

## Componentes químicos y biomasa de *Ulva fasciata* (Chlorophyta) en la costa Norte de la Ciudad de La Habana, Cuba

## Chemical components and biomass of *Ulva fasciata* (Chlorophyta) in North coast of Havana City, Cuba

Mercedes Cano Mallo<sup>1</sup>, Jhoana Díaz Larrea<sup>3</sup>,  
Olga Valdés-Iglesias<sup>2</sup> e Isabel Bustio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Biología Marina, Instituto de Oceanología, CITMA 1ra Ave. # 18406, CP 12100, C. de La Habana, Cuba. e-mails: vfajer@fisica.uh.cu ; ecomar@oceanio.inf.cu

<sup>2</sup>Centro de Bioproductos Marinos, CITMA, Loma y 37, N. Vedado, C. de La Habana, CP. 10600,

<sup>3</sup>Dpto. de Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa, DF. México

---

Cano-Mallo, M., J. Díaz-Larrea, O. Valdés-Iglesias e I. Bustio. 2007. Componentes químicos y biomasa de *Ulva fasciata* (Chlorophyta) en la costa Norte de la Ciudad de La Habana, Cuba. *Hidrobiológica* 17(1): 41-51.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el porcentaje de los componentes químicos (proteínas, carbohidratos, fibra, lípidos, cenizas y la relación proteína:carbohidratos) y la biomasa de *Ulva fasciata* Delile (Chlorophyta), en un sector de la costa Norte de la Ciudad de La Habana entre los ríos Quibú y Jaimanitas. Se evaluó la variación espacial y temporal de los componentes entre mayo de 1998 y julio de 1999 y la biomasa entre febrero de 1999 y enero del 2001. Se escogieron para realizar los muestreos tres zonas con características distintas en cuanto a la protección al oleaje y el aporte de nutrientes procedentes de ambos ríos, dos de ellas cercanas a la desembocadura de estos ríos y otra zona intermedia. Los resultados obtenidos confirmaron los cambios en los componentes y la biomasa de *Ulva fasciata* en diferentes zonas y meses del año. En general, las zonas cercanas a estos ríos acumulan más biomasa y mayor concentración de compuestos que en la zona mas alejada. Los componentes químicos oscilaron: Río Quibú: proteínas: 7.81-16.64 %, carbohidratos: 7.76-13.16 %, fibra: 0.46-5.05 % y cenizas 18.02-34.29 %. Río Jaimanitas: proteínas: 10.08-15.85 %, carbohidratos: 10.64-13.31 %, fibra: 0.75-8.87 % y cenizas 20.35-63.29 %; y la Zona Central: proteínas: 3.80-11.80 %; carbohidratos: 11.41-16.07 %, fibra: 0.39-4.50 % y cenizas: 25.59-33.12%. Cerca del río Quibú, la biomasa osciló entre 5.86 g.m<sup>-2</sup> y 707.2 g.m<sup>-2</sup>; cerca del río Jaimanitas entre 0 g.m<sup>-2</sup>- 454.02 g.m<sup>-2</sup> y la zona central entre 0 g.m<sup>-2</sup> y 266.56 g.m<sup>-2</sup>. Se acumuló mayor biomasa en marzo (53.44-707.20 g.m<sup>2</sup>) y septiembre fue el mes de menor cuantificación (0-19.73 g.m<sup>2</sup>).

**Palabras claves:** *Ulva fasciata*, biomasa, componentes químicos, Ulvaceae, Chlorophyta, Cuba.

### ABSTRACT

The objective of this paper was to determine majority chemical components (protein, carbohydrates, fiber, lipids, ash and protein:carbohydrate relation) and the biomass of *Ulva fasciata* Delile (Chlorophyta), in the coastal sector located between Quibú and Jaimanitas rivers in the north coast of Havana City. In this study was evaluated the seasonal and space variation of the components between May 1998 and July 1999 and the biomass was evaluated

between february/1999 and january/2001. Three places were chosen for the experiments: two of them near the rivers mouth and the other in the central zone between the two rivers, where the influence was diminished. The results confirmed that *Ulva fasciata* changes its components and biomass in the different zones and months of the year. The results showed that in general the places near at the rivers mouth have more biomass and larger concentration of components than the places far from it. The majority chemical components oscillated: Quibú river: proteins: 7.81-16.64 %, carbohydrates: 7.76-13.16 %, fiber: 0.46-5.05 % and ash 18.02-34.29 %. Jaimanitas river: proteins: 10.08-15.85 %, carbohydrates: 10.64-13.31 %, fiber: 0.75-8.87 % and ash 20.35-63.29 %; and central zone: proteins: 3.80-11.80 %; carbohydrates: 11.41-16.07 %, fiber: 0.39-4.50 % and ash: 25.59-33.12 %. Near Quibú river the biomass oscillated between 5.86 g.m-2 y 707.2 g.m-2; near Jaimanitas river between 0 g.m-2 - 454.02 g.m-2 and central zone : 0 g.m-2 y 266.56 g.m-2. The month of largest biomass quantity was March (53.44-707.20 g.m-2) and the one of least biomass quantity was September (0-19.73 g.m2).

**Key Words:** *Ulva fasciata*, biomass, chemical components, Ulvaceae, Chlorophyta, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas algunos países han realizado estudios sobre el desarrollo y crecimiento rápido de las macroalgas verdes (Kamermans & Nienhuis, 1995; Schramm & Nienhuis, 1996); sin embargo, son escasas las investigaciones para entender los complejos mecanismos que ocurren durante las llamadas "mareas verdes". El fenómeno de producirse grandes cantidades de biomasa de algas y que se acumulen en determinados lugares se asocia a los procesos de eutrofización en las aguas costeras, situación que día a día se incrementa a escala mundial por causas naturales y antropogénicas (Schramm & Nienhuis, 1996).

La ficoflora en estos ambientes está formada principalmente por representantes de los géneros *Ulva* Linnaeus, *Cladophora* Kützing y *Gracilaria* Greville. Las especies de estos géneros poseen un número común de características fisiológicas que les permiten tolerar bajas salinidades y cambios en la temperatura e intensidad de luz, siendo además capaces de adaptarse a diferentes tipos de estrés como la contaminación por metales pesados y orgánica, manteniendo su estabilidad bioquímica aún en condiciones desfavorables (Morand & Briand, 1996).

Las algas contienen macro y micronutrientes, lo que hace posible su aprovechamiento por el hombre como fuente de alimento animal y humano, bioactivos, fertilizantes y abono (Chapman, 1980; De Lara-Isassi & Álvarez-Hernández, 1994).

Algunos de los componentes pueden variar según la época del año y los diferentes factores ambientales (Westermeier *et al.*, 1987). De tal forma, la concentración de proteínas y de carbohidratos en el talo se modifica estacionalmente, dependiendo de la disponibilidad de nitrógeno en el medio (Bird *et al.*, 1981).

En Cuba no existe tradición de consumo de macroalgas marinas (Cano *et al.*, 2005), pero se realizan intentos para el aprovechamiento de estos recursos algológicos. Se han hecho

estimaciones de la biomasa y la composición química de *Ulva*, procedente de las arribazones en un sector de la costa oeste de la Ciudad de La Habana, en la zona aledaña al río Quibú, obteniendo resultados muy alentadores referentes a la abundancia y los componentes químicos Díaz-Piferrer & López (1959). En este trabajo se estudiaron algunos aspectos biológicos y bioquímicos como la biomasa en pie y el porcentaje de los componentes químicos de *Ulva fasciata* Delile como parte de un estudio integral realizado en el período de 1998 y 2001.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** La investigación se realizó en la costa Norte de la Ciudad de La Habana, Cuba entre el río Quibú (82°27'54" LW y 23°53'04" LN) y el río Jaimanitas (82°29'25" LW y 23°05'34" LN), lugar donde se asienta un banco natural de *Ulva fasciata* y en el cual se viene realizando la evaluación integral de este recurso (fig. 1). Se escogieron para realizar los muestreos tres zonas anteriormente evaluadas, desde el punto de vista de la distribución, la cobertura y la concentración de pigmentos en *U. fasciata*, que tienen como características distintivas la protección al oleaje y el aporte de nutrientes (Cano *et al.*, 2005). Dos de ellas, se ubicaron en lugares muy cercanos a las desembocaduras de los ríos y una zona central entre ambos ríos, donde el aporte de nutrientes es menor y la exposición al oleaje es mayor por las características del área.

La determinación y descripción de las poblaciones de *Ulva fasciata* se hizo consultando los trabajos de Taylor (1960), Littler & Littler (2000) así como los ajustes nomenclaturales de acuerdo con Wynne (2005) y Hayden *et al.* (2003).

**Porcentaje de los componentes químicos.** Los ocho muestreos se efectuaron entre mayo de 1998 y julio de 1999 con una frecuencia bimensual. En cada uno de ellos se recolectaron al azar

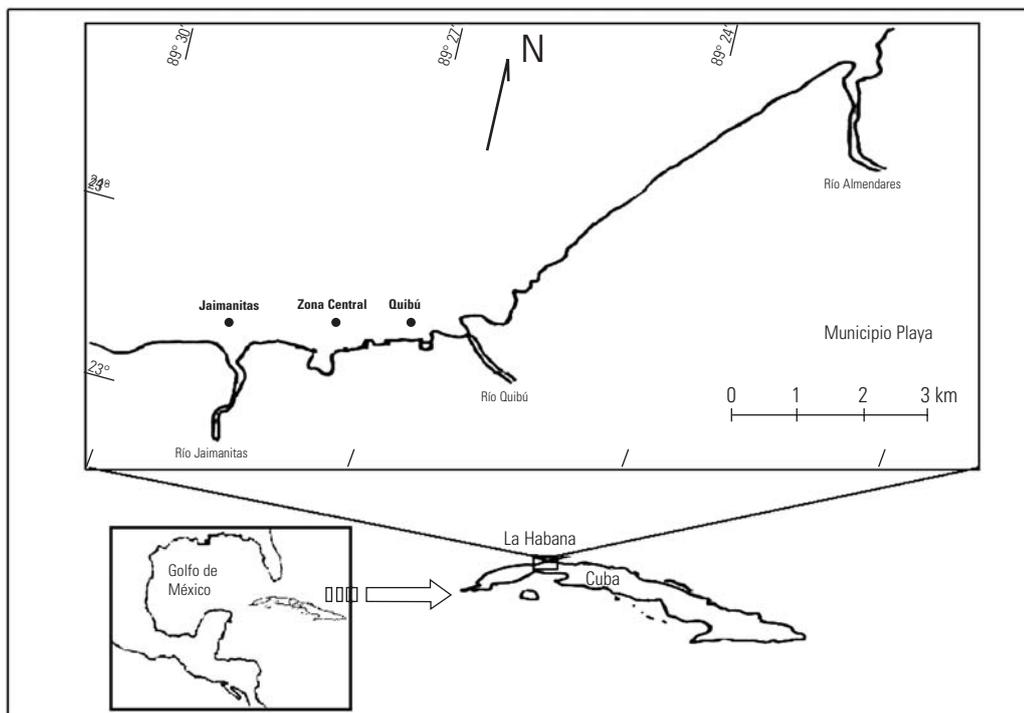


Figura 1 Área de estudio y zonas de muestreo (•).

varios ejemplares completos (500 g aproximadamente) en las tres zonas (a 1 m de profundidad): cerca de ambos ríos y en la zona central. Una vez que las algas se lavaron, escurrieron y pesaron, se secaron (a 60° C en estufa con aireación), se molieron y tamizaron hasta un tamaño de partícula semejante. Se determinó el peso húmedo (g) y el peso seco (g) de las muestras en una balanza técnica (precisión  $\pm 0.01$  g) Sartorius y se estimó el porcentaje de proteínas (%), carbohidratos (%), fibra total (%), lípidos (%) y cenizas (%) y se calculó la relación proteína:carbohidrato. Los análisis de estos componentes se efectuaron a igual número de réplicas (2).

Los métodos empleados fueron: proteínas totales por el método de semi-micro Kjeldhal, según AOAC (1990); carbohidratos solubles según el método del fenol sulfúrico (Dubois *et al.*, 1956); relación proteína:carbohidratos según Bird *et al.* (1981); fibra total por el método de Cragie & Leigh (1978). Los lípidos se extrajeron con una mezcla de solventes cloroformo: metanol, según Bligh & Dyer (1959). Cenizas totales por incineración en mufla a 550° C según Hellebust & Cragie (1978). Este análisis conlleva una digestión ácida, seguida de una alcalina y la posterior incineración de los residuos.

Los datos obtenidos en diferentes zonas y meses se compararon estadísticamente para conocer las variaciones espacio-temporal de estos componentes, se usó el programa STATISTICA VERSION 4.2. Se aplicó un análisis de varianza para cada indica-

tor (Spiegel, 1977) y en caso de existir diferencias se usó la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la comparación múltiple de las medias y la prueba T-Student (para comparar dos medias), en todos los casos se trabajó con un 95 % de confianza.

**Biomasa.** Para las estimaciones de la biomasa seca en pie por unidad de área ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), se llevaron a cabo doce muestreos bimensuales entre febrero de 1999 y enero del 2001. Los lugares de colecta, coincidieron con los seleccionados para las determinaciones de los componentes químicos en las tres zonas. En este caso se ubicaron transectos paralelos a la costa y se recolectó el material contenido en unidades muestrales cuadrangulares de 0.625  $\text{m}^2$  colocadas al azar. El diseño del muestreo se realizó atendiendo a las características de cada lugar, de forma tal de lograr una representatividad de la población. Cerca del río Quibú, se ubicaron tres transectos y en cada uno de ellos se tomaron tres unidades separadas entre sí 50 m: el primero se situó en la zona más baja (0.25 m de profundidad) y separado de la costa unos 20 m. El resto de las muestras se colectaron de forma similar en otras dos profundidades, una intermedia a 0.75 m y otra a 1.2 m, a una distancia de la costa de 40 m y 60 m respectivamente.

En la zona aledaña al río Jaimanitas se evaluaron tres sitios: el primero, en una zona protegida del oleaje a 20 m de distancia del borde costero ocupado por un caserío que vierte aguas residentes; el segundo, en la proximidad de un cayuelo

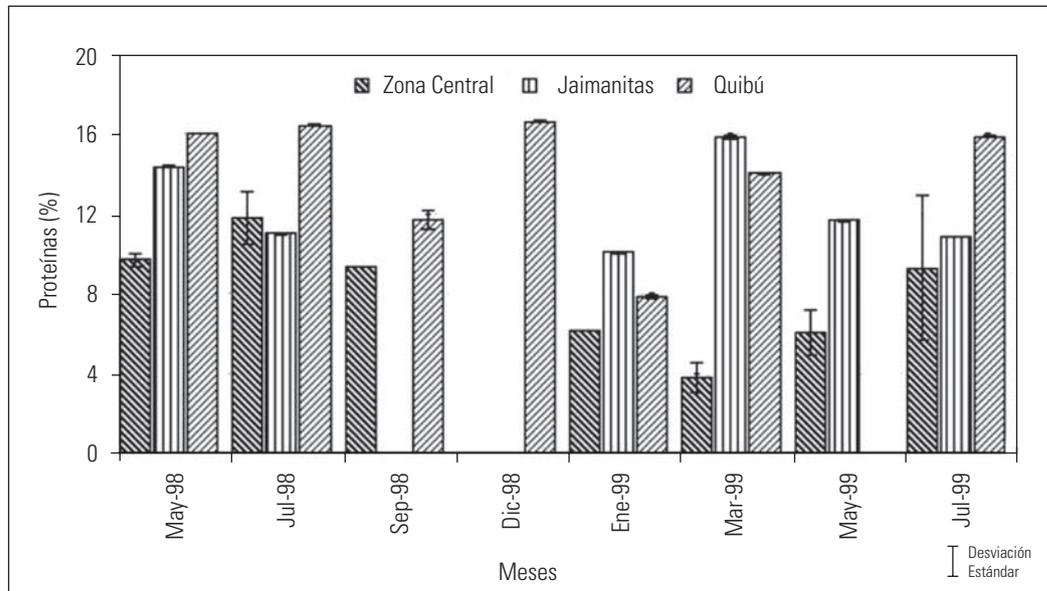


Figura 2. Contenido de proteínas (%) en *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año en la zona aledaña al río Quibú, zona central y río Jaimanitas.

bordeado por un canalizo que comunica la ensenada del río con el mar abierto y el tercero, se dispuso entre ese cayuelo y otro emplazado 100 m hacia afuera de la ensenada. En todos los casos se escogió una zona baja (0.50 m - 1 m de profundidad) y se tomaron cinco unidades en cada sitio.

En la zona central se seleccionaron diez unidades a 1 m de profundidad: cinco en Playa Francesita y cinco frente al Club Habana. Después de efectuada la colecta, el material se colocó en bolsas de nylon y se trasladó al laboratorio, se secó en estufa a 60°C hasta peso constante. A partir de estos datos se estimó la biomasa seca en pie por unidad de área ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Para el análisis estadístico de los datos se empleó el programa STADISTICA VERSION 4.2. Se usó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis y se aplicó la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la comparación múltiple de las medias y determinar si existe diferencias significativas entre los meses y entre los lugares. En todos los casos se trabajó con un 95 % de confianza.

## RESULTADOS

**Componentes químicos mayoritarios.** En general existieron diferencias en la concentración porcentual de proteína, fibra total y cenizas en el talo de *Ulva fasciata* Delile entre las tres zonas evaluadas ( $p < 0.05$ ). En la figura 2 se aprecian los resultados del comportamiento de las proteínas totales. Esta variable mostró los valores más altos en talos colectados cerca de la desembo-

cadura de ambos ríos. Los reportes hallados en la zona aledaña al Quibú, difirieron de las restantes zonas ( $p < 0.05$ ); la cuantía mínima que se obtuvo en la concentración protéica en este lugar fue de 6.13 % y la menor se halló en la zona central (3.80 %).

El nivel de carbohidratos no varió significativamente en el tiempo ( $p > 0.05$ ) (figura 3), sólo se registró un mínimo de 7.77 % en el Quibú en mayo de 1998 y un máximo en la zona central en julio de ambos años. Como consecuencia de lo anterior, la relación proteína: carbohidrato obtuvo su máximo (2.06) cerca de este río en la misma fecha. El aumento de las proteínas en ese mes y la disminución del nivel de carbohidratos concordaron con la época de lluvia y fue por esto que en las restantes zonas, coincidió el mes de mayo con el valor más alto de esta relación (Jaimanitas: 1.08; zona central: 0.78), mostrando diferencias entre sí ( $p < 0.05$ ).

El porcentaje de fibra cruda (figura 4), tuvo diferencias significativas entre los meses ( $p < 0.05$ ) en el río Quibú, con máximos en mayo de 1998 y mayo de 1999. En la zona aledaña a Jaimanitas, esta variable alcanzó la media mas alta en julio de 1998, mientras que la mínima (0.40 %) se registró en la zona central.

El nivel de lípidos (figura 5), no tuvo diferencia significativa entre los meses ( $p > 0.05$ ) en la zona central, con excepción de los muestreos de julio de ambos años, que manifestaron un comportamiento desigual entre las tres zonas ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, cerca del río Quibú sólo se detectaron diferencias con las restantes zonas ( $p < 0.05$ ) en julio de 1999. En este lugar, se apreció diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en marzo y julio de 1999 y no significativa entre sí ( $p > 0.05$ ).

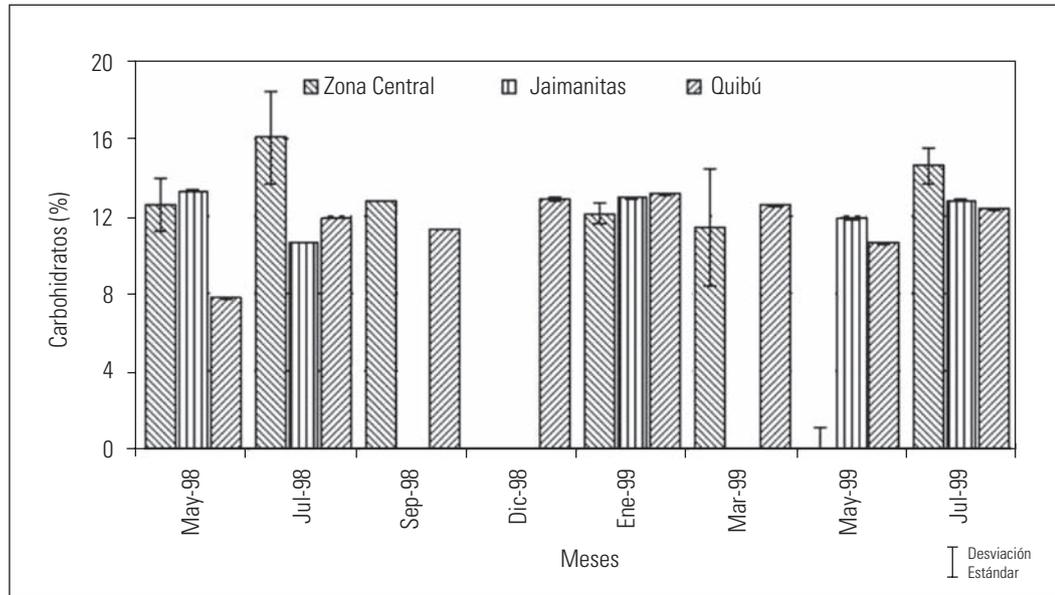


Figura 3. Contenido de carbohidratos (%) en *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año en la zona aledaña al río Quibú, zona central y río Jaimanitas.

Las algas recolectadas cerca del río Jaimanitas, variaron significativamente el nivel lipídico en mayo de 1998 y enero de 1999. Con respecto a las zonas de estudio existieron diferencias ( $p < 0.05$ ) puntuales en el porcentaje de lípidos en ejemplares recolectados en cerca del Quibú y la zona central.

El contenido de cenizas en los talos (figura 6) expresó su cuantía máxima cerca del río Jaimanitas. Este componente fue

bastante estable en todos los meses en la zona aledaña al Quibú; excepto en marzo de 1999, donde ocurrió una disminución brusca de este contenido. Los niveles de cenizas más bajos se hallaron en la zona central.

La relación peso húmedo:peso seco en los talos de *Ulva fasciata* se puede observar en la Tabla 1. El mayor valor se obtuvo en la zona central ( $18.97 \pm 4.75$ ), seguido de las muestras

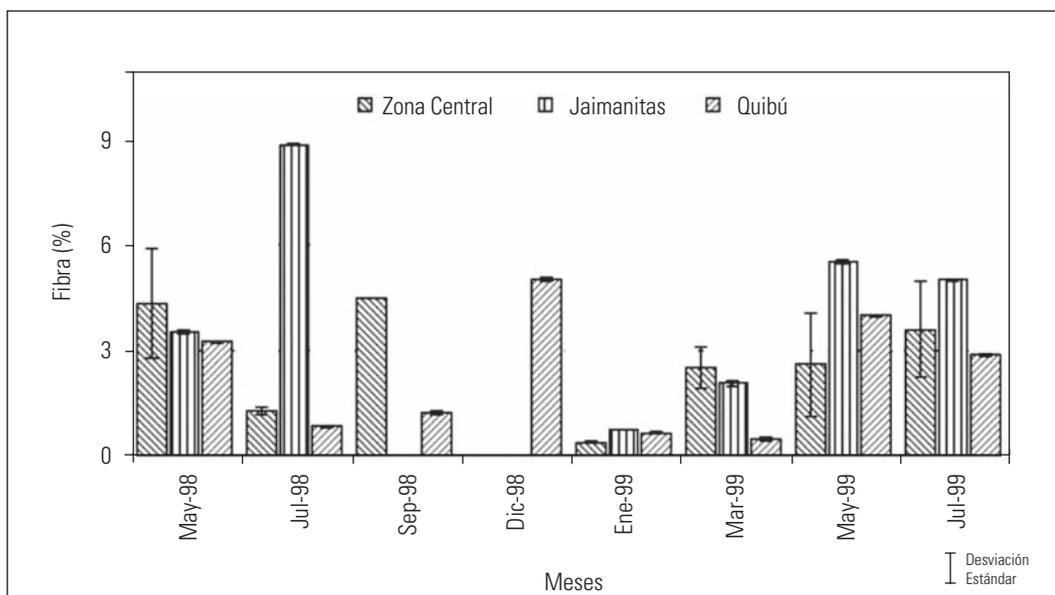


Figura 4. Contenido de fibra (%) en *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año en la zona aledaña al río Quibú, zona central y río Jaimanitas.

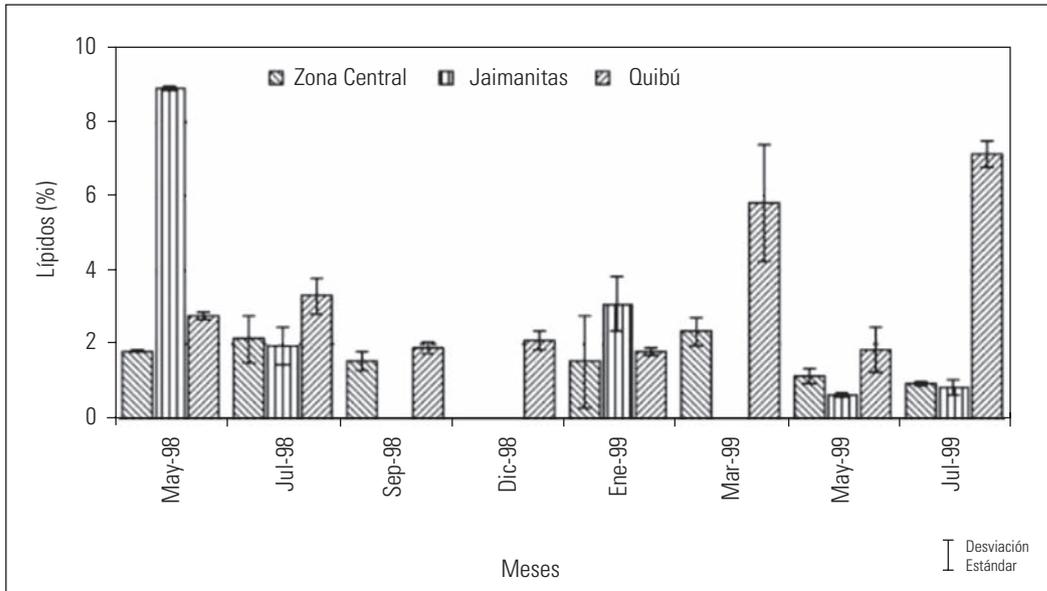


Figura 5. Contenido de lípidos (%) en *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año en la zona aledaña al río Quibú, zona central y río Jaimanitas.

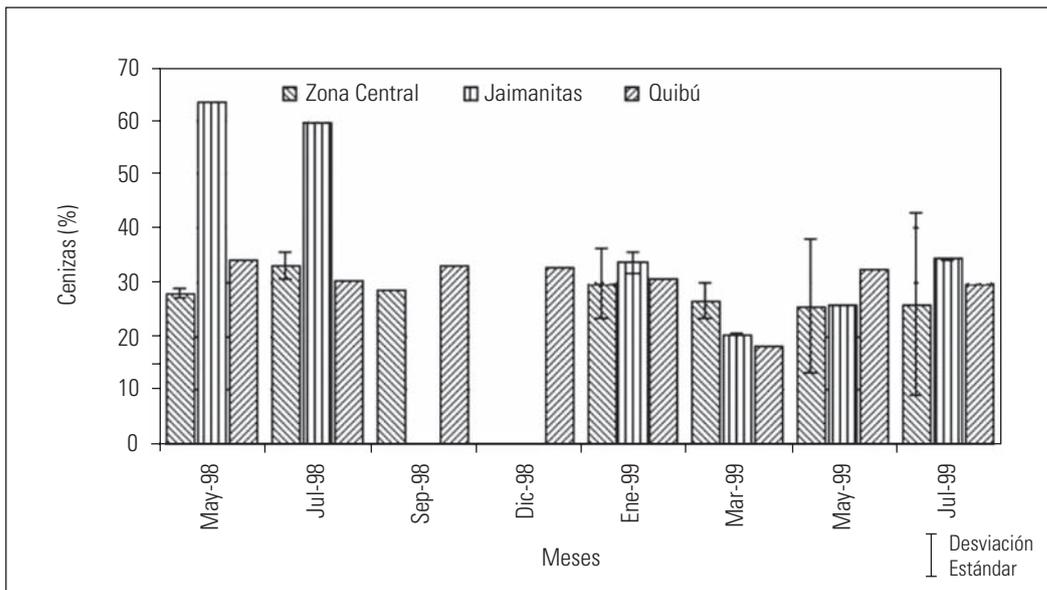


Figura 6. Contenido de cenizas (%) en *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año en la zona aledaña al río Quibú, zona central y río Jaimanitas.

colectadas cerca del río Jaimanitas ( $15.48 \pm 4.39$ ) y el río Quibú ( $14.23 \pm 6.78$ ).

Las diferencias encontradas indicaron que el cálculo del porcentaje de los componentes químicos estimados se hiciera en base seca.

**Biomasa.** La especie *Ulva fasciata*, estuvo bien representada en toda la zona de estudio, concentrándose la mayor cantidad de biomasa en pie cerca de la desembocadura de los ríos. Al analizar las variaciones que experimentó esta variable, se observó

diferencia significativa en la mayoría de los meses contrastados y entre las localidades ( $p < 0.05$ ).

En general, en la zona más somera aledaña al río Quibú (figura 7), se reportaron considerables cantidades de biomasa en comparación con la zona más profunda. En las cercanías del río Jaimanitas (figura 8), el banco de *U. fasciata* también incrementó su biomasa en este mismo mes y los registros mas elevados se hallaron cerca del caserío en enero del 2000. En julio, septiembre y noviembre de 1999, se cuantificó poca o nula biomasa algal.

Tabla 1 Relación peso seco:peso húmedo en los talos de *Ulva fasciata* en los diferentes lugares evaluados.

	Quibú	Jaimanitas	Zona Central
Media	14.23	15.48	18.97
DS	6.78	4.39	4.75
n	24	28	10

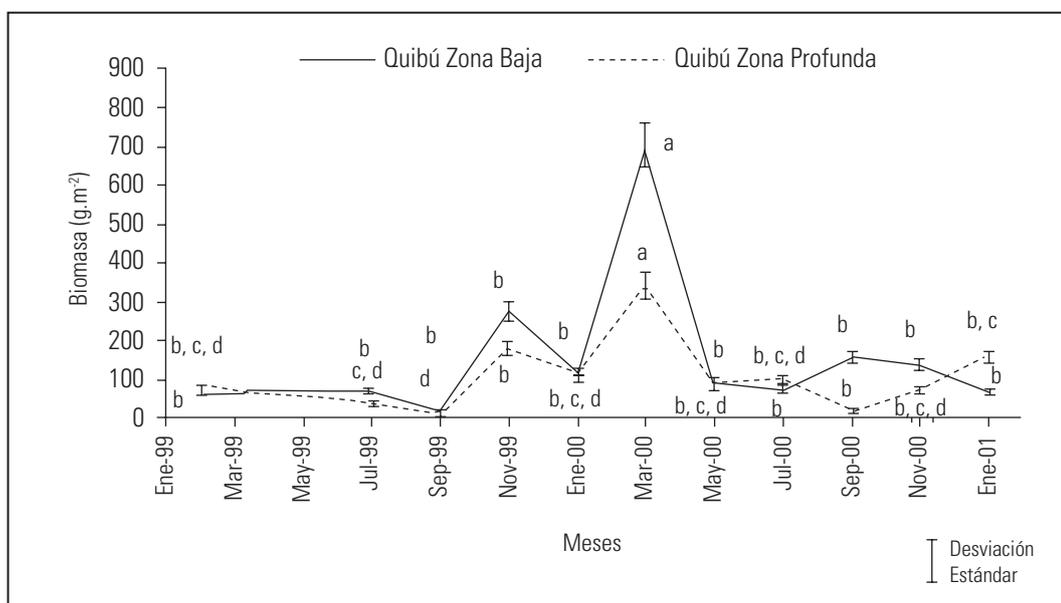
En la Zona Central además de marzo se reportaron altas densidades en febrero 1999 y mayo del 2000 (figura 9). No se observaron ejemplares en todas las localidades (0 g.m<sup>-2</sup>) en septiembre y noviembre de 1999, con excepción de la zona cercana al río Quibú, donde el valor alcanzado fue muy bajo (19.73 g.m<sup>-2</sup>). En general se constató que en marzo se cuantificó la mayor cantidad de biomasa seca (53.44-707.20 g.m<sup>-2</sup>) para toda el área.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio corroboraron lo planteado por diferentes autores en cuanto a la permanencia del banco natural de *Ulva fasciata* en toda el área, así como la variación espacial y temporal de la comunidad algal (Díaz Piferrer y López, 1959; Cano, 1996; Cano y Hernández, 1997; Gómez, 1998; Cano *et al.*, 2005). La información obtenida permitió actualizar los datos sobre la abundancia de este recurso y su composición química centesimal en la zona aledaña al río Quibú, coincidiendo estos resultados con el reporte de las arribazones de *Ulva* en meses similares del año, los niveles de proteína y otros componentes presentes en el talo (Díaz Piferrer & López, 1959).

Un crecimiento excesivo de algas verdes fue reportado por Sfriso & Pavoni, (1994) en el lago de Venice, Italia, donde dichos autores estimaron que más de 2 kg peso seco.m<sup>-2</sup> de biomasa arribó a las costas y en mayor o similar cuantía estas algas crecieron fijadas al sustrato en otras latitudes (Viaroli *et al.*, 1993; Malta *et al.*, 1995). La fluctuación que tiene la biomasa de *Ulva* que arriba a las costas se ha comprobado en diferentes partes del mundo (Riccardi y Solidoro, 1996). En particular en *Ulva curvata* y *Ulva rotundata* se ha verificado que a veces estas variaciones ocurren en lugares muy cercanos y en diferentes épocas del año, tal es el caso de evaluaciones realizadas en distintos sitios en el estuario del río Palmones, España, (Hernández *et al.*, 1997). Esto también fue probado en *U. lactuca* y *Ulva spp.* en el Golfo de California, México, (Pacheco-Ruiz *et al.*, 2002; Águila-Ramírez, *et al.*, 2005) y en *U. fasciata* referida en este trabajo. En este estudio la biomasa mostró una clara diferenciación estacional, coincidiendo las mayores acumulaciones de algas en las zonas cercanas a los ríos, con alto porcentaje de cobertura, largo máximo de las frondas y elevado contenido de clorofila a y b en los talos (Cano *et al.*, 2005).

La declinación de las poblaciones de *Ulva* en el verano, es un hecho generalizado, algunos autores atribuyen este declive al estrés provocado por las altas temperaturas y exceso de iluminación durante períodos prolongados (Sfriso & Pavoni, 1994; Kamermans & Nienhuis, 1995; Rivers & Peckol 1995, Hernández *et al.*, 1997). Otros factores que influyen en el control de la abundancia, es el herbivorismo y la desintegración de los talos por la liberación de zoosporas y gametos (Ramos & Venable 1987; Rivers & Peckol 1995). Se ha comprobado en especies de este

Figura 7. Biomasa de *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año. Quibú: zona baja y Quibú: zona profunda. Resultados de la prueba SNK.

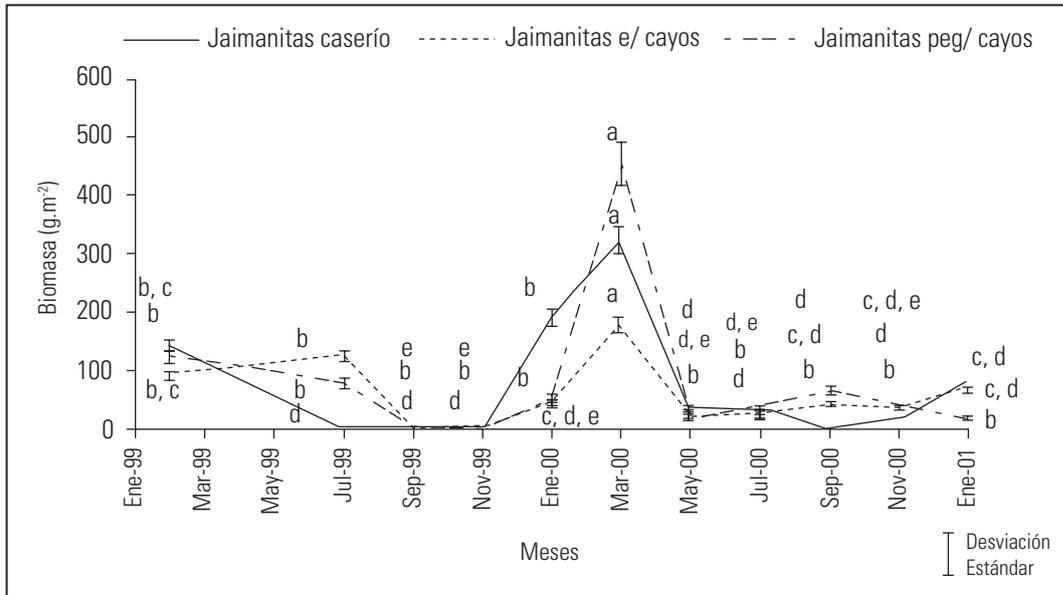


Figura 8. Biomasa de *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año. Jaimanitas: Caserío, Jaimanitas: entre cayos y Jaimanitas: pegado al cayo. Resultados de la prueba SNK.

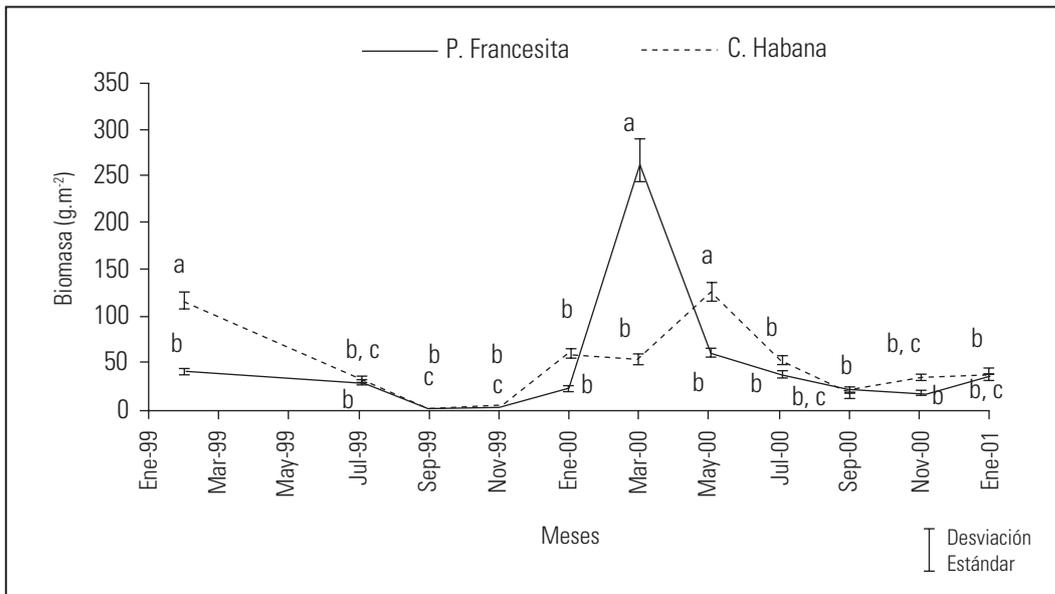


Figura 9. Biomasa de *Ulva fasciata* en los diferentes meses del año. Zona central (Playa Francesita y Club Habana). Resultados de la prueba SNK.

género que la esporulación está inducida por cambios físico químicos abruptos en el alga (Nilsen & Nordby, 1995).

La disponibilidad de sustrato duro también influye sobre la abundancia del recurso, afirmación corroborada también por Cano *et al.* (2005) al obtener una correlación significativa entre este sustrato y la abundancia relativa (porcentaje de cobertura) en esta especie.

Las diferencias que se detectaron en el porcentaje de proteína, fibra cruda y cenizas entre las tres zonas pudieran estar relacionadas con los diferentes niveles de nutrientes disueltos en el agua de mar en cada lugar (Montalvo *et al.*, 1998; Montalvo *et al.*, 2001).

En los tres cuerpos de agua el amonio es la forma predominante de los compuestos de nitrógeno inorgánico, pero no

se encuentran en la misma magnitud. Montalvo *et al.*, (2001) refirieron en su trabajo que el valor máximo de este componente se detectó cerca de la desembocadura de los ríos Quibú (270.08  $\mu\text{mol/L}$ ) y Jaimanitas (202.87  $\mu\text{mol/L}$ ), mientras que en la zona central las concentraciones siempre fueron menores, estimándose en este lugar el mínimo puntual de toda la zona. El contenido de nitratos más nitritos en toda el área varió desde 0.07  $\mu\text{mol/L}$  hasta 53.97  $\mu\text{mol/L}$ , la mayor cantidad de estos compuestos fueron hallados en la época de lluvia en la zonas cercanas a ambos ríos y el máximo puntual se midió en el Quibú. Las concentraciones de fósforo inorgánico fluctuaron entre no detectable (zona central) hasta 14,13  $\mu\text{mol/L}$  (en los lugares de mayor influencia de ambos ríos). Los valores estimados en la zona central no superaron la unidad (Montalvo *et al.*, 1998; Montalvo *et al.*, 2001).

Como consecuencia de lo anterior, el contenido de proteínas en las muestras del Quibú fue comparativamente superior que en las restantes zonas. La mínima concentración (6.13 %) en este lugar se detectó en la época de seca y casi duplicó la menor cifra que se reportó en la zona central (3.80 %), lo cual es un reflejo de que las condiciones en toda la zona de estudio no fueron las mismas.

Los muestreos de los meses de julio de 1998 y 1999, se correspondieron con la época de altas tasas de precipitaciones (más de 350 mm) en la zona noroccidental de Cuba, según el reporte de la Estación Meteorológica de Casablanca en la Ciudad de La Habana, lo que permitió que existieran mayores probabilidades de escurrimiento en esos meses y por tanto que el aumento del aporte de compuestos nitrogenados en forma de amonio fuera mayor.

La relación proteína: carbohidratos, también obtuvo su cuantía más alta (2.06) en mayo de 1998, como consecuencia del aumento del contenido proteico de las algas en el Quibú. En las restantes zonas, concordó que el valor más alto de esta relación fue en el mes de mayo (Jaimanitas: 1.08; zona central: 0.78), aunque se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p < 0.05$ ) por las distintas condiciones ecológicas de cada zona. Estos resultados coincidieron con los hallados por Bird (1984) para *Gracilaria verrucosa*, el cual reportó que el máximo de la relación se correspondió con el pico más alto de nitrógeno inorgánico. Este drástico decremento del nivel de carbohidratos y el aumento de las proteínas en este mes, coincidió con la época de lluvia, donde el aporte de nutrientes en el agua de mar constituye una excelente fuente de proteica.

La estabilidad obtenida en el porcentaje de los carbohidratos durante todo el muestreo fue similar a la hallada por Kaehler y Kennish (1996), sólo un mínimo de 7.77% se registró en el mes de mayo de 1998 en la zona del río Quibú y dos máximos se determinaron en el mes de julio de ambos años en la zona central, coincidiendo con el recibo de pocos nutrientes en el agua de

mar (amonio: 1.22  $\mu\text{mol/L}$  y fosfatos 0.64  $\mu\text{mol/L}$ , según Montalvo *et al.*, 1998) en el mes señalado, lo que favoreció la síntesis y acumulación en la pared celular de compuestos no nitrogenados como los carbohidratos, conocido como el efecto Neish para las algas rojas (Chopin *et al.*, 1990).

El porcentaje de fibra cruda y lípidos también explicó sus diferencias por la variación espacio temporal en los niveles de nutrientes. Lahaye (1995), fundamentó que los cambios en los niveles de fibra insoluble en *U. rigida* están asociados a las etapas de crecimiento de la especie, ya que los ejemplares en época de crecimiento con niveles altos de nitrógeno en el medio, producen nuevas paredes celulares que contienen más polisacáridos en la matriz, pero con menor capacidad de asociación como aparece en los tejidos jóvenes de Rhodophyta y Phaeophyta (Craigie, 1990).

El contenido de cenizas en la zona cercana al Quibú fue similar en todo el tiempo de estudio (media: 32.9 %), concordando con los reportes de Kaehler & Kennish, (1996) y Robledo & Pelegrín (1997) para esta especie. Sólo se halló un valor bajo (18.02 %) en marzo, hecho que coincidió con niveles relativamente altos de nitrógeno total inorgánico (2.5  $\mu\text{M/L}$ ) y fósforo inorgánico (1.8  $\mu\text{M/L}$ ) en el agua de mar (Montalvo *et al.*, 2001). Los valores más altos de este indicador se detectaron en las algas colectadas cerca del río Jaimanitas, lugar favorecido por el proceso de acumulación de minerales en los sedimentos y las algas (Pérez *et al.*, 1996; Mendoza *et al.*, 1996; Mendoza *et al.*, 1999). Estos autores confirmaron que los lugares con mayores acumulaciones son las zonas aledañas al río Jaimanitas y Quibú.

Otros países como México y Polonia al igual que en Cuba, evalúan determinadas áreas costeras para aprovechar las especies del género *Ulva*, obteniendo resultados alentadores con respecto a la abundancia y los componentes químicos de las especies de este género y promueven el uso sostenible de este recurso en su región (Haaron *et al.*, 2000; Carrillo-Domínguez *et al.*, 2002; Águila-Ramírez *et al.*, 2005, Aguilera-Morales *et al.*, 2005)

Numerosos estudios han demostrado (Sawer, 1965; Stefensen, 1976; Duke *et al.*, 1986; Werlinger y Alveal, 1992; Núñez-López, 1996; Jiménez-Escrig y Goñi-Cambrodón, 1999) que el crecimiento, desarrollo y permanencia de las especies y asociaciones algales, así como sus componentes están determinados por la interacción de diversas variables que son el resultado de diferentes influencias tanto biológicas, físicas y químicas que influyen sobre los organismos, en una infinita combinación de estados.

El análisis de resultados muestra que el contenido de fibras, proteínas y carbohidratos en *Ulva fasciata* es considerable, por lo que se recomienda en la preparación de algunas dietas ricas en estos componentes y bajo contenido de lípidos.

Los aspectos biológicos de *U. fasciata* abordados en este estudio, además de contribuir a la ecología de la especie y su relación con las condiciones ambientales, permitió obtener una detallada información sobre la biomasa disponible y la concentración centesimal de los componentes químicos en el talo, información necesaria para el manejo de las poblaciones naturales con vistas a su aprovechamiento futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al financiamiento del PNAP "Aprovechamiento de las Algas Marinas cubanas". Los autores desean agradecer a J. Rendón, C. Díaz, L. M. Hernández por su ayuda en el trabajo de campo y el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

## REFERENCIAS

- ÁGUILA-RAMÍREZ, R. N., M. CASAS-VALDEZ, C. J. HERNÁNDEZ-GUERRERO & A. MARÍN-ÁLVAREZ. 2005. Biomasa de *Ulva* spp. (Chlorophyta) en tres localidades del malecón de la Paz, Baja California del Sur, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40 (1): 55-61.
- AGUILERA-MORALES, M., M. CASAS-VALDEZ, S. CARRILLO-DOMÍNGUEZ, B. GONZÁLEZ & F. PÉREZ-GIL. 2005. Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. As a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis* 18 (1):79-88.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15 Ed. *Association of Official Analytical Chemistry*. Washington, D.C. 1108 p.
- BIRD, K.T., M. D. HANISAK & RYTHER. 1981. Chemical quality and production of agar extracted from *Gracilaria tikvahiae* grown in different nitrogen enrichment conditions. *Botánica Marina* 24: 441-444.
- BIRD, K.T. 1984. Seasonal variation in protein: carbohydrate ratios in a subtropical estuarine alga *Gracilaria verrucosa*, and the determination of nitrogen limitation status using these ratios. *Botánica Marina*. 27: 111-115.
- BLIGH, H. & J. DYER. 1959. Lipids extraction with solvent uses. *Journal of Biochemistry* (16): 34-44.
- CANO, M., 1996. *Potencialidad nutricional de las algas marinas cubanas: Ulva Linnaeus y Enteromorpha Link*. Tesis Maestría (Biología Marina). Universidad de la Habana, Cuba. 50 p
- CANO, M. & L. M. HERNÁNDEZ. 1997. Distribución del género *Ulva* en la costa norte de la Ciudad de La Habana. Memorias del IV Congreso de Ciencias del Mar. 5 p.
- CANO, M., J. DÍAZ, O. VALDÉS-IGLESIAS, M. GÓMEZ, & T. CHOPIN. 2005. Distribución, cobertura, morfometría y concentración de pigmentos de *U. fasciata* Delile en la costa N de La Habana Cuba. *Revista Hidrobiológica* 15 (2): 261-264.
- CHAPMAN. V. J., & D. J. CHAPMAN. 1980. *Seaweeds and their uses*. Chapman and Hall. London 3<sup>rd</sup> Edition. Ix +344p.
- CHOPIN, T., M.D. HANISAK, F.E. KOEHN, & J. MOLLION MOREAU. 1990. Studies on carrageenan and effects of seawater phosphorous concentration on carrageenan content and growth of *Agardhiella subulata*. *Journal Applied Phycology* 2: 3-16.
- CRAGIE, J. S. 1990. Cell wall. In *Biological of the Red Algae*. Cambridge University Press. 221-257 pp.
- CRAGIE, J.S. & C.LEIGH.1978. Carragenan and agars. *Handbook of Phycological Methods*. (Eds).Hellebust, J.A. y Cragie. J.S. Cambridge University Press. 109-131 pp.
- DE LARA ISSASSI, G. & S. ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ.1994. Actividad Biológica de las algas marinas mexicanas. *Revista de Historia Natural* 45: 51-60
- DÍAZ PIFERRER, M, M. & LÓPEZ. 1959. Taxonomía, ecología y valor nutricional de algas marinas cubanas I. ICIT. *Serie de Estudios sobre Trabajos de Investigación*. No.6. 245-257.
- DUBOIS, M.K., A. GILLES, J.K. HAMILTON, P.A. REBERSAND, & F. SMITH. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analysis Chemistry* 28:350-356.
- DUKE C. S., B. E. LAPOINTE Y J. RAMUS. 1986. Effects of light on growth, Rubpcasi, activity and chemical composition of *Ulva* species (Chlorophyta) *Journal of Phycology* 22: 362-370.
- GÓMEZ, M. 1998. *Variación del crecimiento y la morfología de Ulva fasciata Delile en el litoral rocoso de la Ciudad de La Habana*. Tesis de Diploma. Universidad de la Habana. 46pp.
- HAROON A. M., A. SZANIAWSKA, M. NORMANT & U. JANAS. 2000. The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. From the Gulf of Gdansk coast of the Southern Baltic Sea. *Oceanologia* 42 (1): 19-28
- HAYDEN, H.S, J. BLOMSTER, C. A. MAGGS, P. C. SILVA, M.J. STANHOPE & J.R. WAALAND. 2003. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European Journal Phycology* (38): 277-294.
- HERNÁNDEZ I., G. PERALTA, J. PÉREZ-LLORENS, J. VERGARA & X. NIEL. 1997. Biomass and dynamics of growth of *Ulva* species in Palomares River Estuary. *Journal Phycology* 33: 764-772.
- HELLEBUST, J.A. & J.S. CRAGIE. 1978. *Handbook of Phycological Methods*. Physiological y Biochemical Methods Sponsored by the Phycological Society of American INC. Cambridge University Press. 110-120 pp.
- JIMÉNEZ-ESCRIG, A. & I. GOÑI-CAMBRODÓN. 1999. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. *Archivo Latinoamericano de Nutrición* 49(2): 114-120.
- KAEHLER, S. & R. KENNISH. 1996. Summer and winter comparisons in the nutritional value of marine macroalgae from Hong Kong. *Botanica Marina* 39: 11-17.

- KAMERMANS, P. & P.H. NIENHUIS. 1995. (Eds.) *Eutrophication and macrophytes*. Netherlands Institute of Ecology, Communication 2049, 166 pp.
- LAHAYE, M. 1995. Natural decoloration, composition and increase in dietary fiber content of edible algae *Ulva rigida*, grown under different nitrogen conditions. *Journal Science Food Agriculture* (68): 99-104.
- LITTLER, D. S. & M. M. LITTLER. 2000. *Caribbean Reef Plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc., 542 pp.
- MALTA E., J. M. VERSCHUURE, & E. ARENS. 1995. Biomass, growth rate and limiting factors of macroalgae in the Veerse Meer lagoon (The Netherlands). In: Kamermans, P. & Nienhuis, P.H. (Eds.) *Eutrophication and macrophytes*. Netherland Institute of Ecology, Communication 2049, 37-44 pp.
- MENDOZA A., R. PÉREZ, & F. BENÍTEZ. 1996. 5<sup>th</sup> International Conference Applications of Physics in Medicine and Biology, ICTP, Trieste, Italia, Sept.
- MENDOZA A., R. CESAREO, M. VALDÉS, J. MEITÍN, R. PÉREZ, & Y. LORENTE. 1999. Energy dispersive X-Ray fluorescence analysis of marine pollution indicators. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 240(2): 459-465.
- MONTALVO, J.F., M. CANO, E. PERIGÓ, S. ESPONDA, M.E. CÉSAR, & C.M. PEÓN. 1998. Evaluación de factores hidroquímicos relacionados con la corta migración orgánica en tres cuerpos costeros del litoral oeste de Ciudad de La Habana. Memorias del V Taller sobre Medio Ambiente. ISCTN. Editorial Academia, La Habana (5): 93-96.
- MONTALVO, J.F. M. CANO, J. DÍAZ, S. ESPONDA, M. E. CÉSAR, C. M. PEÓN, & J. RENDÓN. 2001. Nutrientes en zona litoral entre los ríos Quibú y Jaimanitas, Ciudad de La Habana, Cuba Memorias del VII Taller sobre medio ambiente. ISCTN. Editorial Academia, La Habana (7): 10-20.
- MORAND, P. & X. BRIAND. 1996. Excessive growth of macroalgae: A symptom of environmental disturbance. *Botánica Marina* (39) 491-516.
- NILSEN, G. & O. NORDBY. 1975. A sporulation-inhibiting substance from vegetative thalli of the green alga *Ulva mutabilis*, Föyn. *Planta* 125: 127-39.
- NÚÑEZ-LÓPEZ, R. A. 1996. *Estructura de la comunidad de macroalgas de la laguna de San Ignacio, B. C. S., México*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B. S., México. 99 pp.
- PACHECO-RUIZ I., J. A. ZERTUCHE-GONZÁLEZ, A. CHEE-BARRAGÁN & E. ARROYO-ORTEGA. 2002. Biomasa and potencial comercial utilization of *Ulva lactuca* (Chlorophyta, Ulvaceae) beds along the north-west coast of the Gulf of California. *Phycologia* 41 (2): 199-201.
- PÉREZ R., M. MARTÍNEZ CANALS, & A. RODRÍGUEZ. 1996. Caracterización de metales pesados en los exoesqueletos de corales escleractíneos cubanos, 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, June 24-29 Panama City.
- RAMUS, J. & M. VENABLE. 1987. Temporal ammonium patchiness and growth rate in *Codium* and *Ulva* (Ulvophyceae). *Journal Phycology* 23:518-23.
- RICCARDI, N. & C. SOLIDORO. 1996. The influence of environmental variables on *Ulva rigida* growth and production. *Botánica Marina* (39): 27-32.
- RIVERS & PECKOL 1995, Summer decline of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in a embayment: interactive effect of temperature and nitrogen availability. *Journal Phycology* 31: 223-8.
- ROBLEDO D. & F. PELEGRÍN. 1997. Chemical and mineral composition of six potentially edible seaweed species of Yucatan Botanica Marina (40) 4: 301-306.
- SAWER, C. N. 1965. The sea lettuce problem in Boston Harbor. *H. Water Pollution Cont. Fed.* 37: 1122- 1133.
- SCHRAMM, W. & P.H. NIENHUIS. 1996. (Eds.) *Marine Benthonic Vegetation. Recent Changes and Effects of Eutrophication*. Springer-Verlag. Berlin, 133 pp.
- SFRISO, A. & B. PAVONI. 1994. Macroalgae of phytoplankton competition in the central Venice. Lagoon of Venice. *Environmental Technology*. (15): 517-528.
- SIEGEL, S. 1972. *Diseño experimental no paramétrico aplicado a la ciencia de la conducta*. Edición Revolucionaria 2da Edición. 346 pp.
- SPIEGEL, M.R. 1977. *Teoría y problemas de estadística*. Editorial Pueblo y Educación. Cuarta edición 358 pp.
- STEFFESEN, D. A. 1976. Morphological variation of *Ulva lactuca* in the Avon- Heathcote Estuary, Christchurch. N. Z. *Journal Marine Freshwater Research* 10: 329-341.
- TAYLOR, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. University Michigan Press, Ann Arbor, 870 pp.
- VIAROLI, P., M. NALDI, R.R. CHRISTIAN & I. FUMAGALLI. 1993. The role of macroalgae and detritus in the nutrient cycles in shallow-water dystrophic lagoon. *Verh. International Verein. Limnology* (25): 1048-1051.
- WERLINGER, C. & K. ALVEAL. 1992. Influencia de factores abióticos en el cultivo de algas. In: *Macroalgas de interés económico*. 199-228.
- WESTERMEIER, R., P. J. RIVERA, M. CHACANA & I. GÓMEZ. 1987. Biological bases for management of *Iridae laminaroides* Bori in southern Chile. *Hidrobiologia*. 515/ 152: 313-328.
- WYNNE M.J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. Nova Hedwigia. Beiheft 129, 150 pp

Recibido: 10 de diciembre de 2005.

Aceptado: 10 de octubre de 2006.

