

Variabilidad intrapoblacional de *Sargassum horridum* (Fucales: Sargassaceae) en el Suroeste del Golfo de California

Litzia Paul Chávez^{1,2,4}, Gustavo Hernández Carmona^{2,5}, Gabriela Andrade-Sorcía^{3,6} & Rafael Riosmena-Rodríguez^{1,6}

Resumen

Las especies del género *Sargassum* presentan una gran plasticidad fenotípica que no ha sido cuantificada apropiadamente, lo que ha llegado a causar problemas taxonómicos ya que se confunden las variantes morfológicas con especies y se subestima su número real. Para el Golfo de California se ha comenzado a desarrollar el entendimiento profundo sobre la variación morfológica de especies dominantes en los bosques de *Sargassum* para comprender los límites entre las especies. Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la variabilidad morfológica intrapoblacional de *Sargassum horridum* en el suroeste del Golfo de California. Esto se realizó por medio de muestreos espaciales (cuadrante, posición del talo, rama) y temporales (mensuales) en una localidad conocida como el Sauzoso en visitas mensuales durante 2001. Se evaluó la variabilidad presente dentro de esta población (considerada como un sitio) por medio de la valoración de estructuras clave en la identificación taxonómica. De acuerdo a nuestros resultados se pueden distinguir seis morfologías típicas en función del número de ramas. Pero encontramos mucha mayor variación cuando se consideran otras estructuras (filoides, aerocistos y receptáculos) lo que incrementa de manera exponencial su variabilidad al nivel que se puede distinguir claramente entre un individuo y otro en una población. Esta forma de presentación de

Abstract

Sargassum species have a great morphological variability who has not been quantified properly, causing taxonomic confusions of morphological variants with species and thus underestimating the real species number. For the Gulf of California we have been started the deep understanding of the morphological variation of the dominant species of *Sargassum* forest. Because of that, the goal of this paper is determine the intrapopulation variability of *Sargassum horridum* in southwestern Gulf of California. This were done by temporal and spatial visits to El Sauzoso in bi-monthly visits during 2001. We evaluated the morphological variability in this population of taxonomically used features. According to our results we might be able to distinguish up to six morphologies in relation to branch number but we were able to detect specific variation using other features (phylloids, aerocists and receptacles) to increase exponentially the understanding of morphological variability down to identify each specimen from each other. This alternative of the data represents an alternative way to show morphological variability instead of the former variation coefficient.

Key words: Statistic analysis, morphology, population, specie, taxonomy.

¹ Programa de Investigación en Botánica Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, carretera al sur, km. 5.5, A. P. 16-B, C. P. 23081, La Paz, B. C. S., México.

² Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas IPN, La Paz B.C.S. 23040 México

³ Petróleos Mexicanos, Av. Insurgentes Veracruzanos S/N Esq. Hernández y Hernández, Colonia Faros de Veracruz, Veracruz, Veracruz. C P. 91700.

⁴ lvchavez@uabcs.mx, ⁵ gcarmona2007@gmail.com, ⁶ andradesorcia@gmail.com
Responsable del seguimiento: Gabriela Andrade Sorcia

los datos representa una manera alternativa a los índices tradicionalmente utilizados como el coeficiente de variación.

Palabras clave: Análisis estadístico, morfología, población, especie, taxonomía.

Introducción

Diversos autores han señalado que en todas las especies del género *Sargassum* existe una gran plasticidad fenotípica que no ha sido cuantificada, sin embargo hasta ahora no se ha logrado definir qué caracteres son útiles para delimitar especies (Norton 1981; Critchley 1983a). En algunos casos esto llega a causar problemas taxonómicos (Magruder 1988 *In: Abbot 1992*; Yoshida 1988 *In: Abbot 1988*; Lee & Yoo 1992 *In: Abbot 1992*; Ajisaka 1992 *In: Abbot 1992*) ya que se confunden las variantes morfológicas con especies y se subestima el número real de especies. Algunos estudios abordan la variabilidad morfológica realizando la cuantificación de las formas variantes del filoide entre individuos de diferentes especies (por ejemplo: *Sargassum polyporum* Montage, 1842, *Sargassum polyceratium* Montage, 1837, *Sargassum polycystum* C.A. Agardh, 1824), ya que es utilizado como la estructura taxonómica por excelencia. Pero existen algunos casos en los que sirven para determinar morfotipos (Ajisaka 1992 *In: Abbot 1992*; Chiang *et al.* 1992, Kilar *et al.* 1992a *In: Abbot 1992*, Kilar *et al.* 1992b *In: Abbot 1992*).

En Europa se han realizado estudios sobre la plasticidad fenotípica de los filoides y los aerocistos de *Sargassum muticum* Fensholt, 1955. Se ha encontrado que la plasticidad varía dependiendo de la localidad y estación del año, lo cual tiene importantes implicaciones taxonómicas debido a la inconsistencia que muestran estos caracteres (Critchley 1983a). Además en *S. muticum*, los cambios de temperatura se relacionan con cambios morfológicos en las estructuras de flotación (aerocistos) (Critchley 1983b). En otras especies (*S. muticum*, *Sargassum siliquosum* J. Agardh, 1848, *Sargassum paniculatum* J. Agardh, 1848, *S. cristaeifolium* C. Agardh, 1820), se ha evaluado las

diversas formas que adoptan los aerocistos y los filoides a lo largo de su desarrollo con relación a parámetros poblacionales como la tasa de crecimiento individual, el reclutamiento, la densidad y la mortalidad encontrando una mayor variabilidad (Ang 1985a, Ang & Trono 1987, Yoshida 1988 *In: Abbot 1988*, Nizamuddin *et al.* 1993, Kilar *et al.* 1992a *In: Abbot 1992*) lo que también interfiere en la definición de especies.

Para el Golfo de California se ha comenzado a desarrollar la revisión sobre la variación morfológica de las especies, en particular para *Sargassum lapazeanum* Setchell & N. L. Gardner, 1924 (Andrade-Sorcía *et al.* 2010, 2014, Andrade-Sorcía & Riosmena-Rodríguez 2011). Pero todavía faltan muchos estudios para otras especies (Norris 2010) ya que existe una gran variabilidad morfológica y es difícil poder poner límites entre especies. Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la variabilidad morfológica intrapoblacional de *Sargassum horridum* Setchell & N. L. Gardner, 1924 en el suroeste del Golfo de California.

Material y Métodos

Se realizaron muestreos de *Sargassum horridum* durante los meses de marzo, abril, mayo, junio agosto y septiembre del 2001 en el campo pesquero El Sauzoso (ubicada a los 24° 35" latitud Norte y 110° 44" longitud Oeste). Dentro de la zona de estudio se establecieron ocho sitios localizados paralelos a la línea de costa en el intermareal superior y con una separación de 20 metros entre ellos. Los sitios fueron marcados colocando una plancha de cemento de 15 cm2. Los mantos se encuentran en el submareal, por lo que las muestras fueron obtenidas por buceos SCUBA a una profundidad entre 3 a 5 m, dependiendo del nivel de marea.

En cada visita recolectaron todos los talos de *Sargassum* que se encontraban en dos cuadrantes de 25 cm x 25 cm (área de 625 cm²), excepción de junio, cuando se contabilizaron seis cuadrantes. Los cuadrantes se colocaron equidistantes a 1 m de la plancha de cemento. Para evitar dañar a la población se hicieron los muestreos usando la plancha como punto de

referencia y se rotaron los puntos de colecta mes a mes de manera sistemática, para que la extracción de los talos no se realizara sobre la misma área. 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 etiquetadas y se trasladaron al laboratorio de Botánica Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Las muestras se conservaron en solución de formaldehído en agua de mar al 4 %. 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: a) largo de cuatro filoides por rama (por ser las estructuras de mayor importancia fotosintética); b) largo y ancho de cuatro aerocistos por rama (el largo se midió desde la base hasta la parte apical y el ancho a la mitad de la estructura en sentido opuesto al largo y c) número de caulines. Dentro de los caracteres reproductivos que se consideraron estuvo: a) tamaño de los receptáculos y b) el número de ramas de estos últimos. Los datos fueron recopilados en bases de datos separando los datos merísticos (Ej. largo de filoides y aerocistos) y los datos discretos (Ej. número de caulines y ramas).

A los datos merísticos se les realizaron las pruebas *a priori* considerando cada conjunto de datos que comparó a las diferentes escalas de trabajo (mes, cuadrante, talos y ramas). Se probó la normalidad 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 no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad con un valor de $p < 0.05$, por lo que fueron transformados (Log, Ln, raíz cuadrada). Al no cumplir los datos con la distribución normal y homogeneidad en las varianzas, aún después de la transformación, 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 3,000 talos (resultado de las recolectas en los dos cuadrantes por los 6 meses de muestreo), 9,000 ramas, 9,000 aerocistos y 9,000 filoides, los cuales presentaron una gran variabilidad morfológica. Los individuos de *Sargassum horridum* en la zona de estudio presentaron seis tipos diferentes de morfologías en función del número de ramas que presentan, independientemente de la temporada (Fig. 1).

Cuando los talos presentaban más de una rama, no todas las ramas tenían las mismas características ni desarrollaban las mismas estructuras. Independientemente del número de ramas, siempre había una rama principal que define la talla máxima del individuo y es la que presentaba la mayor complejidad morfológica, puesto que desarrollaba estructuras de flotación (aerocistos), estructuras de reposo (caulines), estructuras reproductivas (receptáculos) y las estructuras fotosintéticas (filoides). Por lo que la variabilidad morfológica se incrementó cuando además del número de ramas se considera la variabilidad de cada una de las estructuras antes mencionadas.

El número de caulines es una característica que, semejante al número de ramas, se encontraba en un rango de 0 a 5 por talo, pero no había un patrón que se mantuviera constante a lo largo del tiempo ni a nivel espacial. La mayoría de talos a lo largo del tiempo no tenían caulines. En el mes de abril, se encontró el mayor número de caulines por talo (promedio de 5 por talo) (Fig. 2) y se realizó una correlación de Pearson entre el número de caulines por talo y el número de ramas por talo, para probar si combinadas pudieran incrementar el número de morfologías. El análisis mostró que no tenían una correlación significativa $R^2 = 0.09$ (Fig. 3). Es decir, a pesar de que aumentó el número de ramas en los talos, no aumentó significativamente el número de caulines por talo.

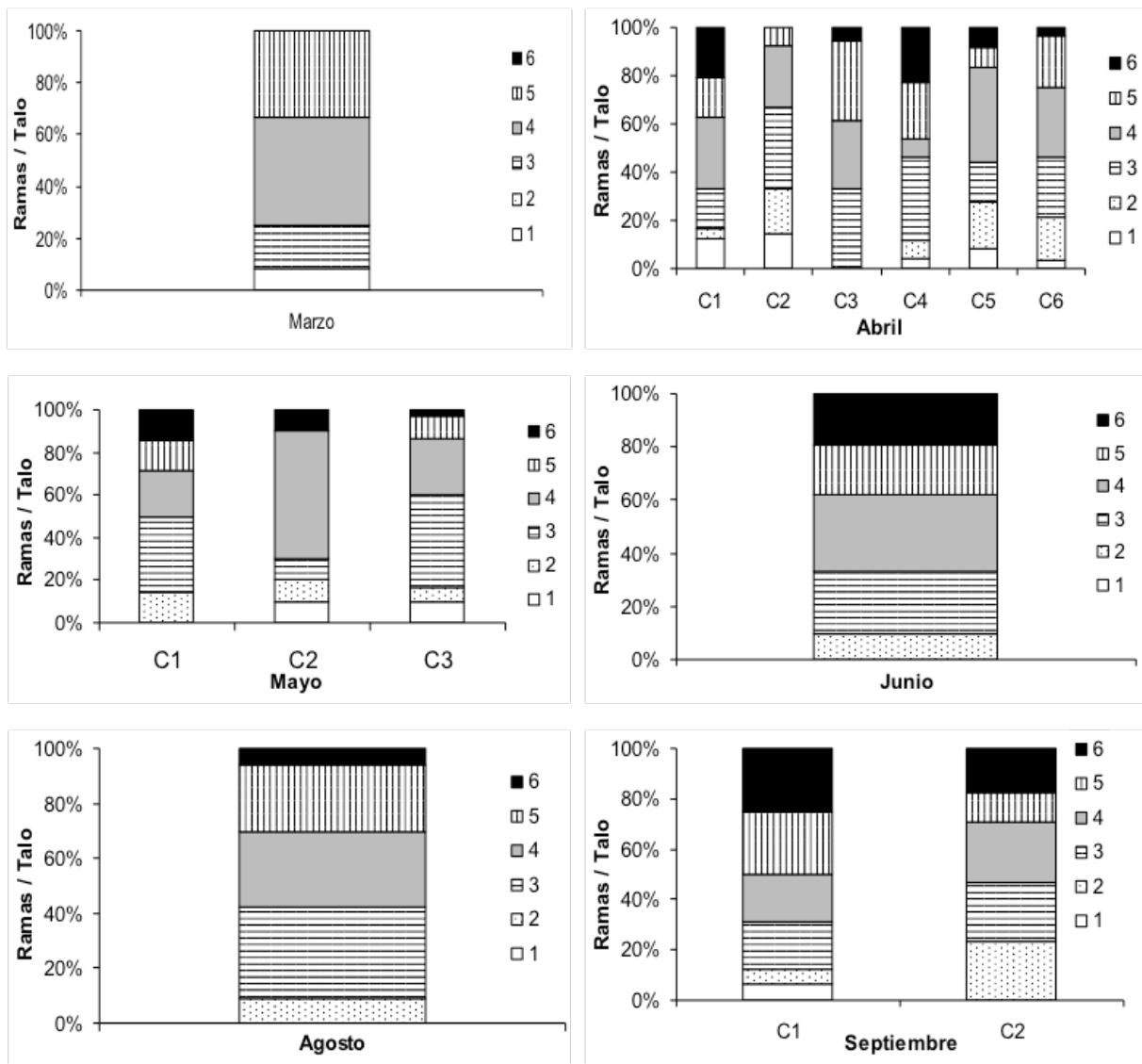


Figura 1.- Proporción de número de ramas por talo para los meses de: a) marzo, b) abril, c) mayo, d) junio, e) agosto y f) septiembre. Los números corresponden al número de ramas y c = cuadrante. Los cuadros a la derecha de cada histograma corresponden a las morfologías encontradas.

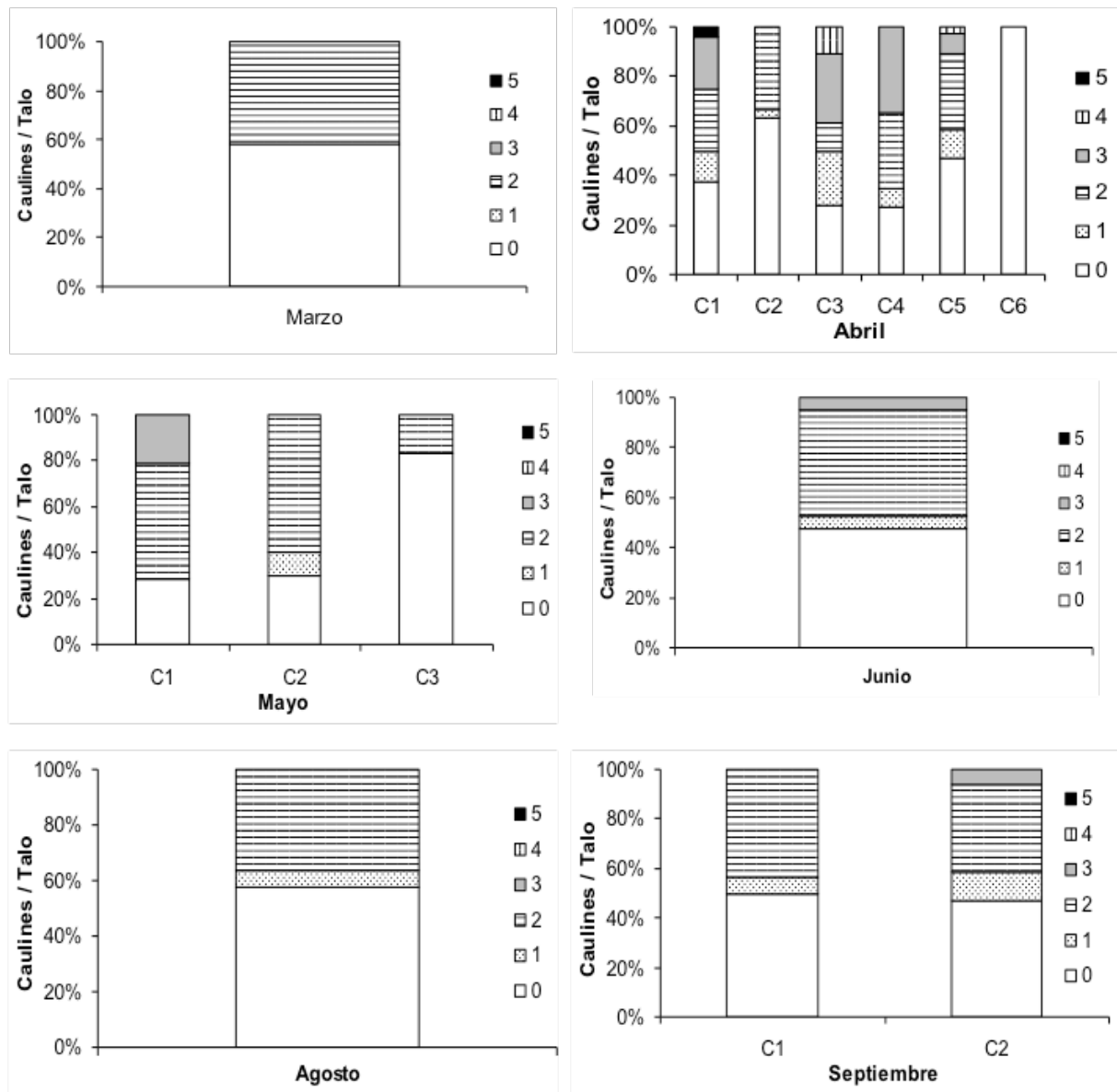


Figura 2.- Proporción del número de caulines por talo para los meses de: a) marzo, b) abril, c) mayo, d) junio, e) agosto y f) septiembre. Los números corresponden al número de caulines y c=cuadrante. Los cuadros a la derecha de cada histograma corresponden a las morfologías encontradas.

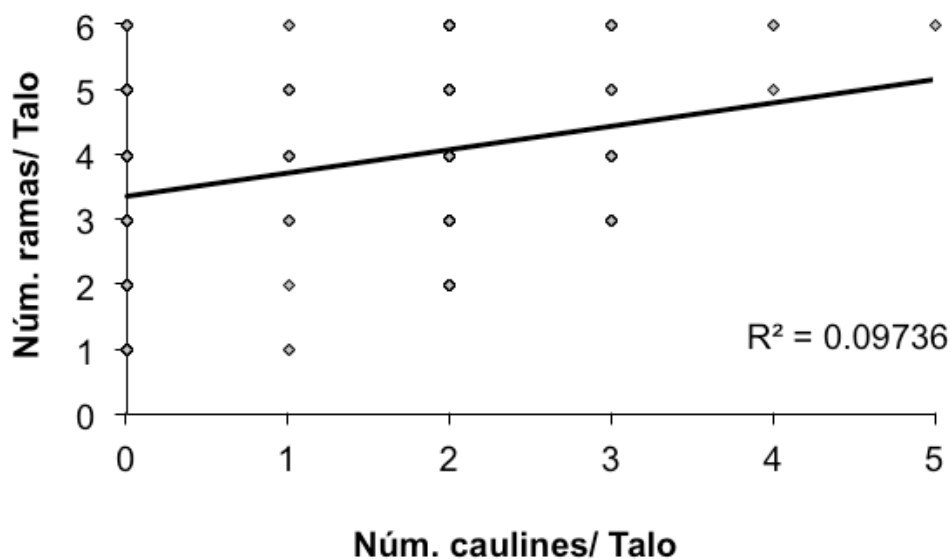


Figura 3-. Relación entre el número de ramas y el número de caulines.

De las estructuras que se midieron, la que mostró mayor variabilidad fue el filoide. Las comparaciones estadísticas de esta estructura se realizaron considerando solamente el largo, puesto que se comprobó que no había una relación lineal entre el largo y el ancho del filoide. El análisis estadístico mostró que los filoides fueron significativamente diferentes en los meses de marzo, abril y junio y no fueron significativamente diferentes en el mes de mayo (Tabla I).

Esta variabilidad intrapoblacional, se refleja en las diferencias significativas que se obtuvieron al comparar los talos dentro de

un mismo cuadrante a lo largo de los meses (Tabla II) y los filoides entre ramas de los diferentes meses y cuadrantes (Tabla III). El 74.1% de los casos fue significativamente diferente ($p < 0.05$) y el 25.9% no fue significativamente diferente. Esta variación nos indica que prácticamente todos los talos son diferentes, por lo que no se puede agrupar por morfologías definidas por el largo de los filoides.

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 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

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				

El análisis de correlación realizado sugiere que los aerocistos tienen prácticamente una forma esférica, puesto que se obtuvo una relación cercana a 1 entre la relación largo y ancho ($r > 0.70$). Esta relación se mantuvo a nivel de talo, ya que no se observó una diferencia significativa entre los aerocistos de las ramas de un mismo cuadrante a lo largo de los meses de estudio (Tabla IV) y entre los talos de los diferentes meses y cuadrantes (Tabla V), situación que no se mantiene cuando se comparan los cuadrantes de cada mes (Tabla VI).

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	35
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

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. 4), 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. 4).

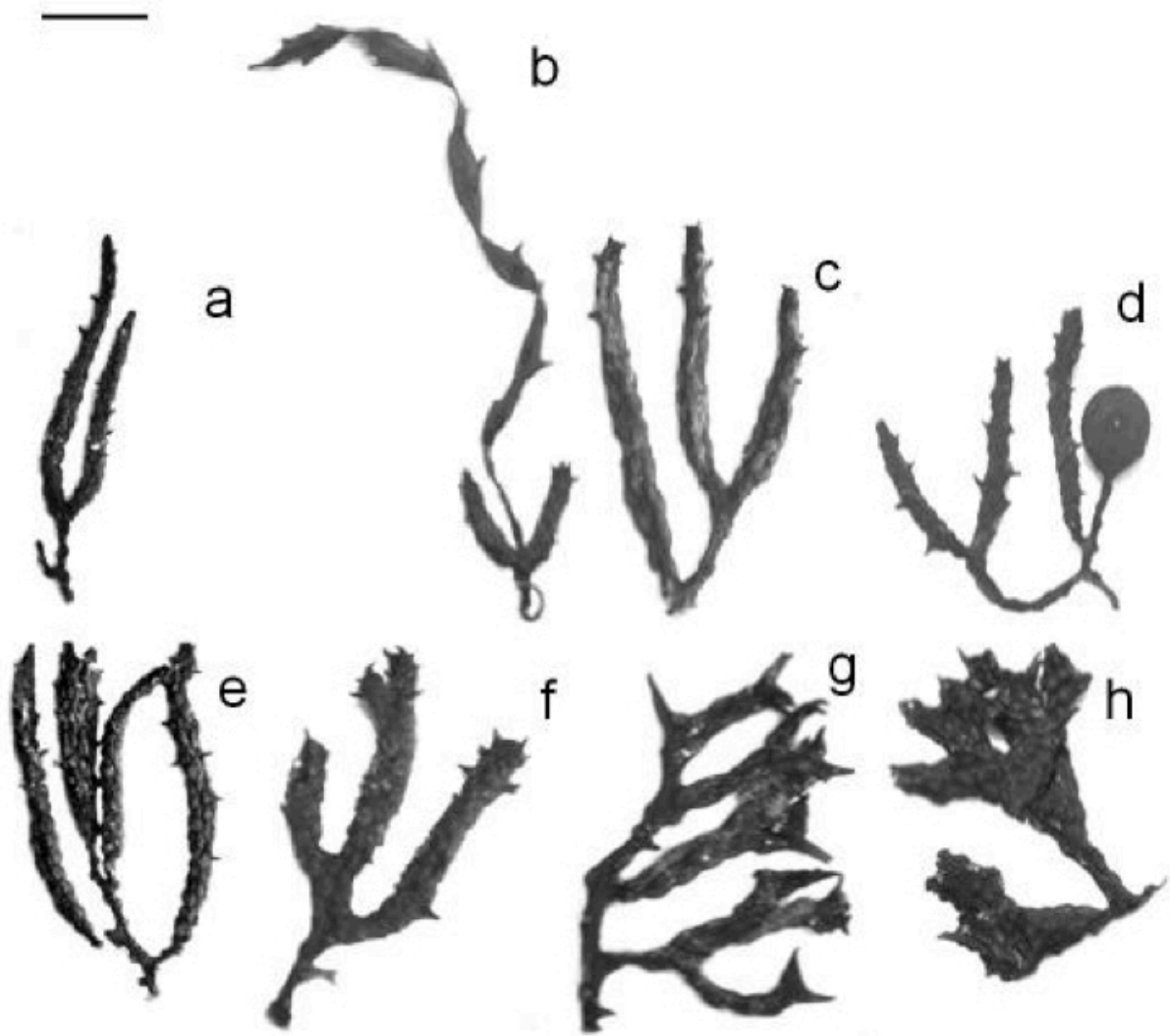


Figura 4.- Variabilidad morfológica de los receptáculos. a) lineal en los primeros meses, b) igual que el anterior pero asociado a un filoide, c) lineal con un incremento en la ramificación a la mitad del año, d) igual que el anterior pero asociado aun aerocisto, e) receptáculo con cuatro ramas, f) receptáculo semirramoso y g) y h) ejemplos de receptáculos ramosos hacia el final de la temporada de reproducción. Escala de la barra 1 mm.

Discusión

Los trabajos que hasta el momento han abordado la variabilidad intrapoblacional 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 (Ajisaka 1992 *In: Abbot 1992*, Chiang *et al.* 1992, Kilar *et al.* 1992a, Kilar *et al.* 1992b *In: Abbot 1992*). En este trabajo no se encontraron datos con distribución normal ni homocedásticos, por lo que no se cálculo el CV de las estructuras con datos merísticos (filoides y aerocistos), lo que impide comparar nuestros resultados con los trabajos de otros autores.

Se buscaron otros descriptores como los rangos que trabaja la prueba de Kruskal-Wallis para los datos merísticos. Además de considerar aspectos como la medición de aerocistos y densidad de ramas, que no se habían tomado en los trabajos anteriores (Ajisaka 1992 *In: Abbot 1992*, Chiang *et al.* 1992, Kilar *et al.* 1992a *In: Abbot 1992*, Kilar *et al.* 1992b *In: Abbot 1992*). Se obtuvieron datos discretos aplicando un método gráfico para las frecuencias expresadas en proporción para cada uno. En este trabajo se proceso un tamaño de muestra mayor (100 a 6,000) con respecto a los trabajos arriba mencionados (menos de 100 en promedio). Nuestros resultados sugieren que cuando se incrementa el número de ejemplares se incrementa la variabilidad, lo que se traduce estadísticamente en datos con distribución no normal y en la nula posibilidad de determinar morfotipos, pero se incrementa la veracidad, porque refleja más la realidad de la variación intrapoblacional.

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 *In: Abbot 1988*), lo cual se corroboró en el presente trabajo (Tabla I, II, III). Los filoides tienen una importancia fisiológica (Lobban & Harrison 1997) que está relacionada con la anatomía y fisiología de esta estructura. Estos organismos tienen una tasa fotosintética diferencial y los filoides son los 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 sometido 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 genética del talo, por la constancia que presenta espacio-temporalmente (Fig. 1). Esto sugiere que el número de ramas es independiente del estado del desarrollo en el que se encuentra el talo. Es probable que esta variación este relacionada con los cambios temporales en los factores ambientales. Esta idea también esta fundamentada en el hecho de que no se observó una distribución homogénea de los datos a lo largo del tiempo. Sin embargo, estos resultados no se pueden contrastar con otros trabajos por falta de información similar a la que aquí se presenta.

De acuerdo a los datos la relación L/A de los aerocistos sugiere que es una estructura constante (esféricos) y que crecen de manera simultanea. Los aerocistos muestran diferencias significativas a nivel de cuadrante y podría ser utilizado para estudios de especies. Con base en nuestros resultados se pueden distinguir seis morfologías en función 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 misma 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 & Trono 1987, Kilar *et al.* 1992a *In: Abbot 1992*, Kilar *et al.* 1992b *In: Abbot 1992*, Nizamuddin *et al.* 1993). La propuesta trabajada en el presente estudio representa una forma alternativa a los índices tradicionalmente utilizados como el coeficiente de variación (CV).

Agradecimientos

LPC y GAS agradecen al CONACYT por la

beca doctoral para el desarrollo de su programa. GHC agradece el apoyo del programa PIFI del CICIMAR-IPN y RRR agradece el apoyo de programa History of Marine Life del Censo de la Vida Marina (www.coml.org).

Referencias

- Ajisaka, T. 1992. Notes on two "Look-alike" species between East and West: *Sargassum polyporum* Montagne from Ryukyu Islys in Japan and *Sargassum polyce-ratium* Montagne from the Caribbean Sea. Pp: 133-138. In: Abbot, I. A. ed. 1992 Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. vol.3. La Jolla, California.
- Andrade-Sorcía, G., R. Riosmena-Rodríguez & L. Paul-Chavez. 2010. Variabilidad morfológica y morfo-métrica en *Sargassum lapazeanum* (Sargassaceae: Phaeophyta) en el Suroeste del Golfo de California. *Insula* 37: 67-80. DOI: 10.5007/2178-4574.2008v37p67
- Andrade-Scorcía, G. & R. Riosmena-Rodríguez. 2011. Vegetative and reproductive anatomy of *Sargassum lapazeanum* (Fuciales: Sargassaceae) in the south-western Gulf of California, México. *Algae* 26(4):327-331. DOI : 10.4490/algae.2011.26.4.327
- Ang, P.O. 1985. Studies on the recruitment of *Sargassum* ssp. (Fuciales: Phaeophyta) in Balibago, Calatagan, Philippines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 91(3): 293-301. DOI: 10.1016/0022-0981(85)90183-2
- Ang, P. O & G.C. Trono Jr. 1987. The genus *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae) from Balibago, Calatagan Philippines. *Botánica Marina* 30 (5): 387-397. DOI: 10.1515/botm.1987.30.5.387
- Chiang, Y.M., T. Yoshida, T.Ajisaka, G.Trono, Jr., C.K. Tseng & B. Lu. 1992. Distribution and variation in *Sargassum polycystum* C.A. Agardh (Fuciales, Phaeophyta). Pp: 35-42. In: Abbot, I. A. ed. 1992 Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. vol.3. La Jolla, California.
- Critchley, A.T. 1983a. Experimental observation on variability of leaf y air vesicle shape of *Sargassum muticum*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 63 (4): 825-831. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315400071241>
- Critchley, A.T. 1983b. The establishment y increase of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt population within the Solent area of southern Britain. vol.2. An investigation of increased canopy cover of the alga at low water. *Botanica Marina* 26 (12):547-552. DOI: 10.1515/botm.1983.26.12.547
- Kilar, A.J., D.M. Hanisak & T. Yoshida. 1992a. On the expression of the Phenotypic variability: Why is *Sargassum* so Taxonomically difficult?. Pp: 95-119. In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. vol.3. La Jolla, California.
- Kilar, A.J., T., Ajisaka, T. Yoshida & D.M. Hanisak. 1992b. A comparative study of *Sargassum polyporum* from Ryukyu Islys (Japan) and *S. polyce-ratium* from the Florida Keys (United States). 1992b. Pp:119-132 In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. vol. 3. La Jolla, California.
- Lee, K.I., & A.S. Yoo. 1992. Korean species of *Sargassum* subgenus *Batrophycus* J. Agardh (Sargassaceae, Fuciales). Pp:139-148 In: Abbot, I.A. ed. Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Western Atlantic species. California Sea Grant. vol. 3. La Jolla, California.
- Lobban, S.C. & J.P. Harrison. 1997. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press. USA. 366 pp.
- Magruder, W.H. 1988. *Sargassum* (Phaeophyta, Fuciales, Sargassaceae) in the Hawaiian Islys. Pp: 65-87. In: Abbot, I., ed. 1992 Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species, vol.2. California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla, California.
- Nizamuddin, M., S.Hiscock, L.Barratt & R.F.G. Ormond 1993. The occurrence and morphology of *Sargassopsis* gen. nov. (Phaeophyta, Fuciales) in Southern Oman. *Botanica Marina* 36 (2): 109-121. DOI: 10.1515/botm.1993.36.2.109
- Norris J.N. 2010. Marine algae of the northern Gulf of California : Chlorophyta and Phaeophyceae. *Smithsonian Contributions to Botany* No. 94, 276 pp.
- Norton, T.A. 1981. Gamete expulsion and release in *Sargassum muticum*. *Botanica Marina* 24 (8): 465-470. DOI: 10.1515/botm.1981.24.8.465
- Reviere, B. 2002. Biologie et phylogénie des algues. Tome 1. Belin. Paris. 352 pp.
- Yoshida, T. 1988. Japanese and Taiwanese species of *Sargassum* with keys to the species. Pp: 5- 22. In: Abbot, I., ed. 1988 Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species, vol.2. California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla, California.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall. E.U.A. 662pp.

Recibido: 23 de diciembre de 2011

Aceptado: 05 de abril de 2016