplares obtenidos en las visitas mensuales realizadas durante la temporada de *Sargassum horridum* (marzo, abril, mayo, junio agosto y septiembre del 2001), en una red de ocho sitios ubicados en la playa El Sauzoso, San Juan de la Costa, B.C.S., que formaban parte de la red de muestreo del experimento de demografía presentado en el capítulo III. Los sitios se localizaban paralelos a la línea de costa en el intermareal superior y con una separación de 20 metros entre ellos. Estos sitios se consideraban bajo condiciones naturales (sin la adición de nutrientes artificiales). Como los mantos se encuentran en el intermareal superior e inicio del submareal, los buceos fueron a una profundidad entre 1-3 m, dependiendo de la marea.

Cada mes un buzo experimentado con ayuda de equipo SCUBA, recolecto las muestras de las algas que se encontraban en dos cuadrantes por sitio, la elección del sitio fue a 1 m de distancia y en los extremos contrarios de la placa de cemento, se rotaron mes a mes de manera sistemática, para que la extracción de los talos alrededor de dicha placa no se realizara sobre la misma área. Se recolecto el 100% de talos que se encontraban en los cuadrantes de 25 cm x 25 cm, cubriendo un área de 625 cm². Los ejemplares fueron arrancados desde el sujetador con ayuda de una espátula y cuidando la integridad del ejemplar

Los ejemplares recolectados se depositaron en bolsas plásticas negras previamente etiquetadas con los datos básicos (fecha, número de sitio y/o cuadrante), una vez en la embarcación las bolsas se drenaban y se aseguraban

con ligas, para ser trasladadas al laboratorio del Programa de Botánica Marina de la UABCS.

En el laboratorio se pasaron a frascos de vidrio, de boca ancha, forrados con papel aluminio y etiquetados con los datos de la etiqueta de campo. Se conservaron embebidos en una solución de formaldehído en agua de mar al 4 %, para su posterior análisis.

PROCEDIMIENTOS DE HERBARIO

A cada uno de los talos recolectados se les tomaron datos merísticos y observaciones cuantitativas y cualitativas de estructuras selectas. Los caracteres morfométricos que se midieron fueron: las estructuras de importancia fotosintética (largo de los filoides) y las que están relacionadas con la complejidad del talo (largo-ancho de los aerocistos y número de caulines por talo). Dentro de los caracteres reproductivos que se consideraron estuvo el tamaño de los receptáculos y el número de ramas de estos.

Se eligieron cuatro aerocistos y cuatro filoides de cada rama que presentaba el talo, a estos se les midió el largo y ancho. El largo se consideró como la distancia desde la base hasta la parte apical, y el ancho como la medida a la mitad de la estructura en sentido opuesto al largo. En el caso de los filoides, el ancho no se tomo por que no tienen una relación lineal (Ver capítulo I, Fig. 8).

Además, se tomaron datos de otras estructuras como el número de caulines por talo y el largo y número de ramas de cuatro receptáculos de cada talo que se encontraba en estado reproductivo.

TRABAJO DE ESCRITORIO

Los datos fueron recopilados en bases de datos separando los datos merísticos (largo y ancho de filoides y aerocistos) y los datos discretos (número de caulines y ramas).

A los datos merísticos se les realizaron las pruebas a *priori* considerando cada conjunto de datos que se pretendía comparar a las diferentes escalas que se trabajo (mes, tratamiento, cuadrante, talos y ramas). Se probó la normalidad y la homocedasticidad

d por el método de Kolmogorov-Smirnov y Liliefors y la homocedasticidad se probó con la prueba de Levene (Zar, 1996), con ayuda del programa Statistica versión 6.0.

El conjunto de datos a comparar que no resultaron normales y homocedásticos fueron transformados para probar si así cumplían con los supuestos anteriores. Como los datos no cumplieron con los supuestos anteriores (distribución normal y homogeneidad en las varianzas) con un valor de $p < 0.05$, después de la transformación (Log, Ln, raíz cuadrada), se aplicó estadística no paramétrica realizando las comparaciones estadísticas a cada una de las escalas con la prueba de Kruskal-Wallis y Dunn (Zar, 1996)

Los datos discretos se analizaron gráficamente empleando las frecuencias expresadas en porcentaje para observar las diferencias a las distintas escalas.

Resultados.

En total se midieron 3000 talos, 9,000 aerocistos y 9,000 filoides de los cuales muestran una gran variabilidad morfológica. Los individuos de esta especie

presentaron seis tipos diferentes de morfologías en función del número de ramas que presentan, la población a lo largo del tiempo mantiene de manera constante la presencia de todas las formas, independientemente de la temporada. Sin embargo hay diferencias espacialmente en la frecuencia expresada de manera proporcional al número de talos que se presentan los diferentes cuadrantes, lo que sugiere que la distribución no es homogénea entre la población (Fig. 2).

Cuando los talos presentan más de una rama, no todas las ramas tienen las mismas características en función de la talla y las estructuras que desarrollan. Independientemente del número de ramas, cuando se presenta más de una, hay una rama principal que define la talla máxima del individuo y es la que presenta la mayor complejidad morfológica, puesto que desarrolla estructuras de flotación (aerocistos), estructuras de reposo (caulines), estructuras reproductivas (receptáculos) y las estructuras fotosintéticas (filoides). Por lo que la variabilidad morfológica se incrementa cuando además del número de ramas se considera la variabilidad de cada una de las estructuras antes mencionadas.

El número de caulines es una estructura que, semejante al número de ramas, define un rango de 0 a 5 por talo, pero no hay patrón que se mantenga constante a lo largo del tiempo ni a nivel espacial. La mayor proporción de talos a lo largo del tiempo y en todos los cuadrantes es de talos que no tienen caulines. En el mes de abril, se encuentra el mayor número de caulines por talo (5 por talo) (Fig. 3).

Con la finalidad de probar si estas estructuras combinadas pudieran incrementar el número de morfologías considerando el número de ramas que se

presentan en la población se realizó una correlación de Pearson, la que muestra que no tienen relación significativa (Fig. 4).

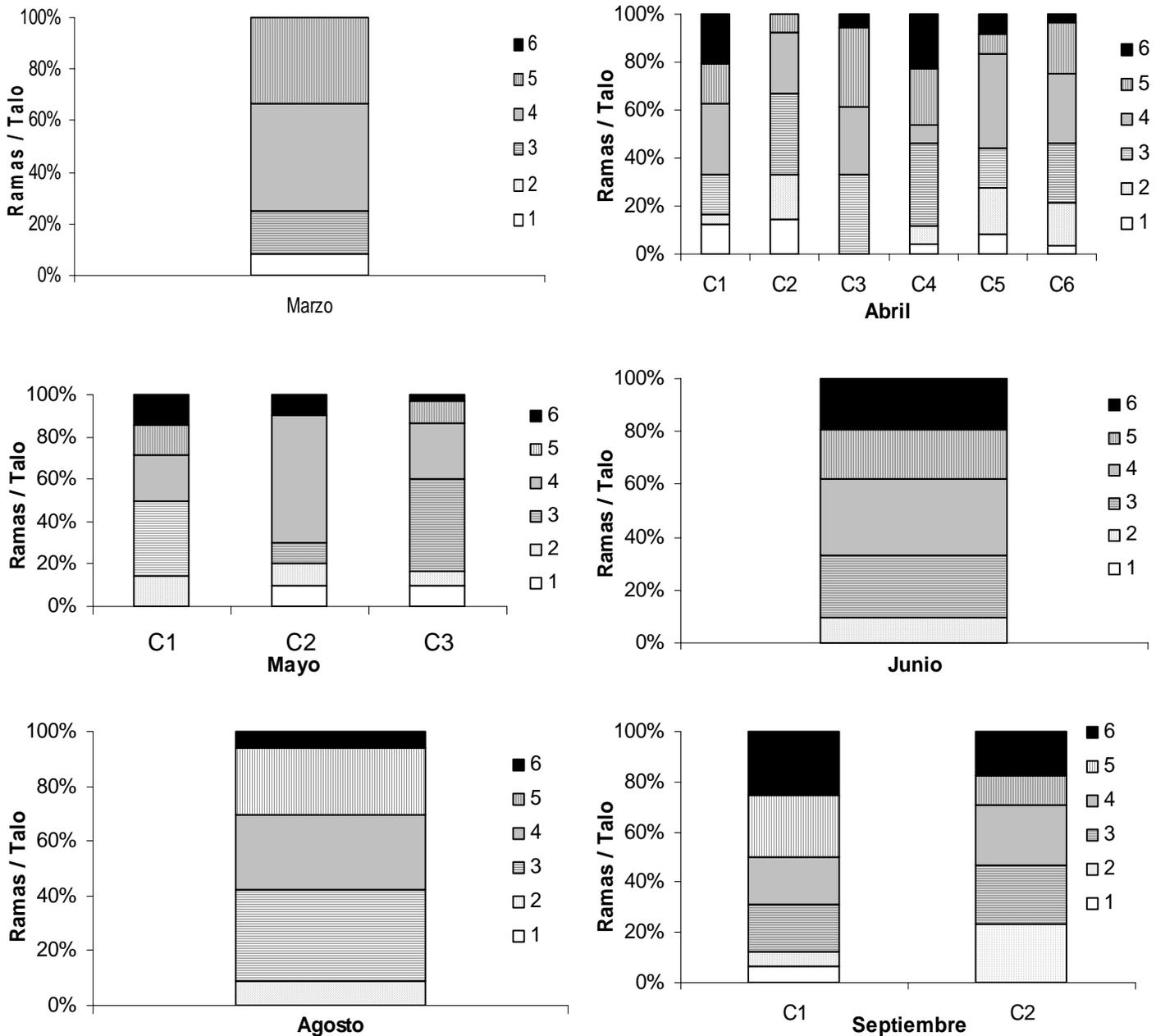


Fig. 2. Proporción de número de ramas por talo para los meses de: a) marzo, b) abril, c) mayo, d) junio, e) agosto y f) septiembre. Los números corresponden al número de ramas y c = cuadrante.

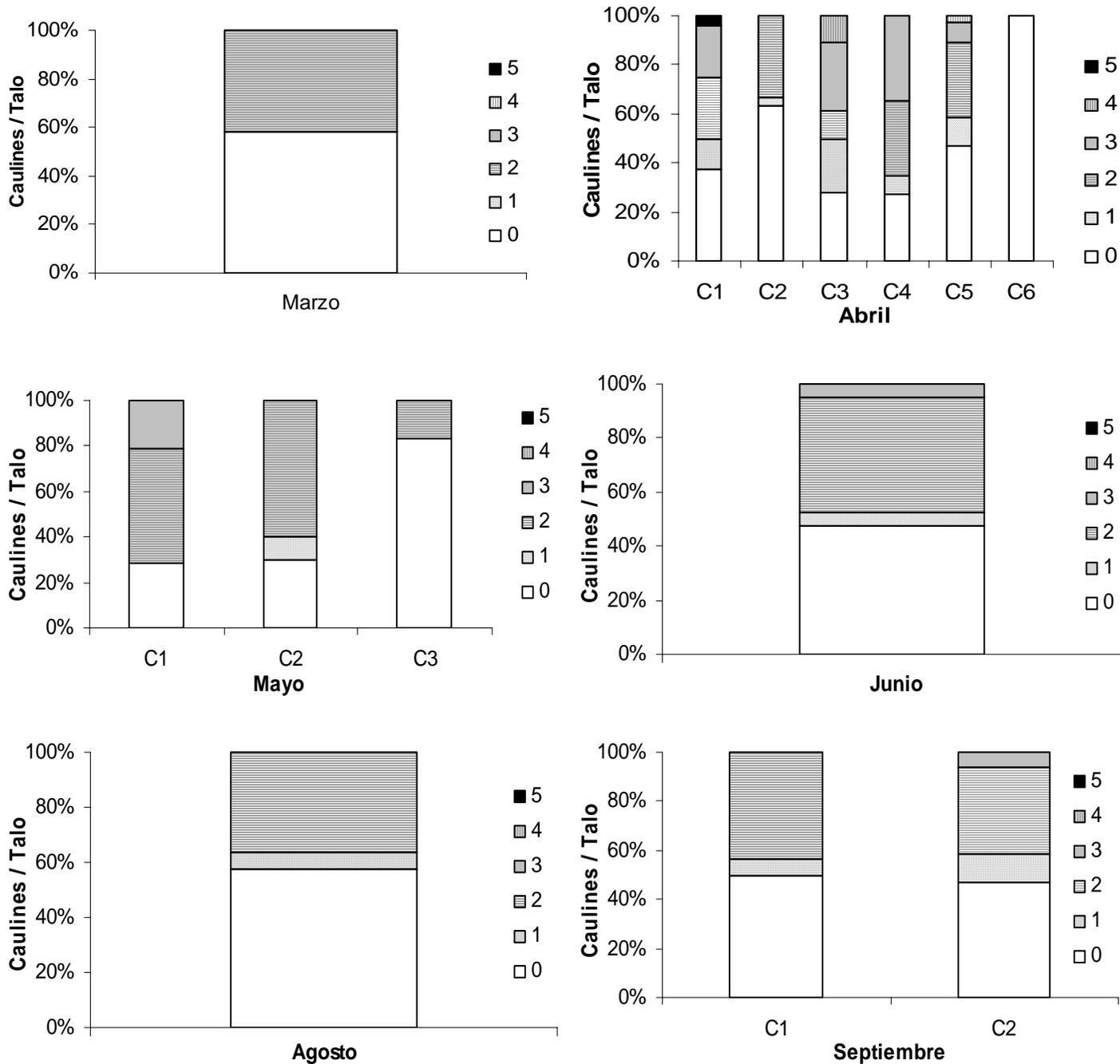


Fig. 3. Proporción del número de caulines por talo para los meses de: a) marzo, b) abril, c) mayo, d) junio, e) agosto y f) septiembre. Los números corresponden al número de caulines y c=cuadrante.

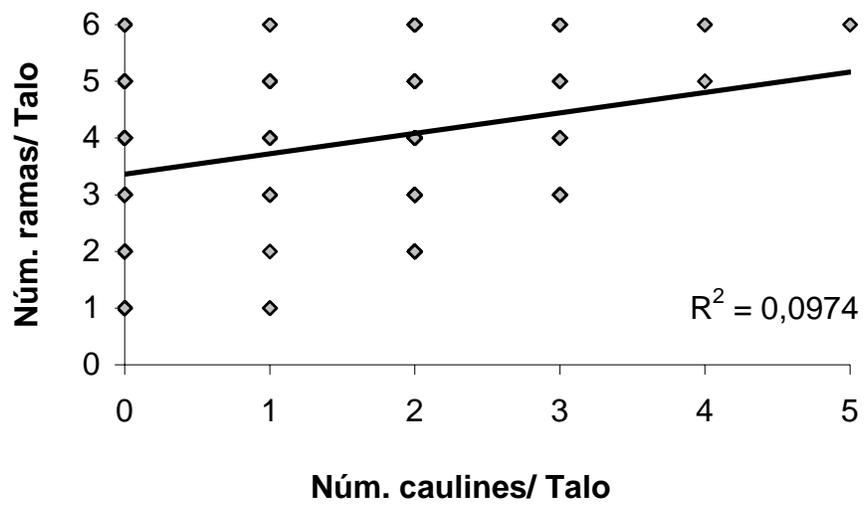


Fig. 4. Relación entre el número de ramas y el número de caulines.

De las estructuras merísticas, la que muestra la mayor variabilidad es la fotosintética (filoides), las comparaciones estadísticas de esta estructura se realizaron considerando solamente el largo, puesto que no hay una relación lineal entre el largo y el ancho del filoide (Ver Capítulo I, Fig. 8).

Espacialmente la diferencia se observa a nivel de las ramas de un mismo talo, puesto que los filoides tienden a ser diferentes significativamente (Tabla I), lo que se refleja en las diferencias significativas que tienen los talos de un mismo cuadrante (Tabla II) y entre cuadrantes de cada mes (Tabla III). La variación es tal que prácticamente todos los talos son diferentes, por lo que no se puede hablar de morfologías definidas por el largo de los filoides.

Los aerocistos son de forma esférica puesto que tienen una relación cercana a 1 entre el largo y ancho (Cáp. I), parece ser que esta relación se mantiene a nivel de talo, ya que se observa una tendencia a no presentar diferencias significativas entre las ramas de un mismo cuadrante (Tabla IV) y entre los talos (Tabla V), situación que no se mantiene cuando se comparan los cuadrantes de cada mes Tabla (VI).

Los receptáculos, son estructuras que se habían considerado como importantes para la definición de dos formas de talos, una forma femenina y una forma masculina, considerado este hecho como dimorfismo sexual. Sin embargo, en el presente trabajo se encontró que todos los receptáculos son monoicos y que existe un cambio morfológico gradual a lo largo del tiempo (Fig. 5), que empieza en estructuras delgadas con 3 ramas en forma de tridente en los primeros meses

del desarrollo hasta formar estructuras anchas y alcanzando a desarrollar hasta 6 ramas al final del desarrollo (Fig. 6).

Tabla I. Resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre cuadrantes, para la estructura filoide. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. Mes 1=marzo. Mes 2= abril, Mes 3=mayo y Mes 4=junio.

Tratamiento	Valor p		n
Mes 1	0	D	65
Mes 2	0	D	2028
Mes 3	0,38	ND	271
Mes 4	menor 0,01	D	588

Tabla II. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre talos, para la estructura filoides. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M2= mes2, M3= mes 3, M4= mes 4 y M5= agosto. C1,2,3,4,5,6 (número consecutivo de cuadrante).

Tratamiento	Valor p		n
Talos(M2C1)	0	D	202
Talos(M2C2)	0	D	333
Talos(M2C3)	0	D	257
Talos(M2C4)	0	D	487
Talos(M2C6)	0	D	358
Talos(M2C5)	0	D	391
Talos(M3C1)	0,56	ND	26
Talos(M3C2)	0	D	158
Talos(M4C1)	0	D	306
Talos(M5C2)	0	D	170
Talos(M5C1)	0	D	196

Tabla III. Resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre ramas, para la estructura filoides. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M1,2,3,4,5 y C 1,2,3,4,5,6, significa lo mismo que en la tabla II. T1...12, es el número de talo.

Tratamiento	Valor p	n	Tratamiento	Valor p	n	Tratamiento	Valor p	n			
T1(M1C1)	0,03	D	14	T2(M3C1)	0,001	D	3	T10(M5C2)	0,009	D	14
T2(M1C1)	0,22	ND	10	T3(M3C1)	0,16	ND	3	T11(M5C2)	0,0005	D	15
T1(M2C1)	0	D	9	T4(M3C1)	0,001	D	3	T12(M5C2)	0,05	D	10
T2(M2C1)	0,05	D	18	T5(M3C1)	0,001	D	2	T1(M3C2)	-0,05	D	12
T3(M2C1)	0,01	D	11	T6(M3C1)	0,001	D	2	T1(M3C2)	-0,05	D	14
T4(M2C1)	0,04	D	10	T7(M3C1)	0,001	D	4	T1(M3C2)	-0,05	D	12
T5(M2C1)	0,07	ND	12	T8(M3C1)	0,06	ND	4	T1(M4C1)	0,007	D	25
T6(M2C1)	0,001	D	13	T9(M3C1)	0,06	ND	3	T2(M4C1)	-0,05	D	28
T7(M2C1)	0,01	D	7	T1(M3C2)	0,06	ND	10	T3(M4C1)	-0,05	D	22
T8(M2C1)	0,7	ND	13	T2(M3C2)	0,001	D	5	T4(M4C1)	-0,05	D	35
T9(M2C1)	0,05	D	12	T1(M3C2)	0,001	D	14	T5(M4C1)	0,07	ND	26
T10(M2C1)	0,01	D	10	T1(M3C2)	0,75	ND	12	T6(M4C1)	0,35	ND	35
T11(M2C1)	0,07	ND	18	T1(M3C2)	0,004	D	18	T7(M4C1)	-0,05	D	29
T12(M2C1)	0,05	D	20	T1(M3C2)	0,7	ND	17	T8(M4C1)	-0,05	D	18
T13(M2C1)	0,05	D	17	T1(M3C2)	0,001	D	15	T9(M4C1)	-0,05	D	26
T14(M2C1)	0,05	D	18	T1(M3C2)	0,004	D	10	T10(M4C1)	0,33	ND	30
T1(M2C2)	0,05	D	20	T1(M3C2)	-0,05	D	19	T11(M4C1)	0,001	D	20
T2(M2C2)	0,01	D	25	T1(M3C2)	-0,05	D	12	T13(M4C1)	0,43	ND	12
T3(M2C2)	0,04	D	35	T1(M3C2)	-0,05	D	14	T1(M5C2)	0,03	D	10
T4(M2C2)	0,07	ND	48	T1(M3C2)	-0,05	D	12	T2(M5C2)	0,05	D	15
T5(M2C2)	0,01	D	19	T1(M4C1)	0,007	D	25	T3(M5C2)	-0,05	D	14
T6(M2C2)	0,02	D	25	T2(M4C1)	-0,05	D	28	T4(M5C2)	0,1	ND	18
T7(M2C2)	0,001	D	20	T3(M4C1)	-0,05	D	22	T5(M5C2)	0,01	D	9
T8(M2C2)	0,01	D	37	T4(M4C1)	-0,05	D	35	T6(M5C2)	-0,05	D	15
T9(M2C2)	0,71	ND	49	T5(M4C1)	0,07	ND	26	T7(M5C2)	-0,05	D	18
T10(M2C2)	0,001	D	15	T6(M4C1)	0,35	ND	35	T8(M5C2)	0,0019	D	17
T11(M2C2)	0,01	D	30	T7(M4C1)	-0,05	D	29	T9(M5C2)	0,01	D	15
T12(M2C2)	0,07	ND	10	T8(M4C1)	-0,05	D	18	T10(M5C2)	0,009	D	14
T1(M2C3)	0,21	ND	25	T9(M4C1)	-0,05	D	26	T11(M5C2)	0,0005	D	15
T1(M2C3)	0,26	ND	20	T10(M4C1)	0,33	ND	30	T12(M5C2)	0,05	D	10
T1(M2C3)	0,5	D	18	T11(M4C1)	0,001	D	20				
T1(M2C3)	0,11	ND	25	T13(M4C1)	0,43	ND	12				
T1(M2C3)	0,46	ND	34	T1(M5C2)	0,03	D	10				
T1(M2C3)	0,001	D	25	T2(M5C2)	0,05	D	15				
T1(M2C3)	0,04	D	15	T3(M5C2)	-0,05	D	14				
T1(M2C3)	0,03	D	10	T4(M5C2)	0,1	ND	18				
T1(M2C3)	0,02	D	18	T5(M5C2)	0,01	D	9				
T1(M2C3)	0,0002	D	16	T6(M5C2)	-0,05	D	15				
T1(M2C3)	0,07	ND	25	T7(M5C2)	-0,05	D	18				
T1(M2C3)	0,36	ND	26	T8(M5C2)	0,0019	D	17				

T1(M3C1)	0,007	D	2	T9(M5C2)	0,01	D	15
----------	-------	----------	---	----------	------	----------	----

Tabla IV. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre cuadrantes, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. Mes 1=marzo. Mes 2= abril, Mes 3=mayo, Mes 4=junio y Mes 5= agosto.

Tratamiento	Valor p		n
Mes 1	0,001	D	41
Mes 2	Menor a 0.05	D	551
Mes 3	0	D	168
Mes 4	0,001	D	50
Mes 5	0,001	D	92

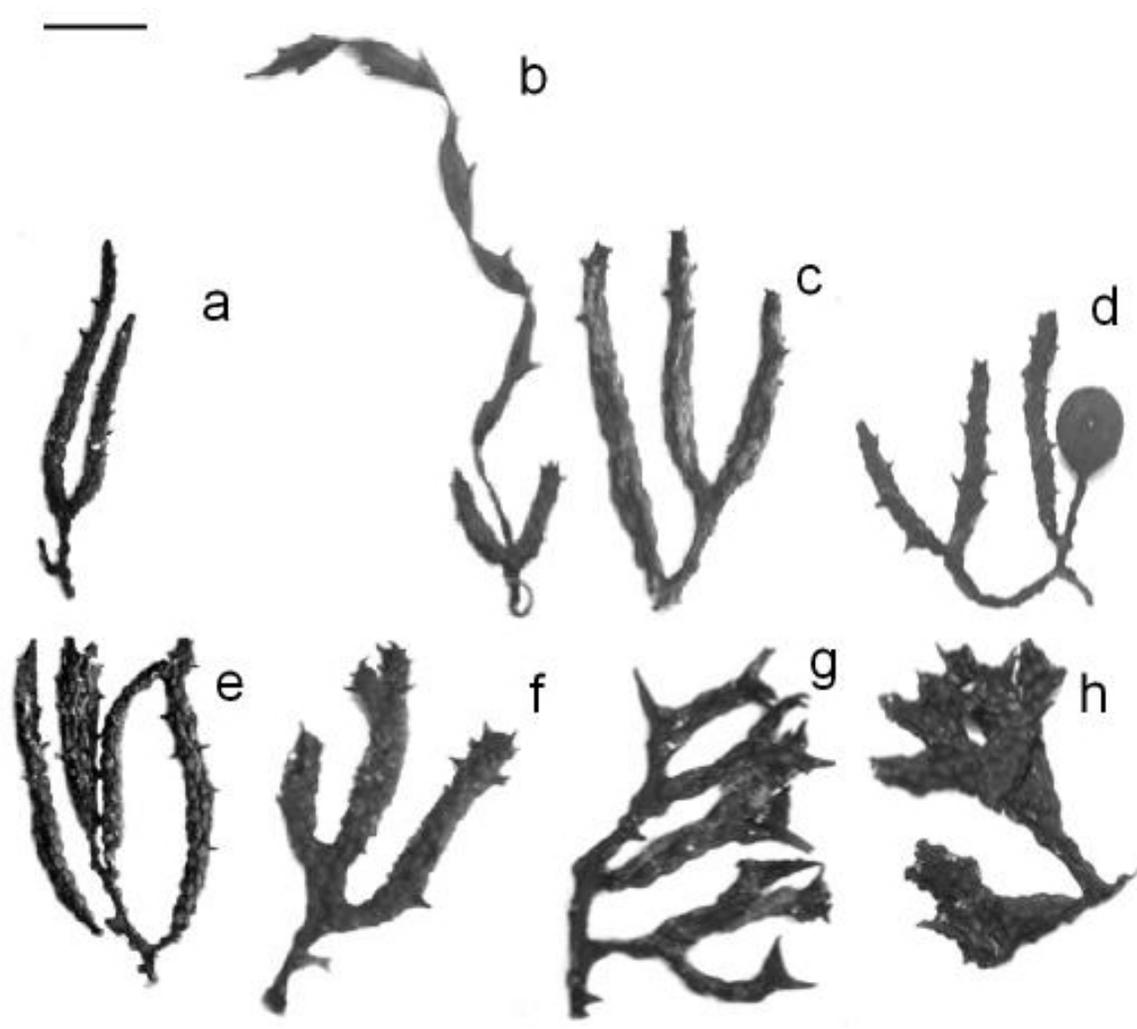
Tabla V. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre talos, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M2= mes2, M3= mes 3 y M4= mes 4. C1,2,3,4 y 5 (número consecutivo de cuadrante).

Tratamiento	Valor p		n
Talos(M2C1)	0,002	D	65
Talos(M2C2)	0,06	ND	85
Talos(M2C3)	0,1	ND	132
Talos(M2C4)	0,23	ND	134
Talos(M2C5)	0,18	ND	135
Talos(M3C1)	0,19	ND	42
Talos(M3C2)	0,09	ND	13
Talos(M3C3)	0,001	D	28
Talos(M3C4)	0,054	ND	85
Talos(M4C4)	0,12	ND	23
Talos(M4C5)	0,23	ND	27

Tabla VI. Muestra los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis entre ramas, para la estructura aerocistos. D=diferencias significativas, ND=no diferencias significativas. M1,2,3,4 y C 1,2,3,4,5, significa lo mismo que en la tabla II. T1...6, es el número de talo.

Tratamiento	Valor p		n
T1(M2C1)	0,002	D	14
T2(M2C1)	0,001	D	10
T3(M2C1)	0,004	D	16
T4(M2C1)	0,5	ND	25
T1(M2C2)	0,06	ND	25
T2(M2C2)	0,5	ND	18
T3(M2C2)	0,53	ND	20
T4(M2C2)	0,56	ND	22
T1(M2C3)	0,1	ND	26
T2(M2C3)	0,05	D	23
T3(M2C3)	0,31	ND	28
T4(M2C3)	0,001	D	21
T5(M2C3)	0,45	ND	24
T6(M2C3)	0,51	ND	10
T1(M2C4)	0,23	ND	15
T2(M2C4)	0,03	D	32
T3(M2C4)	0,51	ND	25
T4(M2C4)	0,42	ND	29
T5(M2C4)	0,35	ND	33
T1(M3C1)	0,24	ND	12
T2(M3C1)	0,11	ND	9
T3(M3C1)	1	ND	10
T4(M3C1)	0,23	ND	5
T5(M3C1)	0,06	ND	6
T1(M3C2)	1	ND	7
T2(M3C2)	56	ND	6
T1(M4C4)	0,12	ND	9
T2(M4C4)	0,05	D	8
T3(M4C4)	0,96	ND	6
T1(M4C5)	0,05	D	10
T2(M4C5)	0,05	D	11
T3(M4C5)	0,05	D	6

Fig. 5. Variabilidad morfológica de los receptáculos. a) linear en los primeros meses, b) igual que el anterior pero asociado a un filoide, c) linear con un incremento en la ramificación a la mitad del año, d) igual que el anterior pero asociado aun aerocisto, e) receptáculo con cuatro ramas, f) receptáculo semirramoso y g) y h) ejemplos de receptáculos ramosos hacia el final de la temporada de reproducción. Escala de la barra 1 mm.



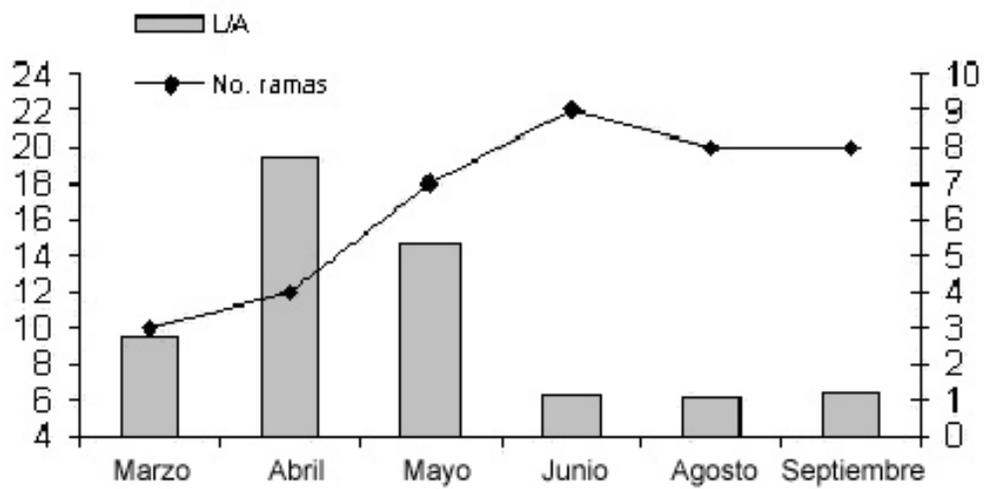


Fig. 6. Número de ramas por mes y los valores de la relación largo vs. ancho (L/A) de los receptáculos.

Discusión

Los trabajos que hasta el momento han abordado la variabilidad intra-específica, emplean el CV (coeficiente de variación) de cada una de las estructuras que conforman al talo, ya que lo consideran como un descriptor objetivo de la variación (Kilar *et al.*, 1992a; Kilar *et al.*, 1992b; Ajisaka, 1992; Chiang, *et al.*,1992). En este trabajo no se encontraron datos normales ni homocedásticos, por lo que no se cálculo el CV de las estructuras con datos merísticos (filoides y aerocistos), lo que impide comprar sus resultados con los generados en el presente trabajo.

Se buscaron otros descriptores como los rangos que trabaja la prueba de Kruskal-Wallis para los datos merísticos. Además de considerar aspectos que no se habían tomado en los trabajos anteriores (Kilar *et al.*, 1992a; Kilar *et al.*, 1992b; Ajisaka, 1992; Chiang, *et al.*,1992). Se tomaron datos discretos aplicando un método gráfico para las frecuencias expresadas en proporción para cada uno de ellos. Se trabajo con un tamaño de muestra mayor (100 a 6,000) con respecto a los trabajos arriba mencionados (menos de100 en promedio).

Parece que cuando se incrementa el número de ejemplares se incrementa la variabilidad, lo que se traduce estadísticamente en datos no normales y en la nula posibilidad de determinar morfotipos, pero se incrementa la veracidad, por que refleja más la realidad.

Se eligió como una de las estructuras a observar a los filoides por que se había considerado como un carácter que incrementa la variabilidad morfológica del talo (Yoshida, 1988), lo cual se corrobora en el presente trabajo (Tabla I, II, III);

por su importancia fisiológica (Lobban y Harrison, 1985) relacionada con la anatomía y fisiología de la estructura, puesto que estos organismos tienen una tasa fotosintética diferencial y esta estructura es la que tiene la mayor tasa fotosintética, además el tamaño de los talos (2.5 m en promedio) y su condición polística (Reviere, 2002), sugiere que cada región del talo está sometida a diferentes condiciones de luz, por lo que la forma de los filoides es diferente entre ramas (Tabla II).

El número de ramas, al parecer está relacionada con la información interna del talo, por la constancia que presenta espacio-temporalmente (Fig. 2), lo cual sugiere que es independiente del estado del desarrollo en el que se encuentra el talo, siendo la variación probablemente por los cambios temporales en los factores, también respalda esta idea el hecho de tener una distribución homogénea a lo largo del tiempo, estos resultados no se pueden contrastar con otros trabajos por falta de información.

En cuanto a la relación L/A de los aerocistos, en el capítulo II ya se habían sugerido como una estructura constante (esféricos), pero son estructuras que no están presentes a lo largo de toda la vida de la planta como se muestra en el capítulo III. Los aerocistos muestran diferencias significativas espacialmente, a nivel de cuadrante, pero la constancia de esta estructura se demuestra al no encontrarse diferencias significativas en niveles de análisis finos como ocurre con el talo y las ramas, lo que sugiere que la pequeña elongación se presenta en las tallas pequeñas y la distribución de tallas espacial y temporalmente (Ver capítulo I).

Al parecer, se podría hablar de seis morfologías en fusión del número de ramas, pero como la variabilidad crece considerablemente cuando se consideran las demás estructuras (filoides, aerocistos y receptáculos) los talos incrementan de manera exponencial su variabilidad morfológica al nivel que prácticamente cada talo que se encuentra en la población es diferente a otro. Tampoco se puede contrastar estas observaciones con los datos de la bibliografía existente, puesto que normalmente emplean el coeficiente de variación (CV) y otras categorías de los caracteres (Ang y Trono,1987; Kilar *et al.*, 1992a; Kilar *et al.*, 1992b Nizamuddin *et al.*, 1993).

IV. CAPÍTULO III. DINÁMICA POBLACIONAL DE *SARGASSUM HORRIDUM* SETCHELL Y GARDNER 1925 (FUCALES: PHAEOPHYTA) PARA EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Introducción.

El conocimiento de la dinámica poblacional de las especies de *Sargassum* ha sido abordado en diferentes partes del mundo, principalmente sobre la especie invasiva *Sargassum muticum*. En las costas americanas, uno de los primeros trabajos que proponen un modelo de crecimiento individual, es el realizado por Kane y Chamberlain (1979) en función del peso húmedo y longitud, señalando que el modelo que mejor explica el crecimiento de la especie, es el logístico.

Posteriormente, en esta misma región abordan el tema de reproducción al observar la retención de los huevos sobre los receptáculos, además de determinar los factores que se relacionan directamente con la expulsión de las oogonias, encontrando que estos factores son: temperatura, foto-periodo y los ciclos lunares. proponiendo que la retención esta relacionada con el éxito que tiene la especie cuando compite con la flora local cuando esta en el proceso de colonización (Norton, 1981).

Además se determino que la regeneración es importante en el proceso de colonización, ya que a partir del sujetador se pueden regenerar nuevos talos, por lo que para erradicarlo hay que eliminarlo desde el sujetador (Critchley y Dijkema, 1984; Gerbal *et al.*, 1985; Critchley *et al.*, 1986).

En los 90's se trabajo con el calculo de la biomasa y densidad de la especie con el fin de medir su productividad y su relación con la profundidad y la temperatura, encontrando que es más importante la profundidad (Critchley *et al.*, 1990).

Años después, Hales y Fletcher (1992) realizaron un trabajo sobre la regeneración de los receptáculos, observando que a cualquier nivel de corte de los receptáculos, regeneran satisfactoriamente. Por lo que a partir de un receptáculo se puede dar origen a un nuevo talo y a una población cuando el organismo es monoico, aspecto importante en su naturaleza de especie invasiva.

En España en esta década se empezaron a realizar estudios importantes sobre el conocimiento de la dinámica poblacional de las poblaciones establecidas en sus costas. El primer esfuerzo es para determinar la denso-dependencia a diferentes estadios fue realizado por Andrew y Viejo (1998). El mismo año se propuso un nuevo modelo que explica su crecimiento individual (potencial), además de conocer su fenología y el efecto que tiene sobre las especies nativas (Wernberg-Moller *et al.*, 1998).

La planta cénese al mismo tiempo que alcanza la maduración y una talla mínima de reproducción. También existe una dependencia entre el tamaño y el número de receptáculos por planta (Arenas y Fernández, 1999).

También mencionan cómo la especie invadió las costas españolas, en un periodo de tres años; midiendo cobertura y su relación con los niveles de marea (Fernández, 1999). Se empleó un modelo para explicar el crecimiento poblacional, encontrando que hay plantas enanas generadas por un proceso de auto sombreado, por lo que la población se considera denso-dependiente con competencia intra específica (Fernández y Arenas, 2000). El aspecto más importante es que *S. muticum* es pseudo-perenne, lo que le permite competir satisfactoriamente por espacio al dejar sujetadores perennes, a partir de los cuales se generan ramas cada temporada

(Wernberg *et al.*, 2000), probando la regeneración en partes del sujetador, encontrando que forma un disco perenne a partir del cual se originan nuevos talos cada temporada (Givernaud *et al.*, 1990).

Sobre la dinámica poblacional de otras especies desde los 70's hasta trabajos más recientes (Arenas y Fernández, 2000), señalan a la densidad como un parámetro importante para entender la estructura poblacional y la interacción entre los individuos. También mencionan que la relación biomasa-densidad determina que las especies son denso-dependiente o independientes por efecto de auto-sombreado en algunas poblaciones de ambientes templados (Yoda *et al.*, 1963; Harper, 1977; Winer, 1985; Hara, 1986).

En África para macroalgas no modulares (*Sargassum elegans* Suhr y *Sargassum* spp.), se determinó que cuando la biomasa aumenta también la densidad y posterior a esto se observa el pico reproductivo (Guillemie y Critchley, 1999).

Además se ha volcado un gran esfuerzo en países europeos como España, en donde, se propone un modelo de la dinámica de la población que invadió el mediterráneo, verificando el reclutamiento por reproducción sexual, evaluando la sobrevivencia de los cigotos y su relación con la densidad. Al igual que en los picos y valles de biomasa, los de reclutamiento por cualquiera de las dos vías de reproducción se presenta en diferentes épocas del año (otoño e invierno), incluso pueden variar de año a año en la misma localidad. Cuantitativamente no son comparables los trabajos por que algunos miden el éxito de reclutamiento siguiendo la cobertura o la densidad de los reclutas o de los adultos (Fernández, 1999).

A partir de los 90', se habla de estructuras que se desarrollan en la base del talo inmediatamente después del estipe llamadas de varias formas, por ejemplo en *Sargassum polycystum* se denominan "cayos". Como no se sabía cual era la función de ellas, se cultivaron a diferentes concentraciones de nutrientes, encontrando una relación inversa entre la concentración de nutrientes y el desarrollo de estas estructuras (Rao y Rao, 1997).

En *Sargassum macrocarpum*, les denominan "embriones adventicios", el cultivo de estas estructuras mostró el desarrollo de talos juveniles morfológicamente idénticos a los generados por cigoto, los cuales desarrollaron rizoides una semana después de iniciado el cultivo, si embargo por su crecimiento lento, se supone que es importante para mantener poblaciones en lugares con poco movimiento de agua o con una alta densidad de talos que protejan a los embriones generados por caulines (Yoshida *et al.*, 1999).

En *Sargassum horneri*, les llaman "semillas", estas estructuras se conservaron a temperatura de 5 °C y se cultivaron, este experimento se llevó a acabo con "semillas" de plantas maduras de diferentes estaciones del año, teniendo éxito en la regeneración no importando la estación, solo afecta el tiempo de latencia (Yoshida *et al.*, 2001). En *Cystoseira hakodotensis* (Yendo) Fensholt se denominan a estas estructuras caulines y fueron seguidos durante dos años, a los 3 cm se elongaron y empezaron a ramificarse, la tasa de crecimiento fue de 4 a 10.9 cm, la maduración se presenta hasta los dos años (Nobata *et al.*, 1998).

Se ha probado la regeneración de otras partes del talo, en *Sargassum siliquosum* y *Sargassum paniculatun*, se hicieron cortes cerca del sujetador, dejando

de 20-40 cm de talo, en diferentes épocas del año, encontraron que en todos los talos hubo regeneración en los talos y estos siguieron con la dinámica de la población, pero que es importante la densidad ya que a mayor densidad se presenta un mayor número de talos regenerados (Ang, 1985). La regeneración en tejido reproductivo fue probado en *Sargassum muticum*, cortando la parte apical de los receptáculos, regenerando el tejido del receptáculo bajo diferentes temperaturas y foto períodos, observando que después de la fragmentación la pérdida de citoplasma es contrarrestada por la depositación de material fibrilar (Hales y Fletcher, 1992).

En *Sargassum* el efecto de los factores ambientales se ha tratado de probar, determinando que la temperatura del agua, pH, salinidad, substrato, tipo de hábitat (expuesto o protegido) y el movimiento del agua determinan la dinámica de la población (Cordero-Paciente, 1981). Para *Sargassum pteropleuron* Grunow, quien se distribuye en las costas de Florida, calcularon la mayor tasa de crecimiento cuando se encontraron las temperaturas más altas durante un ciclo anual (Prince y O'Neal, 1979; Prince, 1980). Ante la adición de nutrientes, en algunos casos no encontraron un efecto inmediato, salvo que exista una acumulación en los tejidos, como ocurre en *Fucus* y *Sargassum*, cuyos nutrientes acumulados son manganeso y zinc respectivamente (Floc'h, 1982).

Antecedentes

Para el Golfo de California, se realizaron los trabajos de Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza (1987, 1989), en donde proponen que los factores físicos influyen en el crecimiento, la reproducción y las dimensiones de los filoides en dos poblaciones de *S. sinicola* en la Bahía de La Paz.

McCourt (1983, 1984a, 1984b) en el noroeste del Golfo de California trata de determinar la distribución vertical de las macroalgas intermareales, observando que existe una zonación entre *Sargassum sinicola*, *Sargassum herporhizum* y *Sargassum johnstonii* en el intermareal, sugiriendo que la zonación responde a factores biológicos, como la competencia y depredación. Aunque también sugiere que el tipo de sustrato y profundidad son importantes. El patrón general más tarde fue ratificado con las observaciones de Muñetón-Gómez y Hernández-Carmona (1990, 1993), quienes en un estudio determinan la distribución de los mantos de *Sargassum* en la Bahía de La Paz, evaluaron la biomasa cosechable y la tasa de crecimiento de *S. horridum* en la Bahía de La Paz, coincidiendo con las observaciones de McCourt (1983).

En el Golfo de California, se han realizado estudios sobre la fenología de diferentes especies del género *Sargassum*, entre estos podemos citar el realizado por Núñez-López y Casas-Valdez (1996), en donde trataron la fenología de las especies del género en Bahía Concepción, caracterizando los estados de desarrollo de los organismos de las especies *S. sinicola*, *S. herporhizum* y *S. lapazeanum*. Núñez-López y Casas-Valdez (1997), determinaron la variación estacional de la biomasa y talla de las especies de *S. sinicola*, *S. herporhizum* y *S. johnstonii*, en la parte central del Golfo de California (Bahía Concepción), teniendo su máximo durante la primavera.

Muñetón (1989) propuso que no existen variaciones fenotípicas significativas entre organismos de *S. horridum* en tres localidades de la Bahía de La Paz, aunque tanto en el diseño del muestreo como en los análisis estadísticos existen deficiencias que ponen en duda las conclusiones.

Las investigaciones sobre las especies de *Sargassum*, en la bahía de La Paz, han sido dirigidas hacia una posible utilización del género como recurso potencial, pero hasta el momento, a pesar de contar con una estimación de la biomasa y el análisis parcial de sus aplicaciones, ha quedado incompleta la información para poder realizar un plan de manejo del recurso debido a que se han encontrado inconsistencias en la taxonomía (Rocha-Ramírez y Siqueiros-Beltrónes, 1990), lo cual deja en duda los trabajos de fenología y ecología desarrollados en esta región ya que se dice que es anual.

Se conoce poco sobre los factores que afectan la sobre-vivencia y reclutamiento de las especies de *Sargassum* en el Golfo de California. Los cambios en las poblaciones se atribuyen a las variaciones de temperatura (Cordero Paciente, 1981; Prince y O'neal, 1979); al efecto de los nutrientes (Schaffelke y Klump, 1998; Schaffelke, 1999); al pH, salinidad, naturaleza del substrato, hábitat (expuesto o protegido) y movimiento del agua (Cordero-Paciente, 1981). Espinosa-Avalos y Rodríguez-Garza (1987, 1989), propusieron que los factores físicos influyen en el crecimiento, la reproducción y las dimensiones de los filoides en dos poblaciones de *S. sinicola* en la Bahía de La Paz. También se han considerado los aspectos biológicos, señalando que la regeneración es importante en el mantenimiento de las poblaciones (Ang, 1987).

Por lo anterior, se puede concluir que no se conoce la dinámica poblacional de las especies de *Sargassum* en el Golfo de California ni cuales son los factores que la afectan, aspecto importante por que se considera como un recurso potencial. Como en el capítulo I y II , la taxonomía ya quedo clara y la potencial importancia de los caulines

en la regeneración del talo, en este capítulo se pretende conocer la dinámica poblacional de la especie que domina el 96% de los mantos multiespecíficos (*Sargassum horridum*) y probar la importancia de la concentración de nutrientes en el mantenimiento de las poblaciones.

Objetivos

General:

Describir la dinámica poblacional de *Sargassum horridum* en la costa suroeste del Golfo de California.

Particular:

Describir el efecto de la adición de nutrientes, en la dinámica poblacional de *Sargassum horridum* en la costa suroeste del Golfo de California.

Determinar el reclutamiento y el efecto de la adición de nutrientes de *Sargassum horridum* en la costa suroeste del Golfo de California

MATERIAL Y MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Se instaló un experimento en la playa el Sauzoso, San Juan de la Costa, B.C.S., en la Bahía de La Paz. En esta playa se encuentra la población con mayor biomasa (Muñeton-Gómez, 1987) de *Sargassum horridum*. Sobre la franja en el intermareal superior y submareal inferior.

Antes de colocar el experimento se realizó un muestreo prospectivo para elegir el área en la que se colocaría, tomando en consideración la dinámica del lugar y accesibilidad. Se eligió trabajar a la derecha del campo pesquero El Sauzoso.

El diseño experimental tuvo como principal objetivo probar condiciones de nitratos a saturación (tratamientos con adición de nutriente artificial) y controles en los que se mantuvieron condiciones naturales (tratamientos sin adición de nutriente artificial). Los cuadrantes control se emplearon para conocer el comportamiento de la población en condiciones naturales. El diseño se resume en: tratamiento con adición de nutrientes y sin adición de nutriente, con cuatro réplicas cada uno.

En cada tratamiento y su replica se colocó una base de cemento de 56 X 38 X 12 cm elaborada con piedras embebidas de la localidad, además se les colaron en los extremos, dos varillas corrugadas de 1/4 pulgada, en forma de agarradera, para que facilitaran su manejo.

Sobre esta base se colocó un tubo de PVC de 40 cm de largo y 6 pulgadas de ancho, con tapas removibles que se amarraron a las bases experimentales, con cinturones plásticos a las agarraderas de varilla corrugada. Los tubos estaban preparados con 100 perforaciones de 1 cm y cubiertos con pintura especial que evita el crecimiento de organismos vivos (incluyendo las tapas).

En los tratamientos con adición de nutrientes, los tubos se llenaron con un fertilizante inorgánico de liberación controlada (Osmocote), que consiste de una mezcla de nitrato de amonio, fosfato y sales de potasio (N 17%, P 17% y K 17%). El fertilizante se encuentra peletizado y encapsulado en una película de un polímero semipermeable. En total el 50% de los tubos fueron de este tipo, los tubos se rellenaron cada mes,

dependiendo del consumo del fertilizante. Al otro 50% de los tubos no se les agrego nutriente artificial.

Los tratamientos con sus respectivas replicas se distribuyeron a lo largo de la línea de costa empleando números al azar y una separación entre ellos de aproximadamente 20 metros, distancia a la que se considera que ya no tiene influencia el alo del nutriente liberado (Hernández *et al.*, 2000). La ubicación de cada tratamiento y la naturaleza del mismo se registro en una bitácora de campo, con ayuda de un geoposicionador convencional, para poder realizar la recaptura de datos cada mes. En cada tratamiento se puso una botella de plástico vacía como bolla y dentro de ella una marca plástica que señalaba el tipo de tratamiento.

La temperatura, se midió instalando en un tratamiento elegido al azar, un termógrafo que la registraba continuamente en intervalos de dos horas. Este se recuperó y se sustituyo por otro, cada cuatro meses. Los datos se vertieron directamente en una computadora.

Se tomaron muestras de agua de mar, en algunos meses (los meses faltantes se debieron a problemas logísticos y ambientales (como en julio por la presencia de un huracán), para tener el seguimiento de la concentración de nutrientes en el agua circundante a los tratamientos, considerando un alo de uno metro alrededor de los tratamientos. En los bloques con adición de nutrientes, se tomaron tres muestras una hacia cada lado de la base y en los tratamientos sin adición, se tomo solo una muestra de un tratamiento, elegido al azar.

Las muestras se depositaron en una hielera, hasta ser trasladadas al laboratorio, manteniéndolas en congelación hasta la determinación de nutrientes. El análisis se

llevó a cabo en el CIB-NOR por el método de reducción de cadmio (Strickland y Parsons, 1972).

Los datos que se obtuvieron mensualmente (con algunas excepciones por problemas logísticos y ambientales como en julio por la presencia de un huracán) para el seguimiento de la estructura poblacional fueron: cobertura, talla individual, biomasa y densidad, los dos primeros en campo y los últimos en el laboratorio.

En el campo la cobertura y la talla fueron tomados en cada uno de los tratamientos. Empleando dos cuadrantes (A y B) elaborados con tubos de PVC que median 25 cm por lado subdivididos en cuadrículas de 5 cm por lado, estos se tiraron sobre un transecto perpendicular al bloque de cada sitio de 1 m, de manera sistemática cada mes tratando de rotar el punto de recolecta. La cobertura se midió con ayuda de los cuadrantes, específicamente con las cuadrículas de 5 cm por lado, anotando los datos *in situ* en una tablilla de buceo.

Con el propósito de registrar el incremento individual mensual de talla. En cada uno de los tratamientos y sus respectivas replicas, se marcaron inicialmente 30 talos y se remarcaron cada mes 20 talos más. Las marcas fueron elaboradas con cinta dimo de color naranja, en la que se resaltaba un número secuencial de tres dígitos y se sujetaron al estipe del talo con un cinturón plástico con candado japonés.

Una vez que los datos de cobertura y talla eran tomados, se separaron del sustrato todos los talos que en el cuadrante se encontraban desde el sujetador, con ayuda de una espátula metálica, depositándolos en bolsas plásticas previamente etiquetadas con un marcador indeleble, considerando los datos básicos (número de

tratamiento o réplica, cuadrante (A o B) y fecha). Las bolsas se drenaron parcialmente y se cerraron con ligas para ser trasladados al laboratorio.

Durante el segundo año se puso un experimento para medir el reclutamiento directamente y corroborar los datos obtenidos indirectamente durante el primer año, ya que este año se midió el reclutamiento contando como reclutas a los talos de tallas pequeñas (menores a 5 cm), estipe con menos de 5 marcas y con una rama.

El experimento de reclutamiento se llevo a cabo de la siguiente manera: se colocaron ocho cuadrantes de 1 m² sobre una red de muestreo con las mismas características de marcado y distancia que los tratamientos del primer año.

En cada una de ellos se limpio el área delimitada por el cuadrante, con cepillos de alambre y con espátula para dejar libre de cualquier forma de vida conspicua. Posteriormente se puso sobre el área limpia un cuadro metálico de las mismas dimensiones que el cuadrante, en las que se aseguro un plástico resistente, que tenia una válvula que permitía el paso de líquido pero no la salida. Se inyectó hipoclorito de sodio al 10 % (de uso domestico), en la cantidad suficiente como para llenar el espacio delimitado por el plástico. Este sistema de limpieza química se dejo durante 24 horas.

Los cuadrantes se visitaron mensualmente, durante las cuales se contaba el número de talos de *Sargassum horridum* que se incorporaban, datos con los que se determinó el reclutamiento.

TRABAJO DE LABORATORIO

Para determinar la biomasa y densidad, en el laboratorio, se drenaron totalmente las muestras, después se dejaron 15 mín. sobre un papel secante. Posteriormente se

pesaron por cada cuadrante con una balanza digital, para obtener el peso en húmedo que se empleó para el cálculo de la biomasa. La densidad se obtuvo contando el número de talos por cuadrante.

Las muestras procesadas se guardaron en frascos de vidrio de boca ancha y tapa plástica, previamente forrados con papel aluminio y etiquetados adecuadamente con los datos que se encontraban en la bolsa de plástico en la que fueron transportados, estos frascos con la muestra se llenaron con una solución de formaldehído y agua de mar al 4 %.

ANÁLISIS DE DATOS

Para evaluar el efecto del suministro de nutriente artificial se determinó si había diferencias significativas entre los tratamientos con y sin nutrientes, para cada uno de los parámetros poblacionales contemplados. En el caso del crecimiento individual se hizo por medio de una prueba de pendientes tomando en consideración el valor de L infinita y para el caso de los demás parámetros se probó la normalidad (Kolmogorou-Smirnov, $\alpha=0.005$) y homocedasticidad (Cochran y Barlet, $\alpha=0.005$), para poder decidir si se comparaban por medio de estadística paramétrica (ANOVA) o no paramétrica (Kruskal-Wallis).

Se calculó el incremento individual en talla de manera independiente entre los tratamientos con adición de nutriente y sin adición. Empleando los datos mensuales de talla en talos marcados, se realizaron gráficas para ver la tendencia del crecimiento y poder elegir el modelo a emplear, observando que la especie tiene un crecimiento lento al inicio de su vida, cambiando en un punto a un crecimiento acelerado hasta alcanzar

la talla máxima, por lo que se eligió el modelo logístico, utilizando un método iterativo para el cálculo de los parámetros (L infinita, a y b), cuya formula es:

Lt = $L \text{ infinita} / (1 + e^{(a+bt)})$, en donde,

Lt = Longitud calculada

L infinita = la longitud máxima

A = ordenada

B = pendiente

t = tiempo

Posteriormente se determinó el incremento en peso individual, en base a la relación peso-longitud, mediante una transformación logarítmica, llegando a la ecuación:

Wt = $a * Lt^b$, en donde,

Wt= Peso calculado a un tiempo t

Lt= Longitud observada

Para determinar la mortalidad, primero se cálculo la sobre-vivencia, empleando los datos publicados sobre el área total del manto y los cambios en la densidad mensual, considerando la fórmula:

M = $-\ln S$, en donde,

M = mortalidad

S = sobrevivencia

S = N_{t+1} / N_t , en donde,

N_t = Densidad poblacional (suma de densidades muestrales * área total del manto)

N_{t+1} = Densidad a un tiempo t

Para el cálculo de la Biomasa (equivalente a la producción secundaria por ser productores primarios)

se empleó la fórmula:

$B = W_t * N_t$, en donde,

B = Biomasa

W_t = Peso calculado a un tiempo t

N_t = Densidad a un tiempo t

Resultados

La población de *Sargassum horridum* en la playa el Sauzoso, es una población que a lo largo del año tiene dos temporadas bien definidas (Tabla I): una de máxima biomasa (Fig. 1) durante la Primavera y principios del Verano (marzo-Junio), generada por un incremento en el peso individual en esta época (Fig. 2) y un cambio en la tasa de crecimiento individual (Fig. 3), ya que la tasa de crecimiento se acelera generando talos grandes con un incremento en la generación de estructuras como los filoides, aerocistos y caulines. Estos últimos se encuentran todo el año, pero no con el mismo número por talo. Durante la temporada de máximo biomasa (marzo-junio) se incrementa el número de caulines por talo, de un promedio de 2 a 4 caulines por talo (capítulo III).

Tabla I. Descripción cronológica de los principales eventos de la dinámica poblacional de *Sargassum horridum*, y los principales factores con los que se relacionan. **A.** Irradiancia, **B.** Concentración de nitratos, **C.** Mortalidad, **D.** Reclutamiento, **E.** Presencia de aerocistos, **F.** Presencia de caulines, **G.** Inicio de la fragmentación, **H.** Reproducción sexual, **I.** Crecimiento acelerado, **J.** Crecimiento lento y **K.** Estolones. Di. Diciembre, En. Enero, Fe. Febrero, Mr. Marzo, Ab. Abril, My. Mayo, Jn. Junio, Jl. Julio, Ag. Agosto, Se. Septiembre, Oc. Octubre y No. Noviembre.

A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													
I													
J													
K													
Evento	Di	En	Fe	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	No	Di

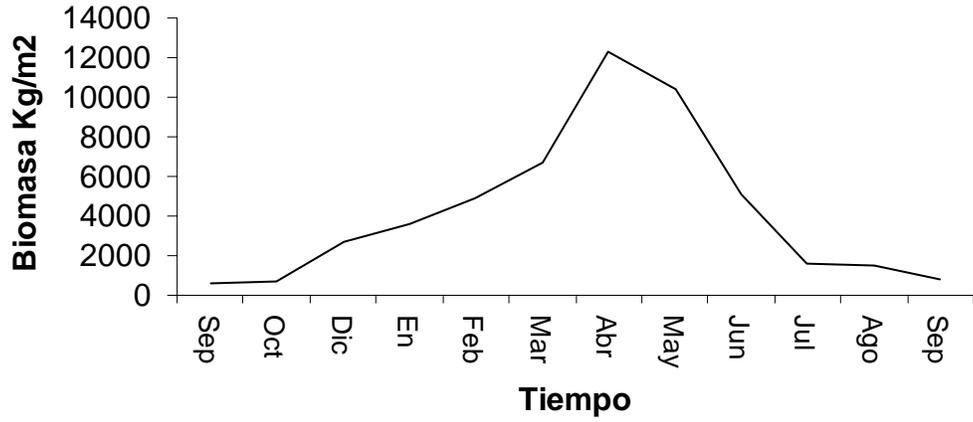


Fig. 1. Biomasa mensual calculada de *Sargassum horridum*.

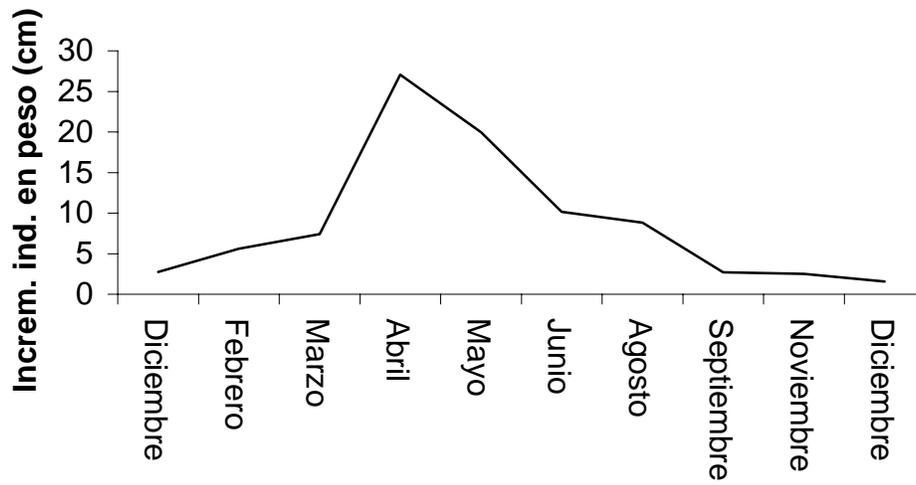


Fig. 2. Incremento individual calculado en peso de *Sargassum horridum*.

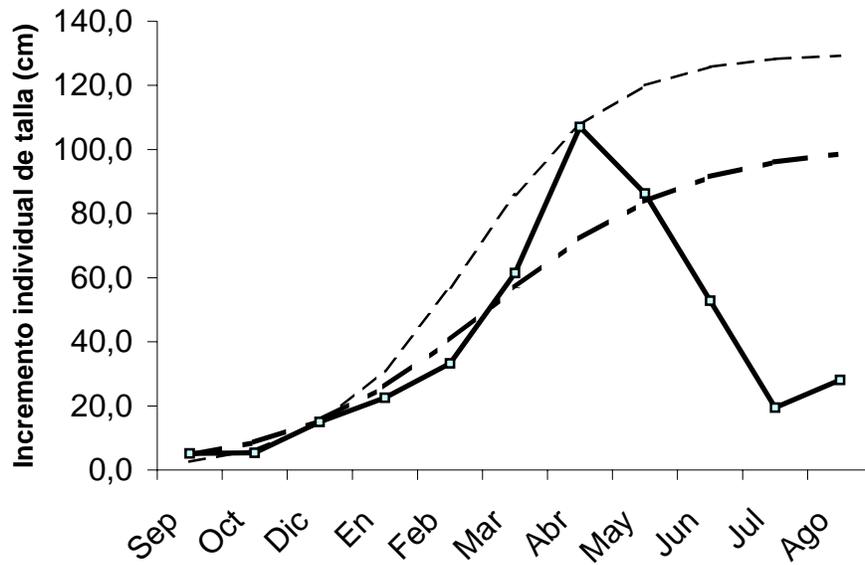


Fig. 3. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum*. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

A partir de la última quincena de febrero se empiezan a encontrar talos reproductivos hasta los meses de máxima biomasa. Cuando alcanzan la maduración (marzo) los talos se encuentran bien desarrollados con todas las estructuras vegetativas que los caracterizan (aerocistos y filoides) y tienen la talla máxima (Fig. 4). Los talos son gametofíticos (monoicos). Conforme avanza el tiempo los filoides en el talo se van sustituyendo por receptáculos, disminuyendo también el número de aerocistos. También se incrementa el epifitismo y ocurre un adelgazamiento del eje principal, por lo que a inicios de junio los talos se empiezan a fragmentar, quedando talos que miden de 15 a 17 cm en promedio (estolones), con pocos filoides (3-5) y sin aerocistos, iniciando en este momento la segunda temporada.

En la segunda temporada (Julio-Enero) se encuentran los estolones anteriormente mencionados, las cuales se caracterizan por tener un incremento de talla lento (Fig. 3), el peso disminuye por la fragmentación de las ramas y la no generación de más (Fig. 2), lo que da como resultado la presencia de las menores biomásas (Fig. 1). Esta condición permanece hasta que inicia nuevamente la temporada de crecimiento acelerado.

En general puede considerarse a esta población como “seudoperene” puesto que permanece todo el año presentando un punto máximo y un mínimo de biomasa, comportándose como una sola cohorte independientemente de la edad de los talos, con una densidad casi continua, ya que tiene ligeros cambios a lo largo del año con una tendencia a disminuir para el fin del año (Fig. 5), sin presentar marcados puntos de máxima y mínima densidad. La mortalidad tiene el mismo comportamiento que la densidad, al no presentar picos y valles a lo largo del año, aunque hay un incremento

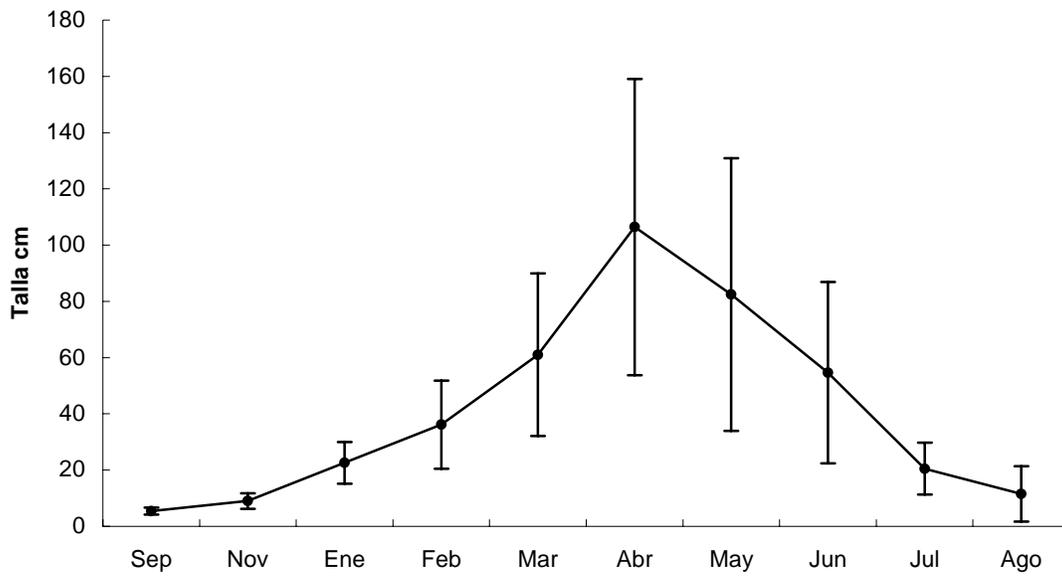


Fig. 4. Tallas mensuales de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

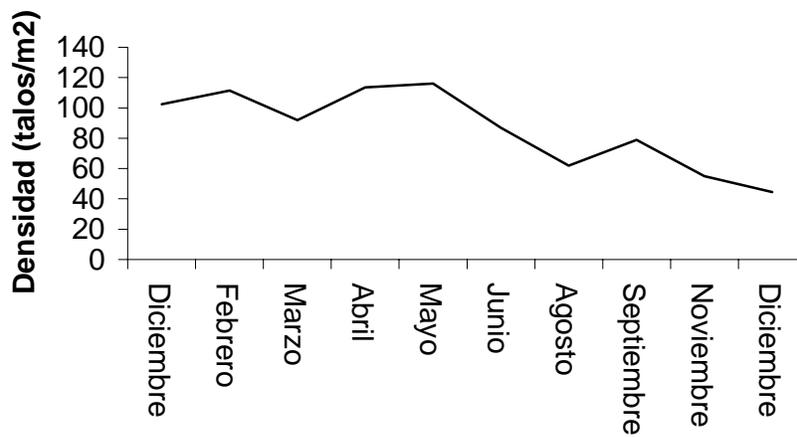


Fig. 5. Densidad mensual calculada de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

en la mortalidad durante la temporada de baja biomasa, disminuyendo hacia la temporada de máxima biomasa (Fig. 6).

Los resultados sugieren que el reclutamiento está relacionado con la densidad y la mortalidad, ya que se reclutan todo el año de manera casi constante, teniendo un ligero incremento en la temporada de mínima biomasa, en donde se presenta también un ligero incremento en la mortalidad. Según el experimento se calculó que en promedio cada mes se reclutan 15-20 talos/m², lo cual fue corroborado con el experimento de reclutamiento.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE NUTRIENTE ARTIFICIAL SOBRE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Sargassum horridum*.

Se comparó el incremento en talla con respecto al tiempo, probando previamente la normalidad y homocedasticidad de los datos con los métodos convencionales (capítulo III). Se encontró que los datos no son normales ($p=0.01$), ni homocedásticos ($p=0.000033$), por lo que se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la que arrojó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con adición de nutrientes y sin adición de nutrientes ($p=0.51$).

Sin embargo al observar la gráfica de los promedios mensuales de talla por tratamiento, con sus respectivas variancias (Fig. 7) se observa una diferencia entre los tratamientos, en el mes de abril (mes en el que se encuentra la talla máxima). Al graficar exclusivamente las variancias del mes de abril (Fig. 8) se observa que si hay diferencias, las cuales son significativas al compararlas por una prueba F para diferencias entre dos variancias ($p < 0.05$) (Zar, 1996). Encontrando una variabilidad

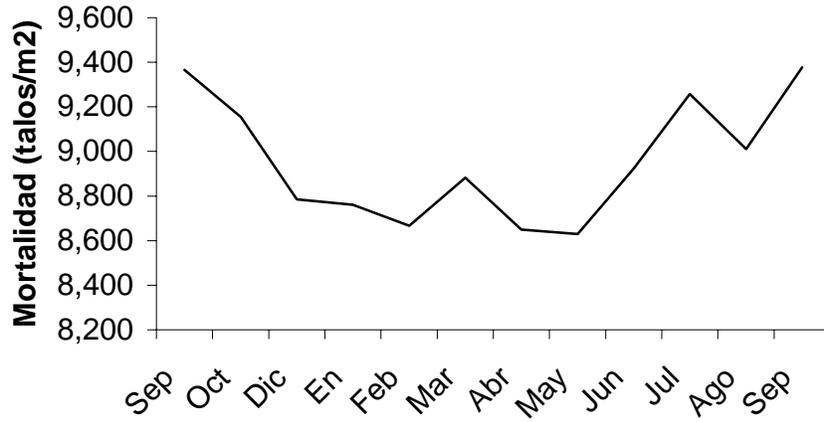


Fig. 6. Mortalidad mensual calculada de *Sargassum horridum* en condiciones normales.

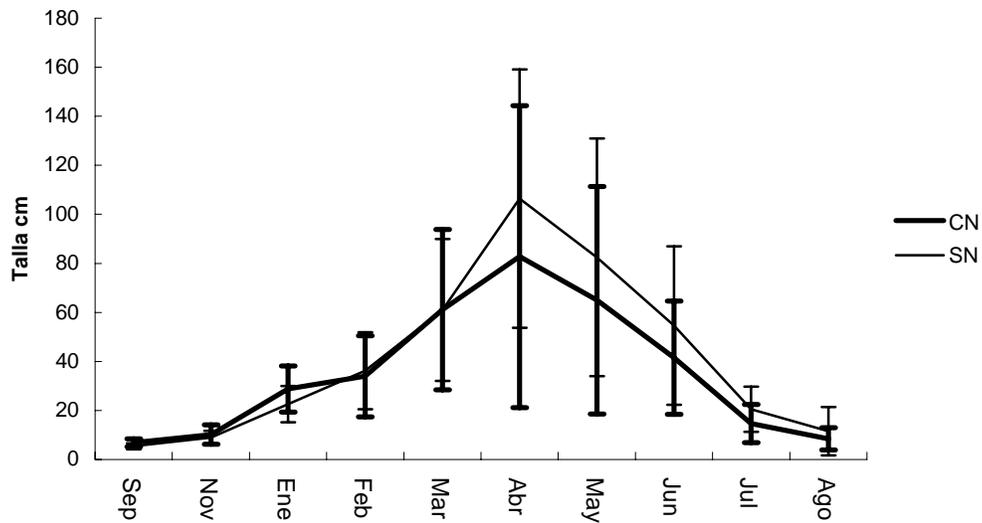


Fig. 7. Comparación del promedio de tallas mensuales y variancia de *Sargassum horridum* entre los tratamientos con adición de nutrientes y sin adición.

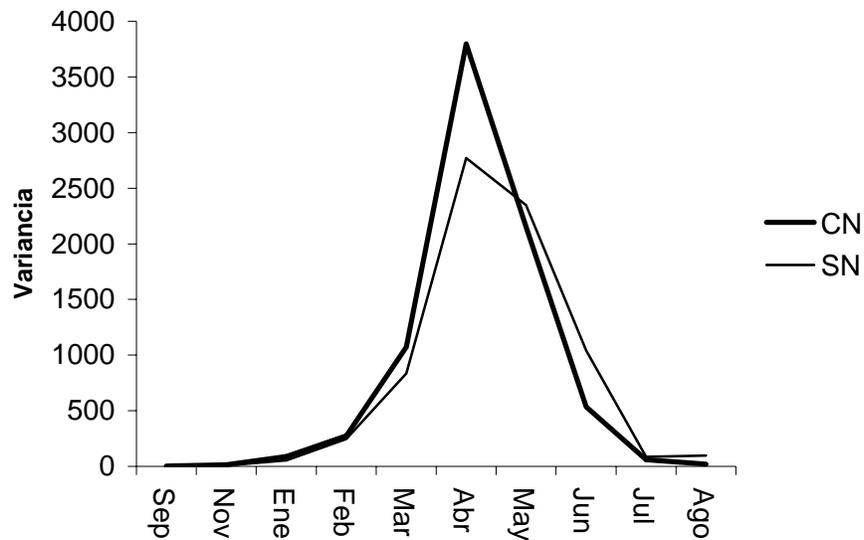


Fig. 8. Comparación de las variancias de las tallas mensuales de *Sargassum horridum*, entre los tratamientos con adición de nutrientes y sin adición.

mayor en los tratamientos que tienen adición de nutrientes, por lo que se decidió seguir con el análisis comparativo de los parámetros poblacionales.

El modelo logístico para el crecimiento individual presentó una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las pendiente y en el valor de L infinita para los tratamientos con y sin adición de nutrientes Tabla II.

Como se observa en los tratamientos sin nutrientes se tiene una mayor tasa de crecimiento (Fig. 10), con respecto a los tratamientos con adición de nutrientes (Fig. 9), por lo tanto los talos alcanza una talla mayor en los tratamientos que no tienen nutriente artificial.

Tabla II. Muestra los valores de los parámetros de la ecuación del modelo de crecimiento individual.

Tratamiento	L infinita	a	b
C/N	112	0.83	0.78
S/N	130	0.83	0.91

Hay diferencias significativas en la ganancia individual en peso (Fig. 11) y esto se ve reflejado en las diferencias que se observan en la biomasa mensual calculada. Como son productores primarios se puede decir que en los tratamientos sin adición de nutriente artificial hay más producción, que en los que se adiciono nutriente (Fig. 12).

Con respecto a la densidad y a la mortalidad no se encontraron diferencias significativas en el patrón general entre los tratamientos con y sin adición de nutrientes, aunque en el mes de marzo hay una tendencia a mantener una densidad menor en los tratamientos con adición de nutrientes (Fig. 13) y después de febrero un ligero incremento en la mortalidad, pero el patrón general se mantiene. En la mortalidad de los tratamientos con adición de nutrientes a lo largo de todo el año hay mayores fluctuaciones comparado con los tratamientos sin adición de nutrientes (Fig. 14).

Durante la temporada en donde se presenta la mayor biomasa, también se encuentran los talos en reproducción. Estos procesos coincide con un incremento en la temperatura (Fig. 15), irradiancia (Fig. 16) y la concentración de nutrientes (Fig. 17).

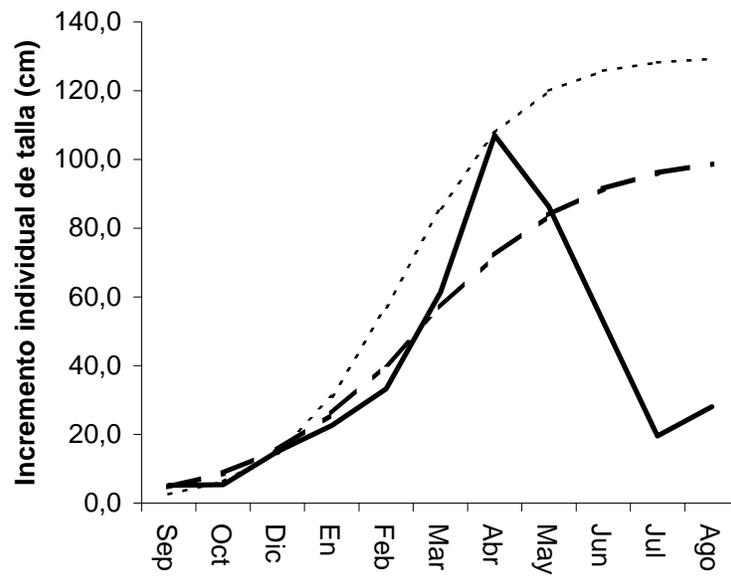


Fig. 9. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum* en los tratamientos sin adición de nutrientes. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

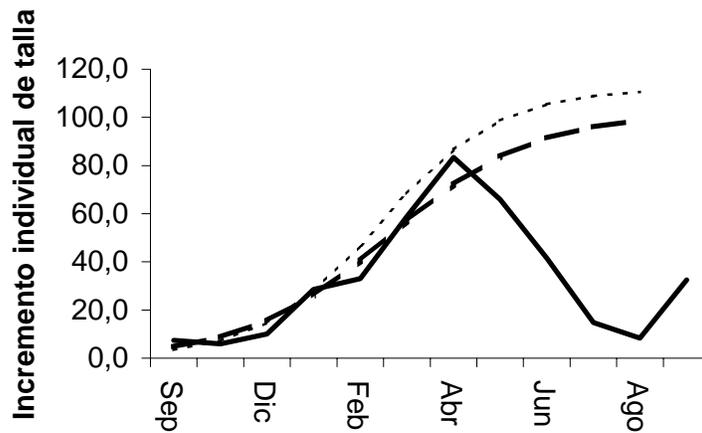


Fig. 10. Incremento individual de la talla de *Sargassum horridum* en los tratamientos con adición de nutrientes. Línea continua, datos obtenidos; línea punteada, datos arrojados con el mejor ajuste y línea con punto, datos arrojados sin ajuste.

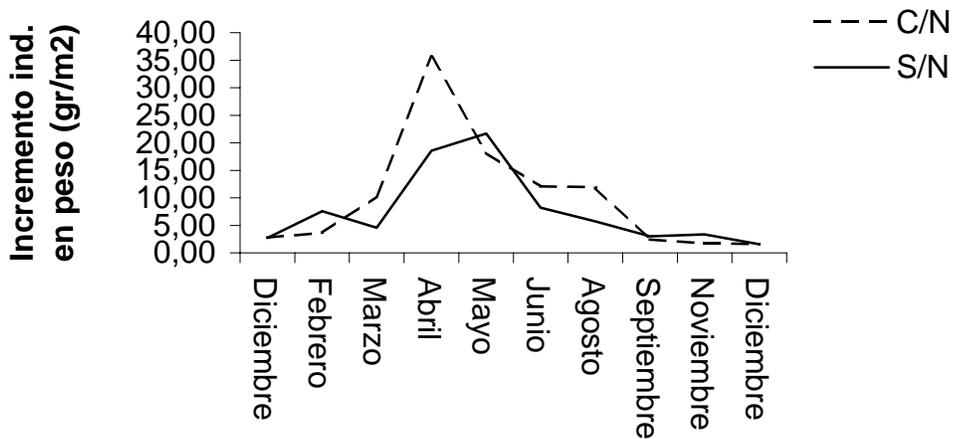


Fig. 11. Incremento individual en peso de *Sargassum horridum*, en los tratamientos con y sin adición de nutrientes.

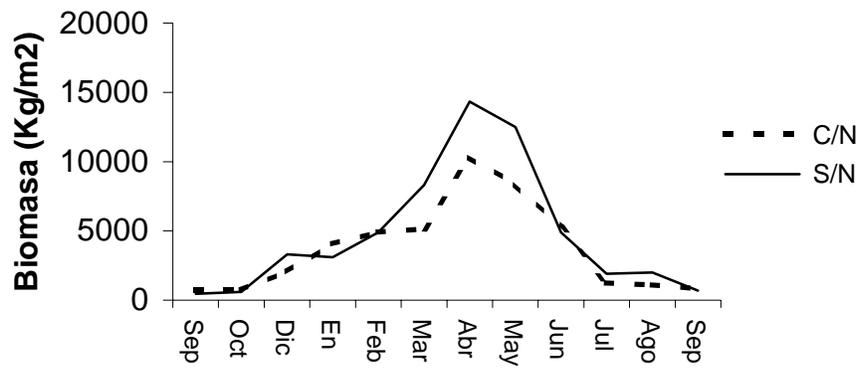


Fig. 12. Biomasa mensual calculada de *Sargassum horridum* en los tratamientos con y sin adición de nutrientes.

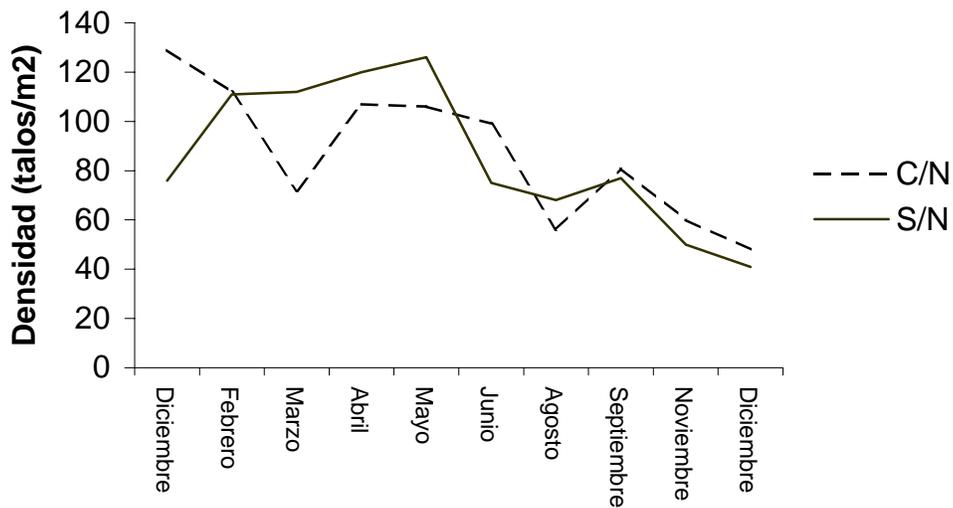


Fig. 13. Densidad mensual calculada de *Sargassum horridum*, en los tratamientos con y sin adición de nutriente.

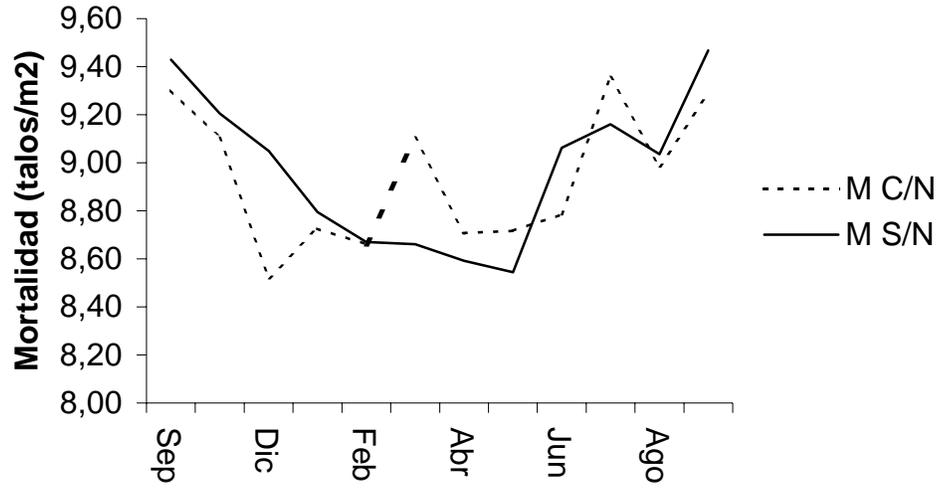


Fig. 14. Mortalidad mensual calculada de *Sargassum horridum* en los tratamientos con y sin adición de nutriente.

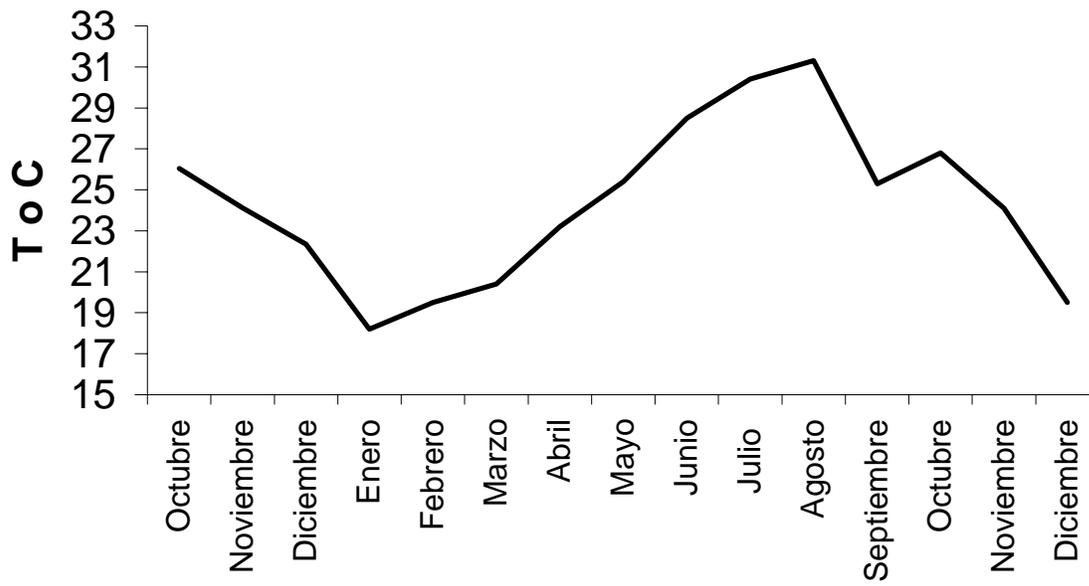


Fig. 15. Fluctuación de la temperatura en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001-02.

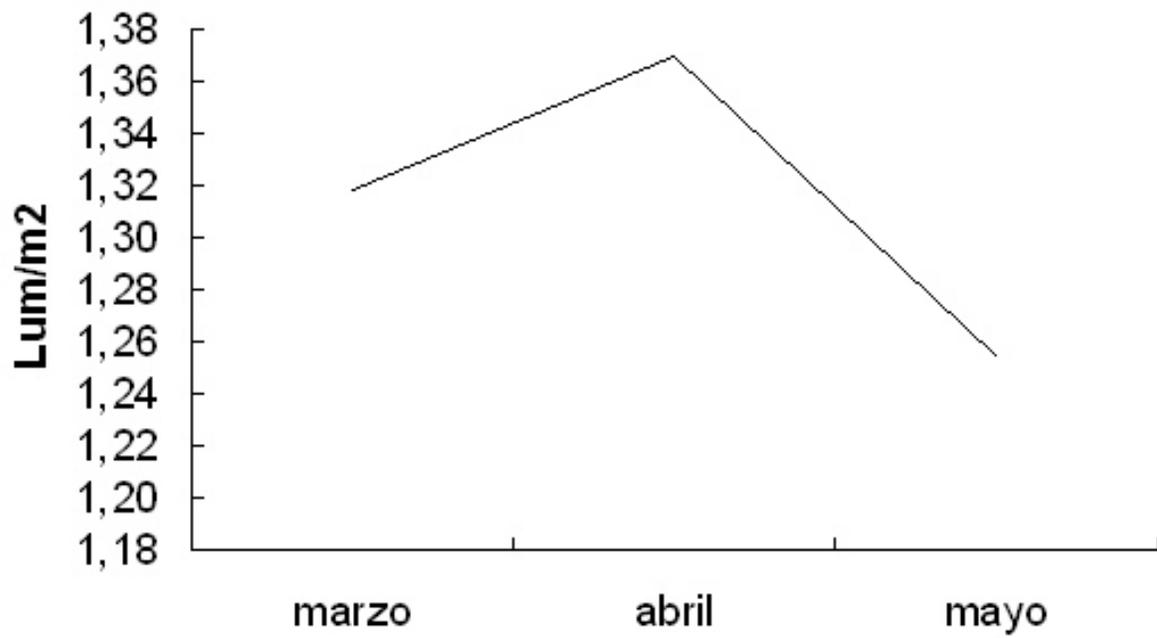


Fig. 16. Fluctuación de la irradiancia en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001.

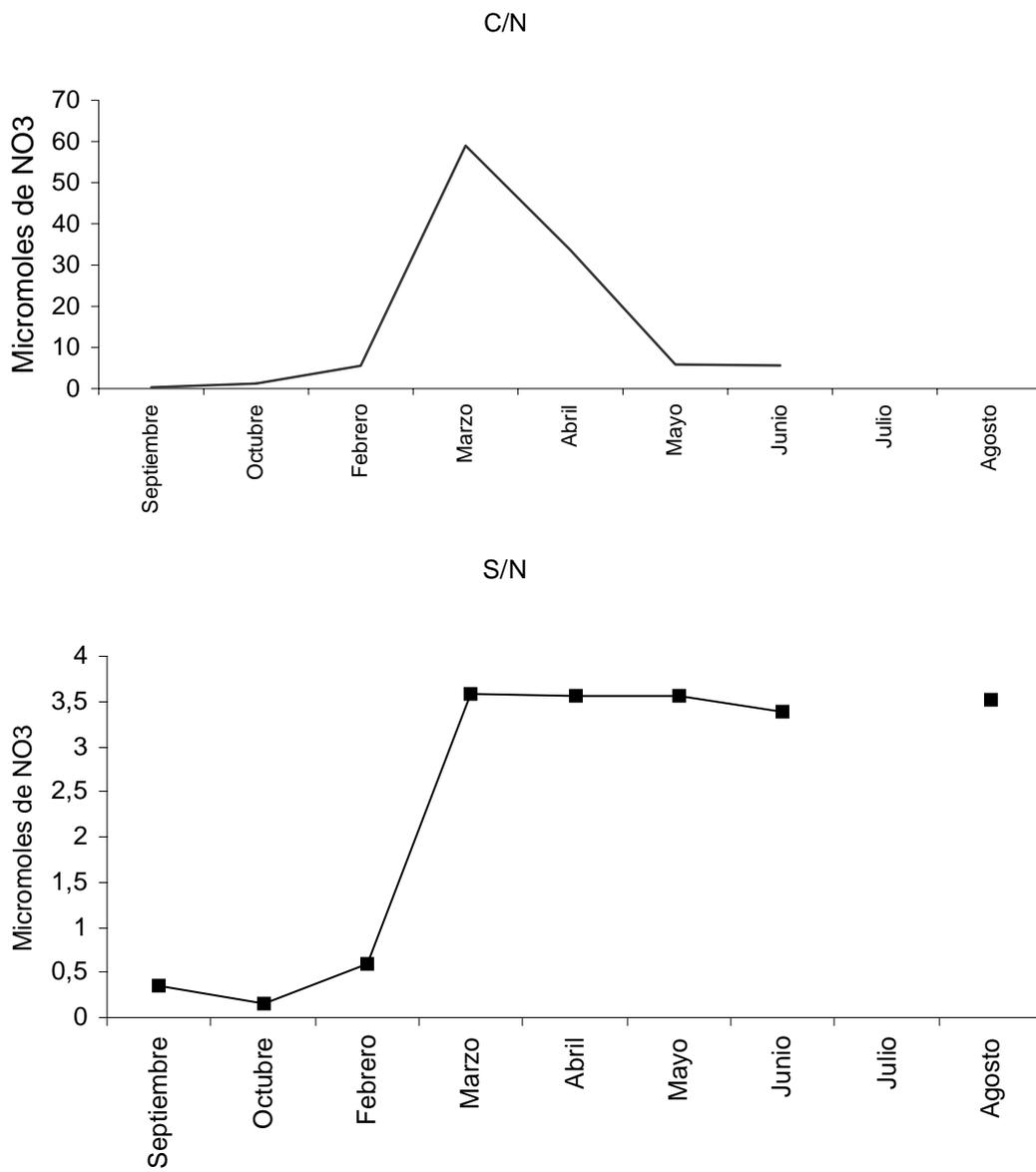


Fig. 17. Fluctuación de los nitratos en el Sauzoso, S. J. C. Durante el 2001.

Discusión.

Los resultados sugieren que los mantos de *Sargassum horridum* no son estacionales como se pensaba hasta el momento (Mc Court, 1982, 1984 a), ya que es incorrecto que los mantos desaparezcan durante el periodo de otoño-invierno como se consideraba (Kamnev y Zolothukina, 1986). Los resultados muestran que se presentan dos temporadas y que en la temporada cuando se creía perdida la población, se encuentran talos reminiscentes (estolones) con caulines, cuya función se relaciona con la regeneración de nuevos talos por medio de una elongación (Kendrick y Walker, 1991), aunque en los talos examinados también se observó que genera nuevas ramas.

Se sabe poco de la dinámica de poblaciones algales en ambientes tropicales y subtropicales, ya que los ambientes más explorados en esta línea de investigación son los templados (Yoda, *et al.*, 1963; Harper, 1977; Winer, 1985; Hara, 1986), en donde se muestran relaciones importantes entre la densidad y la mortalidad por efecto de autosombreado, al igual que en poblaciones templadas (Prince y O'neal, 1979; Cordero Paciente, 1981; Creed, 1995; Cred *et al.*, 1998; Arenas y Fernández, 2000). En el presente trabajo no se observo este efecto, probablemente cada especie se comporta diferente independientemente de la región en donde se encuentre.

El desarrollo de la población esta relacionado con el desarrollo de los individuos, estos presentan una temporada de lento crecimiento, pero al final de esta, aproximadamente a una talla de 20-30 cm (Fig. 4), se empieza a incrementar el número de filoides, al parecer este podría ser el detonador del incremento en la tasa de crecimiento. Las plantas de este Orden tiene un tipo de transporte interno denominado traslocación (Dawes, 1986), lo que les confiere una diferenciación anatómica y

fisiológica, que se traduce en una tasa diferencial fotosintética a lo largo del talo, siendo los filoides los de mayor tasa (Loban y Harrison, 1994), por lo que al incrementar el número de filoides aumenta la tasa fotosintética y con ello la cantidad de energía en el talo, probablemente propiciando el crecimiento acelerado.

El crecimiento acelerado continua, al igual que la ganancia en tejido fotosintético, hasta que alcanza la máxima complejidad morfológica, lleva a cabo la reproducción sexual y se generan estructuras de resistencia (caulines), para posteriormente fragmentarse.

Los resultados sugieren que al parecer, los principales procesos metabólicos están acoplados a la presencia de las mejores condiciones ambientales, principalmente los factores relacionados con la fotosíntesis. Se presentan las mayores temperaturas (Fig. 14), irradiancias (Fig. 15) y concentración de nutrientes (Fig. 17) (Espinoza-Avalos, 1979; Guzmán del Proo, 1991; Dijkshoorn, *et al.*, 2000).

El periodo en el que se encuentran las mejores condiciones es corto, restringiéndose a la primavera, al término de esta, los talos a partir de junio presentan las características típicas de talos senescentes (Loban y Harrison, 1994), que es el hecho de tener una apariencia general no saludable, notable por el adelgazamiento del eje principal y pérdida de aerocistos, lo que desencadena la fragmentación. Probablemente esta relacionado con la fenología reproductiva, cuando el talo empieza a desarrollar los primeros conceptáculos, estos se presentan en la parte apical, conforme avanza el proceso los receptáculos sustituyen a los filoides hasta el punto en que casi toda la planta es un talo con tejido reproductivo, sin tejido fotosintético.

El incremento en el número de epífitos se ha relacionado con una baja en la producción de metabolitos secundarios, llamados taninos, cuya función es la de evitar el epifitismo, ya que generalmente son compuestos fenólicos que repelen la fijación de talos. Como en este momento se está suponiendo una baja actividad de biosíntesis por la pérdida de los filoides, se podría considerar que es la causa de una posible baja en producción de taninos, condición que favorece la fragmentación, empezando con este evento la etapa en donde se encuentra un crecimiento lento y baja biomasa (Tugwell y Brach, 1989; Pfister, 1992; Martínez, 1996; Pfister y Van Alstyne, 2003).

Uno de los efectos importantes que tuvo la adición de nutrientes fue el incremento en el número de caulines por talo. Probablemente sean estructuras que almacenan nutrientes y por ello son estructuras de propagación vegetativa (Kendrick y Walker, 1991). Este aspecto es importante, ya que hasta el momento se sabía poco de estas estructuras y se pensaba que eran estructuras de reproducción sexual. Como se menciona en el capítulo II, los cortes histológicos sugieren que no son estructuras de reproducción sexual, ya que están formados por un conjunto de células vegetativas pigmentadas. Sin embargo es recomendable probar por técnicas histoquímicas si la función está relacionada con el almacenamiento de nitrógeno, como ocurre en otras especies de otros géneros dentro del mismo orden (Ang, 1985).

La aparición de los caulines, está relacionado con la generación de talos por vía asexual, pero también pueden generar solo nuevas ramas, por lo que con los datos generados no se puede saber cual de las dos formas de reproducción es la más importante para el mantenimiento de la población, si por caulines o a partir de cigotos. Aunque la generación de ambos, se presenta durante la temporada de máxima

biomasa, para el caso de los caulines que no es una condición estricta, como si lo es para los cigotos. Para ambas formas reproductivas, la relación que tienen con la densidad y la mortalidad es igual, ya que la fijación de ambos depende de la disponibilidad de espacio, ya que se encuentran los estolones reminiscentes. Por lo que la presencia de un número elevado de estructuras reproductivas (sexuales o asexuales) no se ve reflejado en un incremento en la densidad ó el reclutamiento. Lo anterior es común en las poblaciones de especies del Orden Fucales, como en algunas especies de *Fucus* (Ang, 1991).

Otro de los efectos que tuvo la adición de nutriente fue en la tasa de crecimiento individual y por consiguiente en la biomasa. Normalmente cuando las macroalgas son sometidas a concentraciones elevadas de nutrientes, estos tienen un efecto tóxico pudiendo llegar a quemar a las plantas, o afectar los procesos metabólicos básicos (Lobban y Harrison, 1994). En los tratamientos con adición de nutrientes, los valores de nitratos en el agua, sobrepasó por mucho (19 micromol/l de NO_3) los valores óptimos a los que trabajan otras especies de *Sargassum* (0.3-1 micromol/l de NO_3) y a las concentraciones naturales (3.49 micromol/l de NO_3) (Hanisak y Samuel, 1987).

A pesar de lo anterior el efecto tampoco modificó el patrón general de la dinámica poblacional, por lo que al comparar los tratamientos de manera general, sugieren que no hay diferencias significativas, aunque si hay un decremento en la tasa de crecimiento. Esto se relaciona con la concentración de CNH en el tejido, la cual se mantuvo constante en los dos tratamientos (1.46 unidades), independientemente de las cantidades excesivas de nutriente que se encontraba (Fig. 17). El tejido no lo asimiló, sugiriendo una capacidad restringida de asimilación, como en otra especie del género,

que solo asimila nutrientes cuando es pequeño (antes de la diferenciación del talo) (Steen, 2003; Volesky *et al.*, 2003).

V. Conclusiones generales.

La especie válida de *Sargassum* del complejo Sinicola, en el suroeste del Golfo de California es *Sargassum horridum*, proponiéndose como sinónimos heterotípicos *Sargassum sinicola*, *Sargassum camouii*, *Sargassum marchantae*, *Sargassum cylindrocarpum* y *Sargassum polycantum f. americanum*.

Sargassum horridum presenta una gran variabilidad morfológica, principalmente por la plasticidad fenotípica de los filoides, al grado de no poder señalar morfotipos, puesto que cada talo es diferente por su información genética.

La población de *Sargassum horridum* en la playa el Sauzoso, es una población que a lo largo del año tiene dos temporadas bien definidas: una de máxima biomasa durante la primavera y principios del Verano (marzo-Junio), que se caracteriza por ser la época de reproducción sexual y asexual y otra de mínima biomasa (julio-enero), en donde presenta estolones y caulines exclusivamente.

La principal problemática al intentar manejar un recurso es determinar adecuadamente su nombre científico. Esto no siempre es fácil, pues en las algas no es muy bien comprendida delimitación de las especies y de sus entidades infraespecíficas, dando como resultado determinaciones incorrectas, muchas ocasiones ocurre por que no se conoce el intervalo completo de variación morfológica (Woelkerling y Campbell, 1992).

Otro de los aspectos importantes para un buen manejo de un recurso es conocer la dinámica poblacional de la especie. Por ejemplo en *Sargassum horridum* este conocimiento nos dio información relevante como el hecho de comprobar que la idea que se tenía hasta el momento de que los mantos de *Sargassum horridum* eran estacionales era errónea, ya que presentan dos temporadas.

VI. Recomendaciones

Si se deseara explotar los mantos de *Sargassum horridum*, en el área de estudio, se propondría que la cosecha se realizará entre la segunda quincena de mayo y la primera de junio, por que para este periodo la mayoría de los talos ya han liberado los reproductores y se encuentran todavía en condiciones saludables, lo que garantizaría que la calidad del alginato sería aceptable y además por que después de este período las plantas empiezan a deteriorarse hasta llegar a la fragmentación, perdiendo con este evento la biomasa potencial a cosechar. Además se propone que se coseche dejando una talla (15-17 cm) para mantener los estoles y con ello también a las estructuras de reproducción asexual (caulines), para no alterar la densidad y el proceso de regeneración.

Es importante un manejo adecuado por que, se ha demostrado en países como Japón que la perdida de estos sistemas ocurre no solo por las pesquerías llevadas a cabo en países en donde se explota actualmente, pero también por trastornos ocasionados por las actividades antropogenicas, lo cual se ve reflejado de manera negativa en pesquerías locales, puesto que a estos sistemas se asocian un sin número de organismos que van desde invertebrados hasta larvas de peces. Muchas de ellas de

importancia comercial, por que la las pesquerías locales se ven seriamente afectadas. En Japón se han tenido que implementar estrategias urgentes de repoblamiento desde los años 70's. Siendo muchas de ellas exitosas como parte de programas de manejo costero. Sin embargo para tal efecto es importante conocer la auto ecología de las especies y de las poblaciones para realizar estos programas con éxito (Terawaki *et al.*, 2003).

En otros países este problema ha sugerido al conocer los ensamblajes que forman las comunidades asociadas a los mantos de *Sargassum*, en donde claramente se observa la presencia de larvas de peces, muchos de ellos de importancia comercial (Ornellans y Coutinho, 1998; Viejo, 1999; Schreider *et al.*, 2003; Graham y Klumpp, 2003; Tacaña y Laite, 2003).

Otro aspecto es la importancia que tienen estas comunidades en zonas tropicales cuando se encuentran asociadas a los arrecifes coralinos, puesto que constituyen un elemento relacionado con la productividad primaria y la recirculación de los nutrientes necesarias para el mantenimiento de la comunidad entera, considerando importante su estudio cuando se plantean trabajos sobre la conservación de los mismos (McClanahan *et al.*, 1999; River y Edmunds, 2001; Ray-Lien *et al.*, 2004).

Son pocos los trabajos (2 %) en los cuales se han empleado a los parámetros poblacionales en la evaluación del impacto causado por contaminación o disturbios humanos además, a pesar de estar en este Orden especies importantes, para la extracción de alginato, no se tiene registro de todas las especies que estas siendo explotadas con fines comerciales, así como tampoco hay información sobre la reglamentación de la pesquería de estas especies y los efectos de la cosecha en las

poblaciones. Tampoco se encuentra alguna especie considerada como especie protegida o como miembro importante de una reserva ecológica.

VII. Sugerencias para trabajos futuros.

Considerar la fragmentación de las ramas principales que contienen a los receptáculos cuando se trasladan los ejemplares del campo al laboratorio.

Cuando se quiera trabajar con tallas, de preferencia se deben tomar en el campo, por la fragmentación del talo.

Se recomienda seguir trabajando en el conocimiento de las poblaciones, en el campo, sobre todo considerando otras regiones del Golfo de California, para poder extender el rango de aplicación del modelo generado en el presente trabajo y quizás proponer un programa de manejo sostenido de esta especie en el Golfo de California.

También se recomienda realizar trabajos en el laboratorio que ayuden a la corroboración del modelo propuesto.

Se recomienda que no se coseche *Sargassum horridum* sin considerar las propuestas de cosecha, ya que de no ser hacer se corre el riesgo de causar daños en el tamaño de la población.

Además de trabajar en la implementación de estrategias pesqueras para proponer una adecuada explotación del recurso.

Realizar estudios demográficos sobre la especie.

Continuar trabajando con las reevaluaciones taxonómicas de los otros complejos de *Sargassum*, propuestos por Dawson, (1944).

VIII. Literatura citada.

- Abbott, I.A. and Norris, J.N..1984.Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific Caribbean species.. California Sea Grant College Program., La Jolla, California.. 167 pp..
- Abbott, I.A. (Ed). .1995.. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific species.. Vol. V.. California Sea Grant College System.. 254 pp.
- Åberg, P..1990a..Population Ecology of *Ascophyllum nodosum*: Demography and Reproductive Effort in Stochastic Environments.. Unpublished PhD dissertation., Department of Marine Botany., University of Göteborg.. 156 p.
- Åberg, P.. 1990b..Measuring size and choosing category size for transition matrix study of the seaweed *Ascophyllum nodosum*.. *Marine Ecology Progress Series* .63:. 281-287.
- Åberg, P..1992a.. A demographic study of two populations of the seaweed *Ascophyllum nodosum*.. *Ecology* .73:. 1473-1487. .
- Åberg, P..1992b.. Size-based demography of the seaweed *Ascophyllum nodosum* in stochastic environments.. *Ecology* .73:. 1488-1501. .
- Åberg, P.. 1997.. Temporal and multiple scale spatial variation in juvenile and adult abundance of the brown alga *Ascophyllum nodosum*.. *Marine Ecology Progress Series* .158:. 11-119.
- Afaq-Husain, S. and Shameel, M..1999. .Studies on the Structure and Reproduction of Populations of *Cystoseira indica* (Fucales, Phaeophyta) from Pakistan.. *Botanica Marina* .42:. 593-598. .
- Aguilar-Rosas, R. and Machado-Galindo, A.. 1991.. Estructura por edad, talla y reproducción de una población de *Sargassum muticum* (yendo) Fensholt (Phaeophyta) en Baja California, México.. *Rev. Inv. Cient.*.. 2:. 1-7. .
- Ajisaka,T..1992.. Notes on two "Look-alike"species between East and West:Sargassum polyporum Montagne from Ryukyu Islands in Japan and Sargassum polyceratium Montagne from the Caribbean Sea..In: Abbot,I.A.. ed.Taxonomy of economic seaweeds:with reference to some Pacific and Western Atlantic species.California Sea Grant.. III:133-138.
- Anderson, S. and Kautsky, L..1996.. Copper effects on reproductive stages of Baltic sea *Fucus vesiculosus*.. *Marine Biology* .125:. 171-176. .
- Andrew, N.L. and Viejo, R.M..1998.. Effects of wave exposure and intraespecific density on the growth and survivorship of *Sargassum muticum* (Sargassaceae:Phaeophyta).. *Eur. J. Phycol.*.. 33:.251-258..
- Ang, P.O.. 1985a.. Studies on the Recruitment of *Sargassum ssp.* (Fucales: Phaeophyta) in Balibago, Calatagan, Philippines.. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*..91:. 293-301. .
- Ang, P.O.. 1985b.. Regeneration Studies of *Sargassum siliquosum* J. A.G. and *S. paniculatum* J. A.G. (Phaeophyta, Sargassaceae).. *Botanica Marina* .XXVIII:. 231-235.
- Ang, P.O.1985c Phenology of *Sargassum siliquosum* J. AG. and *S. paniculatum* J. AG(Sargassaceae, Phaeophyta) in the Reef Flat of Balibago (Calatagan, Philippines) *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti 5.*

- Ang, P.O.. 1986.. Analysis of the vegetation structure of a *Sargassum* community in the Philippines.. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 28: 9-19. .
- Ang, P.O.. 1987.. Use of projection matrix models in the assessment of harvesting strategies for *Sargassum*. *Hydrobiologia* .151/152: 335-339. .
- Ang, P. O and Trono Jr. G.C.. 1987.. The genus *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae) from Balibago, Calatagan Philippines.. *Botánica Marina* .30: 387 – 397..
- Ang, P. O. .1991.. Cost of reproduction in *Fucus distichus*.. *Marine Ecology Progress Series* .89:25-35. .
- Ang, P.O.. 1991a.. Age-and size-depend growth and mortality in a population of *Fucus distichus*.. *Marine Ecology-P. S.* 78: 173-187. .
- Ang, P.O.. 1991b.. Natural dynamics of a *Fucus distichus* (Phaeophyceae, Fucales) population: reproduction and recruitment.. *Marine Ecology- P. S.* 78: .
- ..
- Ang, P. O.. 1992.. Age- and size – dependent growth and mortality in a populations of *Fucus distichus*.. *Marine Ecology Progress Series* .78:173-187..
- Ang, P.O. and De Wreede, R.E., 1992.. Density-dependence in a population of *Fucus distichus*.. *Marine Ecology- P. S.* 90: 169-181. .
- Ang P.O. and De Wreede, R.E..1993.. Simulation and análisis of the dynamics of a *Fucus distichus* (Phaeophyceae, Fucales) populations.. *Marine Ecology Progress Series* .93: 253-265. .
- Ang P.O.. 1992.. The cost of reproduction in *Fucus distichus*. *Marine Ecology Progress Series* .89: 28-35. .
- Ang P.O., Sharp, G.J. and Semple, R.E.. 1993.. Changes in the population structure of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis due to mechanical harvesting.. *Hydrobiologia* .260/261: 321-326. .
- Ang P.O., Sharp G.J. and Semple, R.E., .1995..Comparison of the structure of populations of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) at sites with different harvesting histories.. *Hydrobiologia* .326/327: 179-184. .
- Ang P.O., Glinn, J. and Robert, E.S.. 1996.. Comparison of the structures of populations of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) at sites with different harvesting histories.. *Hydrobiologia* .326/327: 179-184..
- Arenas, F. and Fernández, C..1999.. Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain. III Reproductive Ecology.. *Botanica Marina* .42: 209-216. .
- Arenas, F. and Fernández, C.. 2000.. Size Structure and Dinamic in a population of *Sargassum muticum* (Phaeophyceae).. *Journal Phycol.* 36: 1012-1020. .
- Arrontes, J.. 1993.. The nature of the distributional boundary of *Fucus serratus* on the north shore of Spain.. *Marine Ecology Progress Series* .93: 183-193. .
- Bäck, S., Collins, J.C. and Russell, G., 1991.. Aspects of the reproductive biology of *Fucus vesiculosus* from the coast of SW Finland.. *Ophelia*: 129-141. ...
- Beer, S. and Kautsky, L.. 1992.. The recovery of net photosynthesis of three *Fucus* species from the Swedish west coast following exposure to air.. *Botanica Marina* .35: 487-491. .
- Bäck, S., Collins J.C. and Russell G.. 1992.. Comparative ecophysiology of Baltic and Atlantic *Fucus vesiculosus*.. *Marine Ecology Progress Series*. 84: 71-82. .

- Ballesteros, E.. 1988.. Structure and dynamic of a *Cystoseira mediterranea* Sauvageau, 1912 (Fucales, Phaeophyceae) community in the northwestern Mediterranean.. *Invest. Pesq.* .52:. 313-334. .
- Ballesteros, E.1990.. Structure and dynamic of the community of *Cystoseira zosteroides* (Turner) C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) in the Northwestern Mediterranean.. *Scientia Marina* .54:. 217-229. .
- Ballesteros, E..1990b.. Structure and dynamic of the *Cystoseira caespitosa* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) community in the North-Western Mediterranean.. *Scientia Marina* .54:. 155-168. .
- Ballesteros. E., Sala, E., Garrabou, J. and Zabala, M..1998.. Community structure and frond size distribution of a deep water stand of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the Northwestern Mediterranean.. *Eur. J. Phycol.* .33:. 121-128. .
- Barker, K. M. and Chapman, A.R.O. .1990 . Feeding preferences of periwinkles among four species of *Fucus*.. *Marine Biology* .106:. 113-118. .
- Benedetti-Cecchi, L. and Cinelli, F.. 1992. Effects of canopy cover, herbivores and substratum type on patterns of *Cystoseira* spp. settlement and recruitment in littoral rockpools.. *Marine Ecology Progress Series* .90:. 183-191. .
- Bérard-Therriault, L. and Cardinal, A..1973.. Importance de certains facteurs écologiques á la desiccation des Fucacées (Phaeophyceae).. *Phycologia* .12:. 41-52..
- Bergström, L., Berger, R. and Kautsky, L. .2003.. Negative direct effects of nutrient enrichment on the establishment of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea.. *Eur, J. Phycol.* .38:. 41-46..
- Bernard, T. L. .1974.. Morfological studies in cystoseiraceae and Sargaceae (Phaeophyceae) with special reference to apical organization.. University of California Publications in Botany.. University California Press., USA. 68: 63.
- Bertossi-Aurelia, S. and y Ganesan, E.K..1973.. El género *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae) from Balibago, Calatagan, Philippines.. *Bot. Mar.* .30:.387-397..
- Bidwell, R.G.S. and McLachlan, J.. 1985.. Carbon nutrition of seaweeds: photosynthesis, photorespiration and respiration.. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* .86:. 15-46. .
- Binzer, T. and Sand-Jensen, K.. 2002.. Importance of structure and density of macroalgae communities (*Fucus serratus*) for photosynthetic production and light utilisation.. *Marine Ecology Progress Series* .235:. 53-62. .
- Bird, C.J. and McLachlan, J.. 1974.. Cold-hardiness of zygotes and embryos of *Fucus* (Phaeophyceae: Fucales).. *Phycologia* .13:. 215-225. .
- Bird, N. L., Chen, L. C. and McLachlan, J.. 1976.. Control of formation of receptacles in *Fucus distichus* L. subsp. *distichus* (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia* .15(1):. 79-84. .
- Bird, N. L. , Chen, L. C. and McLachlan, J.. 1979.. Effect of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta), and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta).. *Botanica Marina* .22:. 521-527. .
- Bold, C.H. and Wynne, J.M.. 1980.. Introduction to the Algae.. Prentice-Hall.. USA.. 720 pp. .
- Braithwaite, R. A. and Fletcher, R.I.. 2002. The use of image analysis in determining the toxicity of the antifouling agents irgarol and sea-nene 211 to zygotes of the fucoid alga *Fucus serratus*.. *The Phycologist* .61:. 17..

- Brawley, S.H.. 1992.. Fertilization in natural populations of the dioecious brown alga *Fucus ceranoides* and the importance of the polyspermy block.. *Marine Biology* .113:. 145-157. .
- Brawley, S.H. and Johnson, L.E.,. 1991..Survival of fucoid embryos in the intertidal zone depends on developmental stage and micro-habitat.. *Journal of Phycology* .27:. 179-186. .
- Brenchley, J.L. , Raven, J.A. and Johnston, A.M..1995.. A comparison of reproductive allocation and reproductive effort between semelparous and iteroparous fucoids (Fucales, Phaeophyta).. *Hydrobiologia* .326-327:. 185-190. .
- Brinkhuis, B.H.. 1977.. Seasonal variations in salt-marsh algae photosynthesis. II. *Fucus vesiculosus* and *Ulva lactuca*.. *Marine Biology*. 44. 177-186. .
- Brown, M.T.. 1987.. Effects of desiccation on photosynthesis of intertidal algae from a southern New Zealand shore.. *Botánica Marina* .30:. 121-127..
- Bulthuis, D.A. and Woelkerling, W.J.. 1981..Effects of *in situ* nitrogen and phosphorus enrichment of the sediments on the seagrass *Heterozostera tasmanica* (Martens ex Aschers.) den Hartog in western port, Victoria, Australia.. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* . 53:. 193-207. .
- Burrows, E.M.. 1964.. Ecological experiments with *Fucus*.. *Proceedings of the International Seaweed Symposium* .4:. 166-170.
- Calumpang, H.P., Maypa, A.P. and Magbanua, M.. 1999.. Population and alginate yield and quality assessment of four *Sargassum* species in Negros Island, Central Philippines.. *Hydrobiologia* .398/399:. 211-215. .
- Carrillo, D.S., Castro, G.M., Pérez-Gil, R.F., Rosales, E. y Manzano, R.E..1992.. The seaweed (*Sargassum sinicola* Stchell y Gardner) as and alternative for animal feeding.. *Cuban, J. Agric. Sci.*. 26:. 177-184. .
- Casas-Valdéz, M., Sánchez-Rodríguez, I. y Hernández-Carmona, G.. 1993. .Evaluación de *Sargassum* spp. en la Costa oeste de Bahía Concepción, B.C.S., México.. *Inv.Mar.CICIMAR*, . 2:.61-69..
- Chapman, V.J.. 1970. Seaweeds and their uses... Methuen & Co. Ltd., .Londres.. 134 p.
- Chapman, A.R.O.. 1989.. Abundance of *Fucus spiralis* and ephemeral seaweeds in a high eulittoral zone: effects of grazers, canopy and substratum type.. *Marine Biology* .102:. 565-572. .
- Chapman, A.R.O.. 1990.. Effects of grazing, canopy cover and substratum type on the abundances of common species of seaweeds in habiting littoral fringe tide pools... *Botanica Marina* .33:.319-326.
- Chapman, A.S. and Johnson, C.R.. 1990.. Disturbance organization of macroalgal assemblages in the Northwest Atlantic.. *Hydrobiologia*. 192: .77-121..
- Chapman, A.R.O.. 1995.. Reviews 14. Fuctional ecology of fucoid algae: twnty-three years of progress.. *Phycologia* .34:. 1-32. .
- Chapman, A.S. and Chapman, A.R.O. .1999.. Effects of cordgrass on saltmarsh fucoids: Reduced desiccation and light availability, but no changes in biomass.. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* .238: .69-91. .
- Chapman, A.S., Albrecht, A.S. and Fletcher, R.L.. 2002.. Differential effects of sediments on survival and growth of *Fucus serratus* embryos (Fucales, Phaeophyceae).. *Journal of Phycology* .38:. 894-903. .

- Chock, J. S. and Mathieson, A.C.. 1979.. Physiological ecology of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis and its detached ecad scorpioides (Hornemann) Hauck (Fuciales, Phaeophyta).. *Botanica Marina* .22:. 21-26..
- Clayton, M.N.. 1987.. Isogamy and a Fuclean type of life history in the Antarctic brown alga *Ascoseira mirabilis* (Ascoseirales, Phaeophyta)... *Botanica Marina* .30:. 447-454.
- Clayton, M.N., Keveorkdes, K., Schoenwaelder, M.E.A., Schmid, C.E. and Ashburner, C.M..1998.. Parthenogenesis in *Hormosira banksii* (Fuciales, Phaeophyceae).. *Botanica Marina*. 41:. 23-30. .
- Cole, M.K. and Sheat, R.G.. 1995.. Biology of the red algae.. Cambridge University Press..USA.. 517 pp. .
- Cordero, P. A.. 1981.. Eco-morphological observation of the genus *Sargassum* in central philippines, including notes on their biomass and bed determination.. Proc. Of Fourth Int. Coral Reef Symp.. Manila.. 2:. 399-409.
- Corellou, F., Brownlee, C., Kloareg, B. and Bouget, F.,. 2001.. Cell cycle-dependent control of polarised development by a cyclin-dependent kinase-like protein in the *Fucus* zygote.. *Development* .128: 4383-4392. .
- Coston-Clements, L., Settle, L.R., Hoss, D.E. and Cross, F.A.. 1991.. Utilization of the *Sargassum* Habitat by Marine Invertebrates and Vertebrates- A Review. .NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC .296:. 32. .
- Cousens, R.. 1982.. The effect of exposure to wave action on the morphology and pigmentation of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis in south-eastern Canada.. *Botanica Marina*.25:. 191-195. .
- Creed, J.C..1995.. Spatial Dynamics of a *Himantalia elongata* (Fuciales, Phaeophyta) population.. *J. Phycology* .31:. 851-859. .
- Creed, J.C., Kain, J.M. and Norton, T.A. . 1998.. An experimental evaluation of density and plant size in two large brown seaweeds.. *Journal Phycology*. 34: .39-52. .
- Critchley, A.T., Farnham, W.F. and Morrell, S.L.. 1983.. A chronology of new European sites of attachment for the invasive brown alga *Sargassum muticum*, 1973-1981.. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* .63: .799-811. .
- Critchley, A.T.. 1983a.. Experimental observation on variability of leaf and air vesicle shape of *Sargassum muticum*.. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 63:. 825-831. .
- Critchley, A.T.,. 1983b..The establishment and increase of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt population within the Solent area of southern Britain. II. An investigation of increased canopy cover of the alga at low water. .*Bot. Mar.* . 26:.547-552..
- Critchley, A.T. and Dijkema, R..1984.. On the presence of the introduced brown alga *Sargassum muticum*, attached to commercially imported *Ostrea edulis* in the W. Netherlands.. *Botánica Marina* .XXVII:. 211-216. .
- Critchley, A.T. and Farnham, W. F.. 1986.. An account of the attempted control of an introduced marine alga, *Sargassum muticum*, in southern England.. *Biol. Conserv.* 0006-3207/86/\$03. 50.. Elsevier Science Publishers Ltd.. England .313-332.
- Critchley, A.T., Nienhuis, P.H. and Verschure, K.. 1987.. Presence and development of populations of the introduced brown alga *Sargassum muticum* in the southwest Netherlands.. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 12.: 245-255. .

- Critchley, A.T., De Visscher, P. R.M. and Nienhuis, P.H.. 1990a.. Canopy characteristics of the brown alga *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Lake Grevelingen, southwest Netherlands.. *Hydrobiologia*. 204/205: .211-217. .
- Critchley, A.T., Farnham, W.F., Yoshida, T. and Norton, T.A.. 1990b.. A bibliography of the invasive alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales; Sargassaceae).. *Botánica Marina*. 33:.. 551-562. .
- Critchley, A.T., Peddemors, V.M. and Pienaar, R.N.. 1991.. Reproduction and establishment of *Sargassum heterophyllum* (Turner) C. Ag. (Phaeophyceae, Fucales).. *Br. Phycol. J.*. 26:.. 303-314. .
- Critchley, A.T. and Ohno, M..1998.. Seweed resources of the world.. Japan Inter Cooperation Agency.. 431 pp. .
- Cronin, G. and Hay, M. E..1996.. Effects of light and nutrient availability on the growth, secondary chemistry, and resistance to herbivory of two brown seaweeds.. *Oikos*. 77:.. 93-106. .
- Curiel, D., Riosmondo, A., Marzocchi, M. and Solazzi, A.. 1995.. Distribuzione di *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta) in laguna di Venecia. *Acqua Aria* .8:.. 831-834. .
- Davison, I.R. and Reed, R.H.. 1985.. The physiological significance of mannitol accumulation in brown algae: the role of mannitol as a compatible solute. *Phycologia* .24:.. 449-457. .
- Davison, I.R., Dudgeon, S.R. and Ruan, H.M.. 1989.. The effect of freezing on seaweed photosynthesis.. *Marine Ecology Progress Series*. 58:.. 123-131..
- Dawes, C.J.. 1987.. Physiological Ecology of two species of *Sargassum* (Fucales, Phaeophyta) on the west coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*. 40:.. 198-209. .
- Dawes, C.J.. 1988.. Physiological responses of perennial bases of *Sargassum filipendula* from three sites on the west coast of Florida.. *Bulleting of Marine Science*. 42:.. 166-193. .
- Dawes, C.J., Bird, K. and Hanisak, M.D.. 1988.. Physiological responses of transplanted populations of *Sargassum pteropleuron* Grunow in Florida. *Aquatic Botany* .31:.. 107-123. . .
- Dawson, E. Y.. 1944.. The marine algae of the Gulf of California.. *Allan Hancock Pacific expeditions*. 3:.. 189-454. .
- Dawson, E. Y.. 1946a.. Lista de las algas marinas de la costa Pacífica de México.. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. .7 (1-4):.167-215..
- Dawson, E. Y. .1946b.. A guide to the literature and distributions of pacific benthic algae of the Pacific coast of North America.. *Memoris of the Southern California Academy od Science*. 3(1):.1849..
- Dawson, E. Y.. 1948..Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa pacífica de México.. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*.. 9(3-4).215-254. .
- Dawson, E. Y.. 1949.. Contributions Toward a Marine Flora of the Southern California Channel Islands, I-III. *Allan Hancock Pacific Expeditions*.. 8:.. 1-56. .
- Dawson, E. Y.. 1950.. A nota on the vegetation of a new coastal up welling area of Baja California.. *Journal of Marine Research* .9(2):.65-68. .
- Dawson, E. Y.. 1951.. A further study of up welling and associated vegetation along Pacific Baja California, México.. *Journal of Marine Research* . 10(1):.39-58..
- Dawson, E. Y.. 1952.. Circulation within Bahía Vizcaíno, Baja California, and its effects on marine vegetation.. *American Journal of Botany* .39(7):.425-432.

- Dawson, E. Y.. 1954.. Resumen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa Pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas.. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* .13:97-197..
- Dawson, E.Y.. 1959.. Marine algae from the 1958 cruise of the Stella Polaris in the Gulf of California. *L. A. Country Museum Contribution Investigation Science* .27:39..
- Dawson, E.Y.. 1960.. New records of marine algae from Pacific México and Central America.. *Pacific Naturalis* .1:31-52..
- Dayton, P.K., Currie, V., Gerrodette, T., Keller, B.D., Rosenthal, R. and Tresca, D.V. .1984.. Patch dynamics and stability of some California kelp communities.. *Ecological Monographs*. 54: 253-289. .
- Dayton, P.K. , Tegner, M.J., Edwards, P.B. and Riser, K.L.. 1999.. Temporal and spatial of Kelp Demography: The role of Oceanographic climate.. *Ecological Monographs*. 69: 219-250. .
- De Paula, E. and Oliveira, E.. 1980.. Phenology of the two populations of *Sargassum cymosum* (Phaeophyta-Fucales) of Sao Paulo State coast, Brazil. *Boletim do Botanica* .8: 21-39. .
- De Paula, E.J. and Oliveira, E.. 1982.. Wave exposure and ecotypical differentiation in *Sargassum cymosum* (Phaeophyta-Fucales).. *Phycologia* .21: 145-153. .
- De Wreede, R.E.. 1983.. *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta): regrowth and interaction with *Rhodomela latrix* (Ceramiaceae, Rhodophyta).. *Phycologia* .22: 153-160. .
- De Wreede, R.E., .1983.. *Sargassum muticum* (Fucales,Phaeophyta):regrowth and interaction with *Rhodomela latrix* (Ceramiaceae,Rhodophyta). *Phycologia*.22:153-160..
- De Wreede, R. E. and Klinger, T.. 1988.. Reproductive strategies in algae. In: Plant reproductive ecology. Patterns y strategies.. Oxford University Press. .USA.. 267-284. .
- Delgado, O., Ballesteros, E. and Vidal, M.. 1994.. Seasonal variation in tissue nitrogen and phosphorus of *Cystoseira mediterranea* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) in the northwestern Mediterranean Sea.. *Botanica Marina* .37: 1-9. .
- Delgado, O., Rodríguez-Prieto, C., Frigola-Girones, L. and Ballesteros, E.. 1995.. Drought tolerance and light requirements of high and low sublittoral species of Mediterranean macroalgae of the genus *Cystoseira* C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae).. *Botanica Marina*. 38: 127-132. .
- Denis, T.G. and Murray, S.N.. 2001.. Among-site variation in the effects of trampling disturbance on *Silvetia compressa* (O. Fucales) populations.. *Journal of Phycology* .37: 16-16. .
- Deysher, L. and Norton, T.A.. 1982.. Dispersal and colonization in *Sargassum muticum* (yendo) Fensholt.. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* .56: 179-195. .
- Dietrich, C.P., Farias, G.M.G., De Abreu, R.D.L., Leite, L.E., Da Silva, F.L. and Nader, B.H. et al.,. 1995.. A new approach for the characterization of polysaccharides in three species of the class Phaeophyceae.. *Plant Science* . 108:143-153..
- Dring, M.J. and Brown, F.A. .1982.. Photosynthesis of intertidal brown algae during and after periods of emersion: a renewed search for physiological causes of zonation.. *Marine Ecology Progress Series* .8: 301-308..
- Dring, M.J.. 1987.. Light climate in intertidal and subtidal zones in relation to photosynthesis and growth of benthic algae: a theoretical model. In: *Plant life in Aquatic and Amphibious Habitats* (Ed. by R.M.M. Crawford), .pp. 23-34. Blackwells, Oxford..

- Dromgoole, F.I.. 1980.. Desiccation resistance of intertidal and subtidal algae.. *Botanica Marina* .23:. 149-159..
- Duarte, E.R.M., Cardoso, A.M., Nosedá, D.M. and Cerezo, S.A.. 2001.. Structural studies on fucoidans from the brown seaweed *Sargassum stenophyllum*. *Carbohydrate Research*.. 333:. 281-293. .
- Edelstein, T. and McLachlan, J.. 1975.. Autecology of *Fucus distichus* ssp. *distichus* (Phaeophyceae: Fucales) in Nova Scotia, Canada.. *Marine Biology* .30:. 305-324. .
- Epiard-Lahaye, M.,. 1988.. Effects of ammonium, nitrate and phosphate on the growth of *Cystocleira stricta* (Phaeophyta, Fucales) cutting in culture. *Cryptogamie: Algologie* .9:. 211-229. .
- Espinoza-Avalos, J. y Rodríguez-Garza, H.. 1985.. Observaciones preliminares de *Sargassum sinicola* Setchell y Gardner (Phaeophyta) en la Bahía de La Paz, Golfo de California.. *Ciencias Marinas*.. 11(2):.115-120..
- Espinoza-Ávalos, J. y Rodríguez-Garza, H.. 1986.. Variaciones de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la Exposición al Oleaje.. *Inv. Mar. CICIMAR*.. 3:. 120-126. .
- Espinoza-Avalos, J. and Rodríguez-Garza, H.. 1987.. Seasonal phenology and reciprocal transplantation of *Sargassum sinicola* Setchell y Gardner in the southern Gul of California.. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 110,. 183-195..
- Espinoza-Avalos, J. y Rodríguez-Garza, H.. 1989.. Crecimiento de *Sargassum sinicola* Setchell y Gardner (Phaeophyta) en la parte sur del Golfo de California, México.. *Ciencias Marinas* .15(4):.141-149..
- Fajardo, L. M del C.. 1994.. Evaluación de la biomasa y determinación de especies de los mantos del género *Sargassum* spp. Agardh, 1821 (Fucales; Phaeophyta) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México, en primavera de 1988. .Tesis de Maestría.. CICIMAR-IPN. .78 p..
- Fernández, C.. 1999.. Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain. IV Sequence of Colonization Shore.. *Botanica Marina* .42:. 553-562. .
- Floch H, J.. 1982.. Uptake of inorganic ions and their long distance transport in Fucales and Laminariales. In: *Synthetic and Degrad-active Processes in Marine Macrophytes* (Ed. by L. M. Srivastava),. pp. 139-166.. Walter de Gruyter, Berlin. .
- Flores, M.A. and Fernandez, J.A.. 1996.. Growth Pattern, Reproduction, and self-thinning in seaweeds.. *J. Phycolgy* .32:. 767-769. .
- Forbes, M. A. and Hallam, N. D.. 1978.. Gamete structure and fertilization in the brown alga *Hormosira banksii* (Turner) Decaisne.. *Br. Phycol. J.* 13:. 299-310. .
- Frazer, A.W.J., Brown, M.T. and Bannister, P. . 1988.. The frost resistance of some littoral and sub-littoral algae from southern New Zealand.. *Botanica Marina*. 31:. 461-464..
- Fritsch, F.. 1945.. Estructure and reproduction of the algae. .Vol. II. .Foreword, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae.. Cambridge University Press.. 939 pp.
- Gao, K. and Wenqing, H. .1997.. *In situ* growth rates of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta). Institute of Energy and Environmental Science, Science Center, Shantou University, Shantou, Guangdong, People's Republic of China.. *Phycological Research*. 45:. 55-57. .
- Gerral, M.B., Maiz, N. and Boudouresque, C.F.. 1985.. Les Peuplements a *Sargassum muticum* de L'étang de Thau: Données Préliminaires Sur la Flore Algale.. *110e Congrès national des Sociétés savantes, Montpellier, sciences, fas II*.. pp. 241-254. .

- Gibson, G. and Clayton, M.N. 1987. Sexual reproduction, early development and branching in *Notheia anomala* (Phaeophyta) and its classification in the Fucales. *Phycologia* 26: 363-373.
- Gillanders, B.M. and Brown, M.T. 1994. Seasonal variation in standing crop, reproduction and population structure of *Xiphophora gladiata* (Phaeophyceae: Fucales). *Botanica Marina* 37: 35-41.
- Givernaud, T., Cosson, J. and Givernaud-Mouradi, A. 1990. Regeneration of the brown seaweed *Sargassum muticum* (Phaeophyceae, Fucales). *Cryptogamie: Algologie* 11: 293-304.
- Gojon-Báez, H. H., Siqueiros-Beltrones, D. A. y Hernández-Contreras, H. 1998. Digestibilidad ruminal y degradabilidad *in situ* de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.* en ganado bovino. *Ciencias Marinas* 24: 463-481.
- Graham, J. E. and Klumpp, D.W. 2003. Consistencies over regional scales in assemblages of mobile epifauna associated with natural and artificial plants of different shape. *Aquatic Botany* 75:275-291.
- Guillespie, R.D. and Critchley, A.T. 1997. Morphometric studies *Sargassum spp.* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Reunion Rocks, KwaZulu-Natal, South Africa. I. Receptacles. *S. Afr. J. Bot.* 63: 356-362.
- Guillespie, R.D. and Critchley, A.T. 1999. Phenology of *Sargassum spp.* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Reunion Rocks, KwaZulu-Natal, South Africa. *Hydrobiologia* 398/399: 201-210.
- Guillespie, R.D. and Critchley, A.T. 2001. Assessment of spatial and temporal variability of three *Sargassum* species (Fucales, Phaeophyta) from KwaZulu-Natal, South Africa. *Phycological Research*, 49: 241-249
- Graham, E. L. and Wilcox, L. W.2000. Algae. Prentice hall. USA. 640 pp.
- Graham, M.H. and Dayton, P.K. 2002. On the Evolution of Ecological Ideas: Paradigms and Scientific Progress. *Ecology* 83: 1481-1489.
- Gunnill, F.C. 1980. Demography of the intertidal brown alga *Pelvetia fastigiata* in southern California, USA. *Marine Biology* 59: 169-179.
- Gunnill, F. C. 1986. Demography of *Cystoseira osmundacea* and *Halidrys dioica* (Phaeophyta, Cystoseiraceae) at La Jolla, California, U. S. A. *Botanica Marina* 29: 137-146.
- Hales, J. M. and Fletcher, R. L. 1992. Receptacle regeneration in *Sargassum muticum* (Phaeophyta). *Phycologia* 31: 591-601.
- Hanisak, M.D. and Samuel, M.A. 1987. Growth rates in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. *Hydrobiología* 151/152: 399-404.
- Hara, T. 1986. Effects of density and extinction coefficient on size variability in plant populations. *Ann. Bot.* 57:885-92.
- Hardwick-Witman, M. N. and Mathieson, A.C. 1986. Tissue nitrogen and carbon variations in New England estuarine *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis populations (Fucales, Phaeophyta). *Estuaries* 9: 43-48.
- Hardy, F.G. and Moss, B.L. 1978. The attachment of zygotes and germling of *Halidrys siliquosa* (L.) Lyngb. (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia* 17: 69-78.
- Hardy, F.G. and Moss, B.L. 1979a. Attachment and development of the zygotes of *Pelvetia canaliculata* (L.) Dcne. Et Thur. (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia* 18: 203-212.
- Hardy, F.G. and Moss, B.L. 1979b. Notes on the attachment of zygotes and germlings of *Bifurcaria bifurcata* Ross (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia* 18: 164-165.

- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. London, 872 pp.
- Hawkins, S.J. and Hartnoll, R.G. 1985. Factors determining the upper limits of intertidal canopy-forming algae. *Marine Ecology Progress Series* 20: 265-271.
- Henderson, D.C. and Kropf, D.L. 2001. Microtubule arrays in fucoid zygotes are sensitive to cytoplasmic pH. *Phycological Research* 49: 35-41.
- Hernández-Carmona, G., Casas-Valdez, M., Fajardo-León, C., Sánchez-Rodríguez, I. y Rodríguez-Montesinos, E. 1990. Evaluación de *Sargassum* spp. En la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 1: 11-18.
- Hernández-Carmona, G., Casas-Valdez M. M., Fajardo-León C., Sánchez-Rodríguez, I. y Rodríguez-Montesinos, Y.E. 1990. Evaluación de *Sargassum* spp. en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5(1): 11-18.
- Hernández-Carmona, G. Robledo-Ramírez, D. and Serviere-Zaragoza, E. 2001. Effect of nutrient availability on *Macrocystis pyrifera* recruitment and juvenile survivorship during the 1997-1998 El Niño. *Botánica Marina*. 44:221-229.
- Hixon, M. A., Pacla, S. W. and Sandin, S. A. 2002. Population regulation: Historical context and contemporary challenges of open y closed systems *Ecological Monographs* 83: 1490-1508.
- Holguin-Quñones, O. E. 1971. Estudio florístico estacional de las algas marinas del sur de la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. 38 pp.
- Huppertz, K., Hanelt, D. and Nultsch, W. 1990. Photoinhibition of photosynthesis in the marine brown alga *Fucus serratus* as studied in field experiments. *Marine Ecology Progress Series* 66: 175-182.
- Hurd, C.L and Dring, M.J. 1990. Phosphate uptake by intertidal algae in relation to zonation and season. *Marine Biology* 107: 281-289.
- Hurd, C.L and Dring, M.J. 1991. Desiccation and Phosphate Uptake by Intertidal Fucoid Algae in Relation to Zonation. *Journal Phycology* 26: 327-333.
- Hurd, C.L., Galvin, R.S., Norton, T.A. and Dring, M.J. 1993. Production of hyaline hairs by intertidal species of *Fucus* (Fucales) and their role in phosphate uptake. *Journal Phycology* 29: 160-165.
- Hurtado, A.Q. and Ragaza, R. 1999. *Sargassum* studies in Currimao, Ilocos Norte, Northern Philippines. 1. Seasonal variations in the biomass of *Sargassum carpophyllum* J. Agardh, *Sargassum ilicifolium* (Turner) C. Agardh and *Sargassum siliquosum* J. Agardh (Phaeophyta, Sargassaceae). *Botánica Marina* 42: 321-325.
- Jackson, G.A. 1977 Nutrients and production of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* of Southern California. *Limnol. Oceanogr.* 22: 979-995.
- Johnson, W.S., Gigon, A., Gulman, S.L. and Mooney, Y H.A. 1974. Comparative photosynthetic capacities of intertidal algae under exposed and submerged conditions. *Ecology* 55: 450-453.
- Johnston, A. M. and Raven, J. A. 1986. The analysis of photosynthesis in air and water of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. *Oecologia* 69: 288-295.
- Johnston, A. M. and Raven, J. A. 1987. The C4-like characteristics of the intertidal macroalga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jobs (Fucales, Phaeophyta). *Phycologia* 26: 159-166.
- Johnston, A. M. and Raven, J. A. 1990. Effects of culture in high CO₂ on the photosynthetic physiology of *Fucus serratus*. *British Phycological Journal* 25: 75-82.

- Jones, H. G. and Norton, T. A. 1979. Internal factors controlling the rate of evaporation from fronds of some intertidal algae. *New Phytologist* 83: 771-781.
- Kane, D.F. and Chamberlain, A.H.L. 1978. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. I. Seasonal growth of whole plants and lateral sections. *Bot. Mar.* 22:1-9.
- Kang, R. S., Won, K. S., Hong, K.P. and Kim, J.M. 2001. Population Studies on the Kelp *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* in Dokdo, Korea *Algae* 16: 209-215.
- Karlsson, J. and Loo, L.O. 1999. On the Distribution and the Continuous Expansion of the Japanese Seaweed *Sargassum muticum* in Sweden. *Botanica Marina* 42: 285-294.
- Kautsky, N., kautsky, H., kautsky, U. and Warn, M. 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's [sic] indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 28: 1-8.
- Kautsky H., kautsky L., kautsky N., kautsky U. and Lindblad, C. 1992. Studies on the *Fucus vesiculosus* community in the Baltic Sea. *Acta Phytogeographica Suecica* 78: 33-48.
- Kendrick, G.A. and Walker, D.I. 1991. Dispersal distances for propagules of *Sargassum spinuligerum* (Sargassaceae, Phaeophyta) measured directly by vital staining and venturi suction sampling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 79: 133-138.
- Kendrick, G.A. 1994. Role of recruitment in structuring beds of *Sargassum ssp.* Phaeophyta) at rottneest island, western Australia. *J. Phycol.* 30: 200-208.
- Kendrick, G.A. and Walker, D.I. 1994. The role of recruitment in structuring beds of *Sargassum* spp. (Sargassaceae: Phaeophyta) at Rottneest Island, Western Australia. *Journal of Phycology* 30: 200-208.
- Keser, M., Vadas, R.L. and Larson, B. R. 1981. Regrowth of *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus* under various harvesting regímenes in Maine, U. S. A. *Botánica Marina* XXIV: 29-38.
- Khfaji A. K. and Norton T.A., 1979. The effects of salinity on the distribution of *Fucus ceranoides*. *Estuarine and Coastal Marine Science* 8: 433-439.
- Kilar, J.A. and Hanisak, M.D. 1988. Seasonal Patterns of Morphological variability in *Sargassum polyceratium* (Phaeophyta). *Journal Phycologia* 24: 467-473.
- Kilar, J.A. and Hanisak, M.D. 1989. Phenotypic variability in *Sargassum polyceratium* (Fucales, Phaeophyta). *Phycologia* 28: 491-500.
- Kilar, J.A. Littler, M.M. and Littler, D.S. 1989. Functional-Morphological Relationships in *Sargassum polyceratium* (Phaeophyta): Phenotypic and Ontogenetic Variability in Apparent Photosynthesis and Dark Respiration. *Journal Phycology* 25: 713-720.
- Kilar, A.J., Hanisak, D.M. and Yoshida, T. 1992a. On the expression of the Phenotypic variability: Why is *Sargassum* so Taxonomically difficult?. In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. III: 95-119.
- Kilar, A.J., Ajisaka, T., Yoshida, T. And Hanisak, D.M. 1992b. A comparative study of *Sargassum polyporum* from Ryukyu Islands (Japan) and *S. polyceratium* from the Florida Keys (United States). 1992b. In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. III: 119-132.
- Kim, J.R. and Lee, J.H. 1985. Effect of plant hormone on the regeneration of *Myagropsis myagroides* (Fucales, Sargassaceae). *Bulletin of the Korean Fisheries Society. Pusan* 18: 271-277.

- King, R.J. and Schramm, W. 1976a. Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations. *Marine Biology* 37: 215-222.
- King, R.J. and Schramm, W. 1976b. Determination of photosynthetic rates for the marine algae *Fucus vesiculosus* and *Laminaria digitata*. *Marine Biology* 37: 209-213.
- Kirihara, S., Fujikawa, Y. and Masahiro, N. 1997. Axenic tissue culture of *Sargassum confusum* C. Agardh (Phaeophyta) as a source of seeds for artificial marine forest. *Marien Biotechnology* 5: 142-146.
- Kraan, S. and Guiry, M.D. 2000. Molecular and morphological character in hybrids of *Alaria esculenta* and *A. praelonga* (Alariaceae, Phaeophyceae). *Phycologia* 6: 554-559.
- Krebs, Ch. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harper and Row Publishers Inc. USA. 753 pp.
- Kremer, B.P. and Munda, I.M. 1982. Ecophysiological studies of the Adriatic seaweed, *Fucus, virsoides*. *Marine ecology* 3: 75-93.
- Kristensen, I. 1968. Surf influence on the thallus of fucoids and the rate of desiccation. *Sarsia* 34: 69-82.
- Kropf, D. L., Bisgrove, S.R. and Hable, W.E. 1999. Establishing a growth axis in fucoid algae. *Trends in Plant Science* 4: 490-494.
- Largo, D.B. and Ohno, M. 1992. Phenology of two species of brown seaweeds, *Sargassum myriocystum* J. Agardh and *Sargassum siliquosum* J. Agardh (Sargassaceae, Fucales) in Liloan, Cebu, in central Philippines. *Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ. /Kochidai kaiyoseibutsu Kenpo* 12: 17-27.
- Largo, D.B., Ohno, M. and Critchley, A.T. 1994. Seasonal changes in the grow and reproduction of *Sagassum polyystum* C. Ag. And *Sargassum siliquosum* J. Ag. (Sargassaceae, Fucales) from Liloan, Cebu, in Central Philippines. *Jpn. J. Phycol.* 42: 53-61.
- Larned, S.T. 1998. Nitrogen-versus phosphorus-limited growth and sources of for coral reef macroalgae. *Marine Biology.* 132: 409-421.
- Larsen, B., Salem, M.S.A., Sallam, A.E.M., Miishrikey, M.M.M. and Beltagy, I.A. 2003. Characterization of the alginates from algae harvested at the Egyptian Red Sea coast. *Carbohydrate Research.* 338:2325-2336.
- Lazo, L. 1992. Demography of Harvested Populations of *Ascophyllum nodosum*. Unpublished PhD dissertation, Dalhousie University, Halifax, Canada. 165pp.
- Lazo, L. and Chapman, A.R.O. 1996. Effects of harvesting on *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. (Fucales, Phaeophyta): A demographic approach. *Journal of Applied Phycology* 8: 87-103.
- Lee, J. H. 1987. Effect of dispersant and lubricating oil on the early growth of *Myagropsis myagroides* Fendsholt (Fucales, Phaeophyceae). *Bull. Fish. Sci. Inst. , Kunsan Natl. Fish. Jr. Coll.* 3: 11-19.
- Lee, E. R. 1989. Phycology. Cambridge University Press. 645 pp. McNelly WH, Pettit DJ (1973) Algin. Roy LW and BeMiller JN (eds). Academic Press, Inc. 48-81.
- Lee, K.I., and Yoo, A.S. 1992. Korean species of *Sargassum* subgenus *Batrophycus* J. Agardh (Sargassaceae, Fucales). In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. III: 139-148.
- Lein, T. E. 1984. Distribution, reproduction and ecology of *Fucus ceranoides* L. (Phaeophyceae) in Norway. *Sarsia* 69: 75-81.

- Lobban, S.C. and Wynne, J.M. 1981. The biology of seaweeds. Botanical Monographs Vol. 17. University of California Press. USA. 786 pp.
- Lobban, S.C. and Harrison, J.P. 1997. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press. USA. 366 pp.
- Lüning, K. 1979. Growth Strategies of Three *Laminaria* Species (Phaeophyceae) Inhabiting Different Depth Zones in the Sublittoral Region of Helgoland (North Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1: 195-207.
- Lüning, K. 1984. Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: the marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38: 305-317.
- Lüning, K. and Dring, M.J. 1985. Action spectra and spectral quantum yield of photosynthesis in marine macroalgae with thin and thick thalli. *Marine Biology* 87: 119-129.
- Lüning, K. 1986. New Frond Formation in *Laminaria hyperborea* (Phaeophyta): a Photoperiodic Response. *Journal Phycology* 21: 269-273.
- Lüning, K. 1988. Photoperiodic control of sorus formation in the brown alga *Laminaria saccharina*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45: 137-144.
- Lüning, K. 1990. Seaweeds: their environment, biogeography and ecophysiology. John Wiley and Sons. Inc. USA. 527 pp.
- Lüning, K. 1992. Day and Night Kinetics of Growth Rate in Green, Brown, and Red Seaweeds. *Journal Phycology* 28: 794-803.
- Lüning, K. 1993. Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiologia* 260/261: 1-14.
- Llanes, F., Ryan, H.D. and Marchessault, R.H. 2000. Magnetic nanostructured composites using as polymeric matrix. *International Journal Biological Macromolecules.* 27:35-40.
- Macdonald, M. A., Fensom, D. S. and Taylor, A. R. A. 1974. Electrical impedance in *Ascophyllum nodosum* in relation of cooling, freezing and desiccation. *Journal of Phycology* 10: 462-469.
- Madsen, T.V. and Maberly, S.C. 1990. A comparison of air and water as environments for photosynthesis by the intertidal alga *Fucus spiralis* (Phaeophyta). *Journal of Phycology* 26: 24-30.
- Magruder, W.H. 1988. Sargassum (Phaeophyta, Fucales, Sargassaceae) in the Hawaiian Islands. In: Abbot, I., ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species, vol. 2. California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla, Calif. 65-87.
- Malm, T. Kautsky, L. and Engkvist, R. 2001. Reproduction, recruitment and geographical distribution of *Fucus serratus* L. in the Baltic sea. *Botanica Marina* 44: 101-108.
- Manrique, F. A. 1986. El género *Sargassum* en el Golfo de California, Taxonomía y Ecología. Intercambio académico sobre investigaciones en el mar de Cortés. Memorias. Universidad de Sonora, Hermosillo, Son., 220-228.
- Manzano, R. and Rosales, E. 1989. Aprovechamiento de las algas marinas *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sinicola* en la alimentación humana y animal. Tesis profesional. Universidad La Salle, México. 109 p.
- Marin-Alvarez, A. 1999. Utilización del alga *Sargassum spp.* como complemento alimenticio de ganado bovino. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. 86 pp.

- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A.C. 1991. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 13: 9-30.
- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C.1992. Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. *Acta Botánica Mexicana* 20: 13-28.
- Mateo-Cid, L. E., Rodríguez, I. S., Montesinos, E. R. y Casas-Valdez, M. M.1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B. C. S., México. *Ciencias Marinas*. (19) 1: 40-61.
- Mateo-Ciid, L. E. y Mendoza-González, A. C. 1994a. Algas marinas bentónicas de Todos Santos, Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana* 29: 31-48.
- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. 1994b. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Asunción, B. C. S., México. *Ciencias Marinas* 20: 41-64.
- Mathieson, A. C. and Zhanyang, G. 1992. Patterns of furoid reproductive biomass allocation. *Br. Phycol. J.* 27: 271-292.
- May, D.I. and Clayton, M.N.1991. Oogonesis, the formation of oogonial stalks and fertilization in *Sargassum vestitum* (Fucales, Phaeophyta) from southern Australia. *Phycologia* 30: 243-256.
- McClanahan, R.T., Muthiga, N.A., Kamukuru, A.T., Machano, H. and Kiambo, R.W.1999. The effects of marine parks and fishing on coral reefs of northern Tanzania. *Biological Conservation*.89:162-182.
- Mc Court, R. M.1983. Zonation and phenology of three species of *Sargassum* in the intertidal zone of the Northern Gulf of California. Tesis Doctoral. Universidad de Arizona, USA. 144 p.
- Mc Court, R. M.1984a. Seasonal patterns of abundance, distribution and phenology in relation to grow strategies of three *Sargassum* species. *J. Exp. Mar. Biol.. Ecol.*, 74:141-156.
- Mc Court, R. M. 1984b. Niche differences between sympatric *Sargassum* species in the northern Gulf of California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18:139-148.
- Mc Court, R.M. 1984c. Niche differences between sympatric *Sargassum* species in the northern Gulf of California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18: 139-148.
- McHugh, D.J. 1987. Production and utilization of products from commercial seaweeds. FAO. Fish. Tech. Pap. 288: 189.
- Mclachlan, J.1971. The culture of four species of *Fucus* under laboratory conditions. *Canadian Journal of Botany* 49: 1463-1469.
- Mclachlan, J.1974. Effects of temperature and light on the growth and development of embryos of *Fucus edentatus* and *F. distichus* subsp. *distichus*. *Canadian Journal of Botany* 52: 943-951.
- Mclanahan, J.1977. Effect of nutrients on growth and development of embryos of *Fucus edentatus* Pyl. (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia*, 16: 329-338.
- Mclachlan, J. and Bidwell, R.G.S. 1983. Effects of colored light on the growth and metabolism of *Fucus* embryos and apices in culture. *Canadian Journal of Botany* 61: 1993-2003.
- Mc Nelly, W.H, Pettit, D.J. 1973. Algin. Roy LW and Be Miller JN (Eds). Academic Press, Inc. 48-81.
- Mendoza-González, C. A. y Mateo-Cid, L. E.1985. Contribuciones al estudio florístico ficológico de la costa occidental de Baja California, México. *Phytología* 59(1):17-33.
- Mendoza-González, C. A. y Mateo-Cid, L. E. 1986. Flora marina bentónica de la costa noroeste del estado de Sonora, México. *Phytología*. 60: 414-435.

- Mendoza-González, C. A. y Mateo-Cid, L. E. 1991. Estudio preliminar de las algas marinas bentónicas de la costa de Jalisco, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 37:9-25.
- Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E. y Huerta-Muzquiz, L. 1994. Algas marinas bentónicas de Mazatlán, Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana* 27: 99-115.
- Meza, A. M. L., Carrillo, D. S., Pérza-Gil, R. F., Avila, G. E. y Casas-Valdez, M. 1996. Calidad de la albumina del huevo obtenido de gallinas alimentadas con acciones que incluyen algas marinas. XXI Convección anual Asociación Nacional de especialistas en Ciencias Avícolas 404-405.
- Moss, B.L. and Sheader, A. 1973. The effect of light and temperature upon the germination and growth of *Halydris siliquosa* (L.) Lyngb. (Phaeophyceae, Fucales). *Phycologia* 12: 63-68.
- Moss, B.L. 1975. Attachment of zygotes and germlings of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis (Phaeophyceae, fucales). *Phycologia* 14: 75-80.
- Moss, R.J. and Doty, S.M. 1987. Establishing a Seaweds industry in Hawaii: an initial assessment. Hawaii State Department of Land and Natural Resources. USA. 33 pp.
- Mueller, D.G., Gassman, G., Marner, F.J., Boland, W. and Jaenicke, L. 1982. Sexual reproduction and the role of sperm attractants in monoecious species of the brown algae order Fucales (*Fucus*, *Hesperophycus*, *Pelvetia* and *Pelvetipsis*). *Journal of Plant Physiology* 118: 401-408.
- Mueller, D.G., Gassman, G., Marner, F.J., Boland, W. and Jaenicke, L. 1982. The sperm attractants of the marine brown algae *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae). *Science* 218: 1119-1120.
- Mueller, D. G. and Gassman, G. 1985. Sexual reproduction and the role of sperm attractants in monoecious species of the brown algae order Fucales (*Fucus*, *Hesperophycus*, *Pelvetia* and *Pelvetipsis*). *Journal of Plant Physiology* 118:401-408.
- Munda, I. M. 1977. Combined effects of temperature and salinity on growth rates of germlings of three *Fucus* species from Iceland, Helgoland and the North Adriatic Sea. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 29: 302-310.
- Munda, I.M. and Kremer, B.P. 1977. Chemical composition and physiological properties of fucoids under conditions of reduced salinity. *Marine Biology* 42: 9-15.
- Munda, I.M. and Veber, M. 1996. Simultaneous effects of trace metals and excess nutrients on the Adriatic seaweed *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. (Phaeophyceae, Fucales). *Botanica Marina* 39: 297-309.
- Muñeton-Gómez. M. 1989. Morfología y época de reproducción de *Sargassum horridum* (Setchell y Gardner) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(2):257-266.
- Muñeton-Gómez, M. S. y Hernández-Carmona G. 1993. Crecimiento estacional de *Sargassum horridum* (Setchell y Gardner) Phaeophyta, en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 8: 23-31.
- Nabata, S.I. and Sakai, Y. 1998. Morphogenesis and growth in the early stages of *Cystoseira hakodatensis* (Phaeophyceae, Fucales) in eastern Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.* 52: 1-8.
- Nagasato, C.H., Motomura, T. and Ichimura, T. 2000. Parthenogenesis and abnormal mitosis in unfertilized eggs of *Fucus distichus* (Fucales, Phaeophyceae). *Phycologia* 39: 163-166.

- Nagasato, C.H., Motomura, T. and Ichimura, T. 2001. Degeneration and extrusion of nuclei during oogenesis in *Silvetia babingtonii*, *Cystoseira hakodatensis* and *Sargassum confusum* (Fucales, Phaeophyceae). *Phycologia* 40: 411-420.
- Nakazawa, S. 1972. Notes on Fucales. 6. Various patterns in development of *Fucus* eggs. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 20: 59-62.
- Nakazawa, S. 1978. Notes on Fucales. 10. Inhibition of rhizoid formation and division of gossypitrin in *Fucus* eggs. *Jap. J. Phycol.* 26: 5-7.
- Nisbet, R.M. and Vence, J.R. 1989. Alternative dynamic regimes for canopy-forming kelp: A variant on density-vague population regulation. *American Naturalist* 134: 377-408.
- Nizamuddin, M. 1970. The Phytogeography of the Order Fucales (Phaeophyta). *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 55: 281-294.
- Nizamuddin, M., Hiscock, S., Barratt, L. and Ormond, R.F.G. 1993. The occurrence and morphology of *Sargassopsis*. gen. nov. (Phaeophyta, Fucales) in Southern Oman. *Botánica Marina* 36: 109-121.
- Norris, 1975. Marine algae of the northern Gulf of California. Ph. D. Thesis, University of California, Santa Barbara. USA. 256 p.
- Norton, T.A. 1977. Ecological experiments with *Sargassum muticum*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 57: 33-43.
- Norton, T.A. 1981. Gamete expulsion and release in *Sargassum muticum*. *Botanica Marina* 24: 465-470.
- Norton, T.A. and Fetter, R. 1981. The settlement of *Sargassum muticum* propagules in stationary and flowing water. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 61: 929-940.
- Norton, T.A. 1983. The resistance to dislodgment of *Sargassum muticum* germlings under defined hydrodynamic conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 63: 181-193.
- Núñez-López, R. A. y Casas-Valdéz, M. M. 1996. Fenología de las especies de *Sargassum* (Fucales: Sargassaceae) en tres zonas de Bahía Concepción, B. C. S. , México. *Rev. Biol. Trop.* 44: 455-464.
- Núñez-López, R. A. y Casas-Valdéz, M. M. 1997. Variación estacional de la biomasa y talla de *Sargassum* ssp. (Sargassaceae, Phaeophyta) en Bahía Concepción, B. C. S. , México. *Hidrobiológica* 7: 19-25.
- Oates, B.R. and Murray, S.N. 1983. Photosynthesis, dark respiration and desiccation resistance of the intertidal seaweeds *Hesperophycus harveyanus* and *Pelvetia fastigiata* f. *gracilis*. *Journal of Phycology* 19: 371-380.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología*. Interamericana. México. 639 pp.
- Olsen, J.L. and Stam, W.T. 2000. Separating population structure from population history in *Ascophyllum nodosum* (Fucales). *Journal of Phycology* 36: 52-53.
- Ornellas, B.A. and Coutinho, R. 1998. Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio Island, Brazil. *Journal of Fish Biology* (Supplement A). 53: 198-208.
- Pacheco-Ruiz, I., Zertuche-González, J. A., Chee-Barragán, A. y Lanco-Betancourt, R. 1998. Distribution and Quantification of *Sargassum* Beds along the West Coast of the Gulf of California, México. *Bot. Mar.* 41: 203-208.
- Pannell, J.R. and Spencer, C.H. 2001. Effects of Population Size and Metapopulation Dynamics on a Mating -System Polymorphism. *Theoretical Population Biology* 59: 145-155.

- Pardi, G., Piazzini, L. and Cinelli, F. 2000. Demographic Study of a *Cystoseira humilis* Kuetzing (Fucales: Cystoseiraceae) Population in the Western Mediterranean. *Botanica Marina* 43: 81-86.
- Parker, T. and Chapman, A.R.O. 1994. Separating the grazing effects of periwinkles and amphipods on a seaweed community dominated by *Fucus distichus*. *Ophelia* 39: 75-91.
- Pearson, G.A. and Davison, I.R. 1993. Freezing rate and duration determine the physiological response of intertidal fucoids to freezing. *Marine Biology* 115: 353-362.
- Pfetsching, J., Stengel, D.B., Cuffe, M.M., Savage, A.V. and Guiry, M.D. 2000. Effects of temperature and prolonged emersion on photosynthesis, carbohydrate content and growth of the brown intertidal alga *Pelvetia canaliculata*. *Botanica Marina* 43: 399-407.
- Pfister, C.A. 1998. Patterns of variance in stage-structured populations: Evolutionary predicts and ecological implications. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95: 213-218.
- Pianka, E.R. 1994. *Evolutionary Ecology*. Harper-Collins Publishers. USA. 186 pp.
- Prince, J. S. and O'Neal, S. W. 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. *Phycologia* 18: 109-114.
- Prince, J.S. 1980. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. II. Seasonal photosynthesis and respiration of *S. pteropleuron* and comparison of its phenology with that of *S. polyceratium* Montagne. *Phycologia* 19: 190-193.
- Probyn, T.A. and Chapman, A.R.O. 1983. Summer growth of *Chordaria flagelliformis* (O. F. Muell.) C. Ag. : physiological strategies in a nutrient stressed environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 73: 243-271.
- Quadir, A., Harrison, P.J. and De Wreede, R.E. 1979. The effects of emergence and submergence on the photosynthesis and respiration of marine macrophytes. *Phycologia* 18:83-88.
- Ralph, P.J., Morrison, D.A. and Addison, A. 1998. A quantitative study of the patterns of morphological variation within *Hormosira banksii* (Turner) Decaisne (Fucales: Phaeophyta) in south-eastern Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 225: 285-300.
- Ramus, J., Lemons, F. and Zimmerman, C. 1977. Adaptation of light-harvesting pigments to downwelling light and the consequent photosynthetic performance of the eulittoral rockweeds *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus*. *Marine Biology* 42: 293-303.
- Rao, U.M. and Rao, A.S. 1997. Callus formation in *Sargassum polycystum*. *Phykos* 35: 1 - 2.
- Rao, A.S. and Rao, M.U. 1999. Effects of temperature, photon flux density and salinity on growth of *Sargassum polycystum* C. Agardh (Fucales, Phaeophyta) under laboratory conditions. *Seaweed research and utilization* 21: 35-40.
- Rao, A.S. and Rao, M.U. 2002. Seasonal growth pattern in *Sargassum polycystum* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) occurring at Visakhapatnam, east coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 31: 26-32.
- Raven, J.A. and Samuelsson, G. 1988. Ecophysiology of *Fucus vesiculosus* L. close to its northern limit in the Gulf of Bothnia. *Botanica Marina* 31: 399-410.

- Ray-Lien, H., Chuan-Chuan, T. and Tse-Min, L. 2004. Assessment of temperature and nutrient limitation on seasonal dynamics among species of *Sargassum* from a coral reef in southern Taiwan. *J. Phycol.*
- Reed, D.C. 1987. Factors affecting the production of sporophylls in the giant kelp *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 113: 61-69.
- Reed, D.C. 1990. An experimental evaluation of density dependence in subtidal algal population. *Ecological Monographs* 71: 2286-2296.
- Reviere, B. 2002. Biologie et phylogénie des algues. Tome 1. Belin. Paris. 352 pp.
- Reznick, D., Bryant, M.J. and Bashey, F. 2002. r- and K-Selection revisited: The role of population regulation in life-history evolution. *Ecology* 83: 1509-1520.
- Rice, E. L. 1987. Small-scale distributional patterns in *Xiphophora gladiata* (Labillardiere) Montagne ex Kjellman (Fucales, Phaeophyta). *Phycologia* 26: 247-251.
- River, F.G. and Edmunds, J.P. 2001. Mechanisms of interaction between macroalgae and scleractinians on a coral reef in Jamaica. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 261:159-172.
- Robertson, B. 1987. Reproductive ecology and canopy structure of *Fucus spiralis* L. *Botanica Marina* 30: 475-482.
- Rocha-Ramírez, V. y Siqueiros-Beltrones, D.A. 1990. Revisión de las especies del género *Sargassum* C. Agardh registradas para la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 16(3):15-26.
- Rodríguez, B. M., Carrillo, D. S., Pérez, G. R. F., Avila, G. E. y Casas-Valdeez, M. 1995. Efecto sobre la calidad del huevo y cascaron al incluir las algas marinas *Sargassum sinicola* y *Ulva lactuca* en raciones para ponedoras. XX Convención Nacional ANECA 291-297.
- Rosenberg, G., Provyn, T.A. and Mann, K.H. 1984. nutrient uptake and growth kinetics in brown seaweeds: response to continuous and single addition of ammonium. *J. of Exp. Mar. Biol. And Ecol.* 80:125-146.
- Rugg, D.A. and Norton, T.A. 1987. *Pelvetia canaliculata*, a seaweed that shuns the sea. In: Plant Life in Aquatic and Amphibious Environments (Ed. by R. M. M. Crawford). Blackwells. Oxford. 347-358 pp.
- Rusell, G. 1987. Spatial and environmental components of evolutionary change: interactive effects of salinity and temperature on *Fucus vesiculosus* as an example. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 41: 371-376.
- Russell, G. 1990. Age and stage in seaweed populations: A cautionary table. *Br. Phycol. J.* 25: 245-249.
- Rydgren, K. and Okland, R.H. 2002. Ultimate costs of Sporophyte production in the clonal moss *Hylocomium splendens*. *Ecology* 86: 1573-1579.
- Saga, N. 1978. Notes on Fucales 8. Regeneration from rhizoid-piece of *Pelvetia* germling to complete thallus. *Jap. J. Phycol.* 26: 1-4.
- Sánchez-Rodríguez, I. 1995. Fenología de *Sargassum sinicola* (Setchell y Gardner) en Bahía Magdalena, B. C. S. México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. 84 pp.
- Sand-Jensen, K. and Gordon, D.M. 1984. Differential ability of marine and fresh water macrophytes to utilize HCO₃⁻ and CO₂. *Marine Biology* 80: 247-253.
- Santos, R. and Nyman, M. 1998. Population modelling of *Gelidium sesquipedale* (Rhodophyta, Gelidales). *Journal of Applied Phycology* 10: 261-272.
- Sargassum sinicola* (Phaeophyta) en la Bahía de La Paz, Golfo de California. *Ciencias Marinas* 11(3) : 115-120.

- Schaffelke, B. and Klumpp, D.W. 1997. Biomass and productivity of tropical macroalgae on three nearshore fringing reefs in the central great Barrier Reef, Australia. *Botanica Marina* 40: 373-383.
- Schaffelke, B. and Klumpp, D.W. 1998. Nutrient-limited growth of the coral reef macroalga *Sargassum baccularia* and experimental growth enhancement by nutrient addition in continuous flow culture. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 164: 199-211.
- Schaffelke, B. 1999. Particulate organic matter as an alternative nutrient source for tropical *Sargassum* species (Fucales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 35: 1150-1157.
- Schaffelke, B. 2001. Surface alkaline phosphatase activities of macroalgae of coral reefs of the central Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs* 19: 310-317.
- Schiel, D.R. 1980. A demographic and experimental evaluation of plant and herbivore. Interactions in subtidal algal stands. Unpublished.
- Schiel, D.R. 1985. A short-term demographic study of *Cystoseira osmundacea* (Fucales: Cystoseiraceae) in central California. *Journal of Phycology* 21: 99-106.
- Schiel, D.R. 1988. Algal interactions on shallow subtidal reefs in northern New Zealand: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 22: 481-489.
- Schiel, D.R. and Choat, J.H. 1980. Effects of density on monospecific stands of marine algae. *Nature* 285: 324-326.
- Schiel, D.R. 2000. Contrasting life histories and demographics of Laminarian and furoid algae. *Journal of Phycology* 36: 61.
- Schoenwaelder, M.E.A. and Clayton, M.N. 1998. Secretion of phenolic substances into the zygote wall and cell plate in embryos of *Hormosira* and *Acrocarpia* (Fucales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 34: 969-980.
- Schoenwaelder, M.E.A. and Clayton, M.N. 2000. Physode formation in embryos of *Phyllospora comosa* and *Hormosira banksii* (Phaeophyceae). *Phycologia* 39: 1-9.
- Schoenwaelder, M.E.A. 2002. Physode Distribution and the Effect of 'Thallus Sunburn' in *Hormosira banksii* (Fucales, Phaeophyceae). *Botanica Marina* 45: 262-266.
- Schonbeck, M. and Norton, T.A. 1978. Factors controlling the upper limits of furoid algae on the shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 31: 303-313.
- Schonbeck, M.W. and Norton, T.A. 1979a. Drought hardening in the upper shore seaweeds *Fucus spiralis* and *Pelvetia canaliculata*. *Journal of Ecology* 67: 687-696.
- Schonbeck, M.W. and Norton, T.A. 1979b. The effects of brief periodic submergence on intertidal furoid algae. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 8: 205-211.
- Schonbeck, M. and Norton, T.A. 1980. The effects on intertidal furoid algae of exposure to air under various conditions. *Botanica Marina* 23: 141-147.
- Scott, G.W. and Hardy, F.G. 1994. Observations of the occurrence of hybrids between two sympatric species of furoid algae. *Cryptogamie: algologie* 15: 297-305.
- Scrossati, R. 1998. Population structure and dynamics of the clonal alga *Mazzaella cornucopiae* (Rhodophyta, Gigartinales) from Barkley Sound, Pacific coast of Canada. *Botánica Marina* 41: 483-493.
- Scrossati, R. 2000. Ramet dynamics for the clonal seaweed *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta): a comparison with *Chondrus crispus* and with *Mazzaella cornucopiae* (Gigartinales). *J. Phycol.* 36: 1061-1068.
- Schreider, J.M., Glasby, T.M. and Underwood, A.J. 2003. Effects of height on the shore and complexity of habitat on abundances of amphipods on rocky shores in New South Wales, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293: 57-71.

- Sernivasa-Ra, O. P. and Karmarkar, S. M. 1988. Antibacterial activity from Indian species of *Sargassum*. *Bot. Mar.* 31 (4): 295-298.
- Staehr, P.A., Pedersen, M.F., Thomsen, M.S., Wernberg, T. and Krause-Jensen, D. 2000. The invasion of *Sargassum muticum* in Limfjorden (Denmark) and its possible impact on the indigenous macroalgal community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 207: 79-88.
- Setchell, W.A. and Gardner, N.L. 1924. The marine algae: expedition of the California Academy of 4th series 12:695-947.
- Setchell, W.A. 1931. Hong Kong Seaweeds II. *Hong Kong Nat.* 2:237-253
- Setchell, W.A. 1933. Hong Kong Seaweeds III. *Hong Kong Nat.* 2:33-49.
- Setchell, W.A. 1935. Hong Kong Seaweeds II. *Hong Kong Nat.* 2:237-253
- Setchell, W.A. 1936. Hong Kong Seaweeds V. *Hong Kong Nat. Suppl.* 5:1-20, pls.1-8.
- Shinji, K., Fujikawa and Notoya, Y. M. 1997. Axenic tissue culture of *Sargassum confusum* C. Agardh (Phaeophyta) as a source of seeds for artificial marine forests. *Journal Marine Biotechnology* 5: 142-146.
- Silva, C. S. P. 1996. Stability versus rigidity in botanical nomenclature. *Nova Hedwigia* 112: 1-8.
- Smith, C. M. and Berry, J.A. 1986. Recovery of photosynthesis after exposure of intertidal algae to osmotic and temperature stresses: comparative studies of species with differing distributional limits. *Oecologia* 70: 6-12.
- Sokhi, G. and Vjayaraghavan, M.R. 1986. Oogonial release in *Turbinaria conoides* (J. Agardh) Kuetzing (Fucales, Sargassaceae). *Aquatic Botany* 24: 321-334.
- South, G. R. and Whittick, A. 1996. Introduction to Phycology. Blackwell science, USA. 341 pp.
- Southward, A.J. and Southward, E.C. 1978. Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the *Torrey Canyon* spill. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 35: 682-706.
- Staehr, P.A., Wernberg-Moller, T. and Thomsen, M.S. 1998. Invasion of *Sargassum muticum* (Phaeophyta, Fucales) in Limfjorden, Denmark. *Marine Research Conference in Hirtshals* (Denmark) 21-23.
- Stearn, E. 2000. Introductory Ecological Studies of Plant Biology. Mc Graw Hill. USA. 587 pp.
- Stengel, D.B. and Dring, M.J. 1998. Seasonal variation in the pigment content and photosynthesis of different thallus regions of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) in relation to position in the canopy. *Phycologia* 37: 259-268.
- Stinger, V. and Payri, C.E. 1999. Spatial and seasonal variations in the biological characteristics of two invasive brown algae, *Turbinaria ornate* (Turner) J. Agardh and *Sargassum mangarevense* (Grunow) Setchell (Sargassaceae, Fucales) spreading on the reefs of Tahiti (French Polynesia). *Botanica Marina* 42: 295-306.
- Stengel, D.B., Wilkes, R.J. and Guiry, M.D. Seasonal growth and recruitment of *Himantalia elongata* (Fucales, Phaeophycota) in different habitats on the Irish west coast. *European Journal of Phycology* 34: 213-221.
- Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R. 1972. A practical hand-book of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167.
- Stroemberg, T. 1994. Apical elongation of furoid algae exposed to low salinities. *Aquatic Botany* 49: 67-74.
- Stromgren, T. 1977. Short-term effects of temperature upon the growth of intertidal Fucales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 29: 181-195.

- Stromgren, T. 1977a. Apical length growth of five intertidal species of Fucales in relation to irradiance. *Sarsia* 63: 39-47.
- Stromgren, T. 1978. The effect of photoperiod on the length growth of five species of intertidal Fucales. *Sarsia* 63: 155-157.
- Stromgren, T. 1980. The effect of lead, cadmium, and mercury on the increase in length of five intertidal Fucales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 43: 107-119.
- Stuessy, T. F. 1994. Case studies in plant taxonomy. Col. Univ. Press. 171 pp.
- Sundene, O. 1973. Growth and reproduction in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae). *Norwegian Journal of Botany* 20: 249-255.
- Surif, M. B. and Raven, J.A. 1989. Exogenous inorganic carbon sources for photosynthesis in seawater by members of the Fucales and the Laminariales (Phaeophyta): ecological and taxonomic implications. *Oecologia* 78: 97-105.
- Tanaka, M.O. and Leite, P.P.F. 2003. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gammarid life habits, and assemblage structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 293: 1-22.
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Univ. Michigan Press. 870 pp.
- Taylor, I.D. and Schiel, R.D. 2003. Wave-related mortality in zygotes of habitat-forming algae from different exposures in southern New Zealand: the importance of 'stickability'. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 290: 229-245.
- Terawaki, T., Yoshikawa, K., Yoshida, G., Uchimura, M. and Iseki, K. 2003. Ecology and restoration techniques for *Sargassum* beds in the Seto Inland Sea, Japan. *Marine Pollution Bulletin*. 47:198-201.
- Terry, L.A. and Moss, B.L. 1980. The effect of photoperiod on receptacle initiation in *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. *British Phycological Journal* 15: 291-301.
- Thélin, I. 1981. Effects, en culture de deux pétroles bruts et d'un dispersant pétrolier sur les zygotes et les plantules de *Fucus serratus* Linnaeus (Fucales, Phaeophyceae). *Botanica Marina* XXIV: 515-519.
- Thomas, T.E., Harrison, P.J. and Taylor, E.B. 1985. Nitrogen uptake and growth of the germlings and mature thalli of *Fucus distichus*. *Marine Biology* 84: 267-274.
- Thomas, T.E., Turpin, D.H. and Harrison, P.J. 1987. Desiccation enhanced nitrogen uptake rates in intertidal seaweeds. *Marine Biology* 94: 293-298. *Phycologia*. Vol. 34 (1), 1995
- Tom, R.M. 1983. Spatial and temporal patterns of *Fucus distichus* spp. *Edentatus* (de la Pyl.) Pow. (Phaeophyceae: Fucales) in Central Puget sound. *Botanica Marina* 26: 471-486.
- Topinka, J.A. and Robbins, J.V. 1976. Effects of nitrate and ammonium enrichment on growth and nitrogen physiology of *Fucus spiralis*. *Limnology and Oceanography* 21: 659-664.
- Topinka, J.A. 1978a. Nitrogen uptake by *Fucus spiralis* (Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 14: 241-247.
- Topinka, J.A. 1978b. Nitrogen uptake by *Fucus spiralis* (Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 14: 241-247.
- Topinka, J.A., Tucker, L. and Korjef, W. 1981. The distribution of Furoid macroalgal biomass along central Maine. *Botanica Marina*. XXIV: 311-319.
- Trono, G. C. Jr. 1992. The genus *Sargassum* in the Philippines. *Tax. Econ. seaweeds* 3: 43-94.

- Tsuda, R.T. 1972. Morphological, zonal, and seasonal studies of the two species of *Sargassum* on the reefs of Guam. *Proc. Intl. Seaweeds Symp.* 7:40-44.
- Vadas, R.L. and Wright, W.A. 1986. Recruitment, growth and management of *Ascophyllum nodosum*. In: *Adas Segundo Congreso Nacional Sobre Algas Marinas Chilenas* (Ed. by R. Westermeier). Universidad Austral de Chile, Valdivia 101-113 pp.
- Vadas, R.L., Wright, W.A. and Miller, S.L. 1990. Recruitment of *Ascophyllum nodosum*: wave action as a source of mortality. *Marine Ecology Progress Series* 61: 263-272.
- Vadas, R.L., Johnson, S. and Norton, T.A. 1992. Recruitment and mortality of early post-settlement stages of benthic algae. *British Phycological Journal* 27: 331-351.
- Van Den Hoek, D., Mann, E. and Jahns, H.M. 1995. *Algae. An introduction to Phycology*. Cambridge. Inglaterra. 623 pp.
- Vandermeer, J. and Carvajal, R. 2001. Metapopulation Dynamics and the quality of the Matrix. *The American Naturalist* 158: 212-220.
- Vernet, P. and Harper, J. L. 1980. The cost of sex in seaweeds. *Biol. J. Linn. Soc. London* 13: 129-138.
- Viejo, R.M. and Aberg, P. 2001. Effects of Density on the vital rates of a modular seaweed. *Marine Ecology Progrs. Ser.* 221: 105-115.
- Vuki, V. C. and Price I. R. 1994. Seasonal changes in the *Sargassum* populations on a fringing coral reef, Magnetic Island, Great Barrier Reef region, Australia. *Aquatic Botany* 48: 153-166.
- Wallentinus, I. 1984. Comparisons of nutrient uptake rates for Baltic macroalgae with different thallus morphologies. *Marine Biology* 80: 215-225.
- Wernberg-Moller, T., Thomsen, M.S. and Staehr, P.A. 1998. Phenology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta, Fucales) in Limfjorden. Marine Research Conference in Hirtshals (Poster). Denmark. Roskilde University.
- Wernberg, T., Thomsen, M.S., Staehr, P.A. and Pedersen, M.F. 2001. Comparative Phenology of *Sargassum muticum* and *Halidrys siliquosa* (Phaeophyceae: Fucales) in Limfjorden, Denmark. *Botanica Marina* 43: 31-39.
- Westermeier, R., Müller, D.G., Gomez, I., Rivera, P. and Wenzel, H. 1994. Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. *Marine Ecology P. S.* 110: 187-194.
- Williams, G.A. 1995. Seasonal variation in a low shore *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta) population and its epiphytic fauna. *Hydrobiologia*, 326-327: 191-197.
- Winer, T. 1985. Size hierarchies in experimental populations of annual plants. *Ecology* 66:743-52.
- Wright, P.J. and Reed, R.H. 1990. Effects of osmotic stress on gamete size, rhizoid initiation and germling growth in fucoid algae. *British Phycological Journal* 25: 149-155.
- Yamada, Y. 1942a. Notes on *Sargassum* from the southern parts of Japan. II. *J. Jpn. Bot.* 18(9):503-519, figs. 9-12.
- Yamada, Y. 1942b. Notes on *Sargassum* from the southern parts of Japan. I. *J. Jpn. Bot.* 18(7):369-381, figs. 1-8
- Yamamura, K. 1999. Transforming using $(x+0.5)$ to stabilize the variance of population Res. *Popul. Ecol.* 41: 229-234.
- Yao, H. and Ramelow, G.J. 1998. Biomass-modified carbon paste electrodes for monitoring dissolved metal ions. *Talanta*. 45:1139-1146.
- Yendo, K. 1907. The Fucaceae of Japan. *J. Coll. Sci. Tokyo Imp. Univ.* 21:1-174.

- Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H. and Hozumi, K. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. Intraspecific competition among higher plant XI. *J. Inst. Polytechn.* 14:107-29.
- Yoshida, T. 1988. Japanese and Taiwanese species of *Sargassum* with keys to the species.
- Yoshida, G., Arima, S. y Terawaki, T. 1998. Growth and maturation of the 'autumn-fruiting type' of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) and comparisons with the 'spring-fruiting type'. *Phycological Research* 46: 183-189.
- Yoshida, G., Uchida, T., Arai, S. and Terawaki, T. 1999. Development of adventive embryos in cauline leaves of *Sargassum macrocarpum* (Fucales, Phaeophyta). *Phycological Research* 47: 61-64.
- Yoshida, G., Yoshikawa, K., Uchimura, M. and Terawaki, T. 2001. Growth and maduration of *Sargassum horneri* seeding after long-term storage under a low temperature condition. *Jpn. J. Phycol.* 49: 177-184.
- Volesky, B., Weber, J. and Park, J.M. 2003. Continuous-flow metal biosorption in a regenerable *Sargassum* column. *Water Research.* 37:297-306.
- Viejo, R.M. 1999. Mobile epifauna inhabiting the invasive *Sargassum muticum* and two local seaweeds in northern Spain. *Aquatic Botany.* 64:131-149.