

Informe final* del Proyecto M039

Algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán y uso potencial de especies selectas

Responsable: QBP. Laura Huerta Múzquiz
Institución: Instituto Politécnico Nacional
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Departamento de Botánica
Laboratorio de Ficología
Dirección: Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Casco de Santo Tomás,
México, DF, 11340 , México
Correo electrónico: Finada
Teléfono/Fax: Tel: 91(5)729 6000 Ext. 62330 Fax: 91(5)341 2455
Fecha de inicio: Junio 30, 1997
Fecha de término: Agosto 17, 1999
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Huerta Múzquiz, L. y D. Espinosa. 2000. Algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán y uso potencial de especies selectas. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. **Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. M039.** México, D.F.

Resumen:

La península de Yucatán es una planicie costera, la cual se encuentra rodeada de numerosas islas, siendo muchas de ellas arrecifes de coralinos; esta región proporciona ambientes ideales para el desarrollo de la fibra ficológica bentónica la cual es muy diversa y es un factor determinante para el establecimiento de numerosas comunidades.

El estudio de la flora ficológica bentónica de la península de Yucatán se inició en 1956 obteniendo hasta el momento 500 especies para esa área, con esta información y adicionando la obtenida de 4 herbarios se obtendrá una base de datos con 6,400 registros curatoriales, así mismo se han detectado especies susceptibles de ser aprovechadas como complemento alimenticio, por lo que se obtendrán muestras de especies selectas de la zona Maya a las que se les determinará humedad, grasas, proteínas, fibra cruda, cenizas y carbohidratos de lo cual indicará su uso potencial.

La propuesta relacionada con la zona Maya de México entra en el área de conocimiento de taxonómico-biogeográfico y parcialmente en el área de uso sustentable de la biodiversidad.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

México, D.F., a 24 de agosto de 1998.

INFORME FINAL DEL PROYECTO CONABIO-M039
“ALGAS MARINAS BENTONICAS DE LA PENINSULA DE YUCATAN Y USO
POTENCIAL DE ESPECIES SELECTAS”

1.0 RESUMEN

Se llevo a cabo la recopilación y captura de información de especímenes de algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán depositados en 7 herbarios nacionales y extranjeros: ENCB, MEXU, UNL, UAMIZ, ECOSUR, US. y DUKE. Se depuró la colección del herbario ENCB y se catalogaron 985 ejemplares colectados, procesados y determinados con anterioridad. Se llevaron a cabo 2 campañas de muestreo en Yucatán y Quintana Roo en las que se obtuvieron 400 ejemplares de algas marinas de los cuales 80 están incorporados en la base de datos.

La base de Datos BIOTICA quedo integrada por 6202 registros curatoriales, las cuales están conformadas por 4 Divisiones, 28 Ordenes, 56 Familias, 178 géneros, 411 especies, una subespecie, 23 variedades y 22 formas.

Se entrega una lista de algas marinas selectas con sus respectivos análisis bromatológicos así como el uso potencial de alguna de ellas.

2.0 INTRODUCCION

La costa de la Península de Yucatán y los arrecifes que la rodean presentan vegetación marina escasa y la flora esta constituida por individuos pequeños, la temperatura del agua es alta, las mareas son cortas y predominan las praderas de *Thalassia testudinum* y *Diplanthera wrightii*, pero la flora ficológica es variada y diversificada, de estas existen

especies cosmopolitas y otras pantropicales, aunque la mayoría de ellas presentan distribución más reducida. Las islas Contoy, Mujeres y Cozumel son extensas y en ellas existen playas arenosas con agregados rocosos y arrecifes. La flora marina de estas islas es más exuberante comparada con la del Golfo de México y son las que exhiben una flora más diversificada y abundante que las que muestra la Costa de la península de Yucatán.

Los estudios sobre la flora marina de la península de Yucatán han sido principalmente de tipo florístico, estos estudios fueron iniciados en 1958 por Laura Huerta, posteriormente se realizaron varios trabajos en esta área. El material colectado por investigadores extranjeros se encuentra depositado en los herbarios US y DUKE, mientras que en los nacionales MEXU, UAMIZ, UNL, ECOSUR y ENCB también se encuentran especímenes de la península de Yucatán, siendo la colección más numerosa la de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Herbario ENCB), con 5152 ejemplares.

Con el presente proyecto se organizó la información en la base de datos BIOTICA, con esta investigación sobre la composición y distribución de las especies en la Península de Yucatán, se pretende elaborar una publicación a mediano plazo sobre las algas marinas de la Península de Yucatán así como el uso potencial de especies selectas en esta área.

3.0 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a enriquecer el conocimiento cuantitativo de los recursos fitológicos de México, así como determinar el valor nutricional y potencial alimenticio e industrial de especies selectas de algas marinas de las costas de la Península de Yucatán.

4.0 ASPECTOS METODOLOGICOS.

- 1.- Se catalogaron 985 ejemplares recolectados con anterioridad, determinados y curados.
- 2.- Durante el primer cuatrimestre se capturaron los datos de los ejemplares depositados en los herbarios de US Y DUKE en E.U.A. y en los herbarios MEXU y UAMIZ.
3. - Se capturaron en los tres cuatrimestres los datos de los ejemplares depositados en el herbario ENCB, previa depuración y actualización nomenclatural de los mismos.

4. - Durante el segundo y tercer cuatrimestre se recolectó material ficológico en los niveles intermareal y submareal en 15 localidades de la Reserva de Sian Ka'an, Isla Mujeres e Isla Cozumel, Quintana Roo y en las costas del estado de Yucatán. En estos lugares se recolectaron 400 ejemplares de algas bentónicas.
5. - Se colectaron 4 ejemplares de cada especie y hasta 500 gr. de peso húmedo de 25 especies selectas para los análisis bromatológicos. No se utilizó ningún método de muestreo en particular ya que estos organismos presentan una distribución discontinua en su hábitat. El material ficológico se fijó en una solución de formaldehído al 4 % en agua de mar; se etiquetaron con datos sobre sitios de recolecta (con coordenadas), fecha, forma biológica, altitud, colectores y número de colecta. El material para los análisis bromatológicos se secó para su posterior procesamiento.
6. - Se determinó y proceso parte del material ficológico y se incluyo en el herbario ENCB.
7. - Durante el Tercer cuatrimestre se visitó el herbario ECOSUR donde se obtuvieron 384 registros curatoriales de LOS 1000 programados inicialmente, asimismo se obtuvo la información del herbario UNL.
8. - Fueron georreferenciadas 175 localidades, de los especímenes capturados en los 7 herbarios consultados.
9. - Se depuró y actualizo la lista sistemática de la Base de Datos.
10. - Se realizaron los análisis bromatológicos de las especies selectas, determinándose sus contenidos de carbohidratos, proteínas, fibra, cenizas y grasas, las cuales nos indican su uso potencial.

5.0 RESULTADOS

A) FLORISTICA

Al realizar la captura de datos y la actualización sistemática de las especies se obtuvieron los siguientes resultados:

División:	4
Ordenes:	28
Familias:	56
Géneros:	178
Especies:	411, con al menos un ejemplar capturado.
Subespecie:	1
Variedades:	23
Formas:	22

B) BANCO DE DATOS

La estructura de la base de datos se basó en el modelo propuesto por la CONABIO (BASE BIOTICA); se capturaron 6202 registros curatoriales de 7 herbarios nacionales e internacionales, los registros obtenidos para cada herbario son los siguientes:

ENCB:	5152
ECOSUR:	384
UAMIZ:	174
MEXU:	82
UNL:	23
DUKE:	107
US:	277

La base de datos se presenta con un Total de 175 localidades las cuales están referenciadas en su totalidad.

El número de localidades por estado es el siguiente:

- A) Quintana Roo: 102
- B) Yucatán: 34
- C) Campeche: 39

Número de Colectores: 141-

Número de determinadores: 69

En el campo de número de muestra de la especie se repiten varias veces los números ya que la colecta de algas marinas es diferente a la de las plantas Terrestres y en una misma muestra se encuentran de una a varias especies.

Por lo que respecta a los años de creación de familias y géneros, en algunos casos el año de creación de la familia es más reciente que la del género; esto se debe a que antiguamente a los géneros se les agrupaba en determinada familia por sus características morfológicas y en la actualidad se toma en cuenta el modo y Tipo de reproducción sexual, por lo que algunos géneros creados el siglo pasado han pasado a familias creadas en el pasado reciente.

La fenología específica si el ejemplar capturado se encuentra en reproducción o no, cabe aclarar que las algas marinas presentan reproducción asexual (biesporofitos o tetraesporofitos) y sexual (carposporofito, talos masculinos y femeninos), esta información se especifica en el campo sexo de BIOTICA.

La base de datos así como la información relacionada con colectores, determinadores, bibliografía y localidades se entrega en un disco magnético de alta densidad denominado: BASE.CID. Archivo Comprimido BASE M039.

D) ANALISIS BROMATOLOGICOS

En el mundo se consumen anualmente 400,000 toneladas de algas para la alimentación humana y aún cuando las algas representan una alternativa de alimentación para el hombre por su contenido de proteínas, carbohidratos y minerales, en México su consumo es mínimo y se han realizado pocos estudios sobre el uso de estos organismos desde el punto de vista alimenticio.

Algunas de estas investigaciones fueron las realizadas por Huerta y Chávez (1968) sobre “La Presencia de Vitamina B12 en algunas algas marinas de las costas de México”, “Estudio preliminar sobre la explotación y utilización de las algas para obtener algunos datos” y “Aspectos nutricionales y toxicológicos del alga *Spirulina*, entre otros.

Generalmente el uso de las algas en diversas partes del mundo no han sido muy conocidos, sin embargo el alga *Spirulina geiileri* De Toni, ha llamado la atención como fuente de alimento potencial por su alto contenido de proteína. En México los antiguos aztecas consumían el “amoxtle” una alga verde-azul y el “tecuitate” que posiblemente era *Spirulina*. Otra alga verde-azul que usaron los antiguos habitantes del Anáhuac fue el “cocol de agua” o *Phormidium* que recogían del Lago de Texcoco, la entregaban como tributo y podían almacenarla hasta por un año y después consumirla en una especie de tamales de algas condimentadas con chile.

En países orientales como China y principalmente isleños como Japón, Indonesia y toda Oceanía entre otros, utilizan las algas marinas en su alimentación pero no se pueden emplear como alimento básico para la población, porque aunque tienen abundantes carbohidratos, en su mayor parte son mucílagos no dirigibles por el hombre, pero contienen proteínas, sales y vitaminas en cantidades apreciables y como son de origen marino contienen; aunque en pequeñas cantidades, numerosos elementos que no se encuentran en otros alimentos como: potasio, sodio, yodo, magnesio, hierro, cobre y fósforo por esto se consideran adecuadas como complemento alimenticio para dietas en las que se incluye una porción de estos alimentos.

OBJETIVOS

Conocer el valor nutricional de algunas de las algas marinas bentónicas más comunes de la Península de Yucatán y su potencial alimenticio basándose en el análisis bromatológicos.

METODOLOGIA

Se obtuvieron muestras de diversas algas *Chlorophyta*, *Rhodophyta* y *Phaeophyta* en algunas zonas Costeras de la Península de Yucatán, con ayuda de espátulas, a cada una se le anotó lugar de colecta, fecha y colector, las especies se seleccionaron de acuerdo a su abundancia y tamaño, cada especie fue lavada con agua de mar para eliminar arena u otros organismos que viven o se alimentan de ellas, se dejaron escurrir sobre papel para quitar exceso de humedad y se pesaron para conocer la cantidad de muestra colectada, las muestras se secaron al ambiente para poder transportarlas y evitar el crecimiento de microorganismos. En el laboratorio se determinaron las especies colectadas, se etiquetó cada alga con los datos del género y la especie determinada así como los datos de campo, posteriormente las muestras se colocaron en estufa de secado para eliminar humedad y de esta manera facilitar la limpieza eliminando los residuos, arena o “basura”, se pesó nuevamente la muestra para conocer su peso seco, se molió cada una de las especies en una licuadora común y se tomó una porción para secar hasta peso constante; determinándose hasta este punto la humedad de cada especie.

Los métodos utilizados en los análisis bromatológicos de las muestras fueron: determinación de extracto etéreo por el método de Soxhlet – Bolton, para proteína total se utilizó el método semimicro de Kjeldthal, obteniéndose por este método el nitrógeno total, el cual se multiplico por el factor general que es 6.25, es decir por la cantidad de nitrógeno que se encuentra en cada gramo de alimento, dándonos como resultado el porcentaje de proteína total, la fibra se determinó mediante el método de Kennedy, las cenizas por medio de cápsula abierta en mufla y los carbohidratos por la diferencia de los análisis anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos mediante los análisis bromatológicos efectuados a 25 especies de algas se indican en el cuadro 1.

Extracto etéreo.

Con respecto a la determinación de grasas se observó que por grupo de algas la variación del porcentaje de grasa por extracto etéreo fue el siguiente.

Chlorophyta 1.08 a 13 % *Phaeophyta* 0.75 % a 7.6 % y *Rhodophyta* 1.8 a 11.6 %. De ellas los valores más altos fueron localizados en las especies *Ulva lactuca* Linnaeus y *Ulva fasciata* Delile conocidas como “lechuga de mar”, las cuales se han usado en ensaladas y sopas en lugares como Jamaica, Trinidad, Granada y Antigua. En Chile y Perú se les conoce con el nombre de cochayuyo y también se consumen como alimento. En el grupo *Rhodophyta* se observó que el género *Gracilaria*, del cuál se obtuvieron resultados de 3 especies, presentaron de 4.75 % a 1.08 %, así también se analizó el género *Hypnea musciformis* Lamouroux de la cual se obtuvo 5,9 y 1.4 %. En cuanto al grupo *Phaeophyta* se observó que los valores de extracto etéreo obtuvieron porcentajes de 7.6 al 0.75 %.

PROTEINA

Dentro del grupo *Chlorophyta* los porcentajes más altos pertenecen a *Caulerpa prolifera* con 28.15 % y *Ulva lactuca* quien tiene 17.89 % y *Ulva fasciata* Delile con 12.55 % y, aunque las demás algas analizadas de este grupo tienen valores más bajos superan la cantidad de proteínas contenidas en el grano de trigo y de maíz, los cuáles tienen 10.6 y 8.3 % respectivamente, siendo estos granos básicos en la alimentación de la población mexicana, por lo que podemos considerar importantes a las algas utilizadas en este estudio como una fuente muy importante de proteínas para consumo humano. De acuerdo con los estudios realizados por Kazutosi Nisizawa el Hoshinori contiene 43.6 % de proteínas, elaborado con *Porphyra tenera* y *P. yezoensis*, quizás su alto contenido proteínico se deba a la combinación de las dos algas.

También de *Chlorophyta* se tienen datos de análisis previamente realizados a especies de este grupo y utilizadas en el presente trabajo por ejemplo: Chapman en 1980 para *Ulva lactuca* presenta 14.9 %; Ortega, M. y Piña et al (1983) estudian a *Ulva fasciata*

y dan valores de 17.9 %; para la misma especie en este estudio se obtuvo 12.5 %. Según datos citados en Cuadernos de Nutrición (1992) *Enteromorpha sp.* contiene 29.2 %; de acuerdo con Chapman (1980), *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus.) Link, contiene 12.4 % y esta misma especie analizada en nuestro estudio dio como resultado 8.4 %. De estos análisis se observa que tenemos un número elevado de algas con un considerable contenido proteico. Si tomamos en cuenta que la recomendación de ingesta diaria de proteína es de 0.8 gr. de proteína por kilogramo de peso corporal (Robinson, C. 1986), y que los granos utilizados como alimento básico, (maíz, frijol y trigo), igualan o están por debajo del contenido proteico de algunas de estas algas, podemos considerar a las algas como complemento alimenticio en proteínas.

FIBRA CRUDA

Los resultados que se registraron con esta determinación son los siguientes:

Para el grupo de *Rhodophyta* de 6.16 a 1.6 %, para *Chlorophyta* se encuentran entre 23.80 y 3.1 %, en *Phaeophyta* los resultados obtenidos son semejantes a los grupos anteriores es decir, de 6.2 % a 4.8 %.

Los porcentajes más altos de fibra corresponden a *Caulerpa cupressoides* con 23.80 % , Kazutosi Nisizawa presenta datos sobre las algas rojas utilizadas para *elaborar* el Hoshinori como *Porphyra tenera* y *P. yezoensis* con 10.7 %. En los Cuadernos de Nutrición (1992) se indica que *Porphyra tenera* presenta 5.4 %.

Las algas en su mayoría están compuestas de mucilagos cuyos componentes están incluidos entre las fibras dietéticas (Robinson, C. 1986) y de acuerdo con el Instituto Nacional de la Nutrición las recomendaciones sugeridas para el consumo humano de fibra es de 25 a 30 gr. por día y por los datos obtenidos en el presente trabajo, consideramos a las algas como fuente importante de fibra ya que algunas de ellas tienen 7 gr. de fibra en 100 gramos de peso seco, que comparadas con los 4 gramos de fibra en 100 gr. de porción comestible que contiene la espinaca (I.N.N. 1992), las algas la superan en su contenido.

CENIZAS

De este análisis observamos que las algas de los grupos *Rhodophyta* y *Phaeophyta* presentaron valores semejantes y *Chlorophyta* presenta mayores porcentajes, así se obtuvo que los porcentajes más altos de los 3 grupos fueron los siguientes:

Gracilaria cervicornis presenta 8.9 %, y *Enteromorpha compressa* 19.6. Este tipo de organismos presenta cantidades muy pequeñas de diversos minerales como magnesio, hierro, calcio y sodio entre otros (Cuadernos de Nutrición, 1992) que quizá no se encuentren en otros alimentos, y que pudieran ser necesarios para la alimentación, por lo que es necesario realizar un estudio de contenido de minerales para conocerlo.

CARBOHIDRATOS

Para los tres grupos de algas los carbohidratos se obtuvieron por diferencia de los porcentajes de los análisis anteriores. A *Rhodophyta* corresponden los valores más altos de Carbohidratos; presentando *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey 80.98 %, en *Chlorophyta* se observa que hay menor cantidad de carbohidratos pero la mayor cantidad de Proteínas y Cenizas, siendo *Halimeda tuna* Lamouroux la que contiene el mayor valor con 64.07 %. Datos registrados por otros autores como Kazutosi indica que el Hoshinori contiene 54.4 %, a pesar de que está integrado por dos tipos de algas del género *Porphyra*.

CUADRO 1. ANALISIS BROMATOLOGICOS DE ALGAS MARINAS EN LA PENINSULA DE YUCATAN EN % DE MATERIA SECA.

RHODOPHYTA	GRASA	PROTEINAS	FIBRA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS
Ganonema farinosum	7.8	5.01	5.21	2.32	74.74
Hypnea musciformis	6.07	14.30	2.7	4.3	67.43
Eucheuma isiformis	4.59	6.1	2.89	6.6	74.71
Solieria filiformis	4.75	5.9	4.47	7.9	41.73
Gracilaria mammillaris	4.72	4.8	4.30	8.05	72.43
Gracilaria cervicornis	4.75	17.73	2.08	8.9	64.95
Agardhiella subulata	5.6	12.8	1.20	6.90	73.50
Spyridia filamentosa	2.96	12.02	1.1	15.2	61.88
Heterosiphonia gibbesii	7.71	10.78	4.12	3.24	69.15
Bostrychia tenella	9.92	8.96	4.08	7.72	64.32
Bryothamnion triquetrum	7.37	7.05	61.6	2.90	59.79
Laurencia poiteau	13.05	13.08	1.56	5.45	66.89

CHLOROPHYTA	GRASA	PROTEINAS	FIBRA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS
Ulva lactuca	11.4	14.03	5.6	12.9	50.65
Ulva fasciata	7.28	17.28	4.89	26.9	47.11
Enteromorpha intestinalis	1.8	8.63	4.1	19.6	66.02
Caulerpa prolifera	3.05	28.15	14.13	12.90	48.77
Caulerpa cupressoides	7.06	8.5	23.80	25.00	59.27
Caulerpa sertularioides	1.85	17.8	64.09	21.73	61.24
Bryopsis pennata	2.54	14.8	17.13	21.55	53.11
Halimeda tuna	3.43	13.91	3.1	17.9	64.07
Codium isthmocladum	3.5	9.00	6.05	8.2	73.12

PHAEOPHYTA	GRASA	PROTEINAS	FIBRA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS
Dictyota divaricata	1.94	14.55	4.65	46.6	31.00
Sargassum polyceratum	5.98	10.63	12.00	26.54	48.85
Turbinaria turbinata	5.75	8.6	8.70	26.70	59.44

CONCLUSIÓN

Del estudio realizado se concluye que las especies de algas *Rhodophyta*, *Chlorophyta* y *Phaeophyta* analizadas en el presente trabajo pueden ser utilizadas en alimentación humana y debido a su alto contenido proteico son una buena fuente de fibra además de que contiene minerales que no se pueden obtener en otros alimentos, por lo que podemos concluir que las especies *Ulva lactuca* y *Ulva fasciata* son fuente de proteína; *Gracilaria cervicornis* es fuente de fibra y *Halimeda tuna* (Ellis and Sol.) Lamouroux fuente de minerales, pero como se menciono antes se requieren estudios más profundos para conocer el contenido de minerales en las algas.

6.0 PARTICIPANTES

Q.B.P. Laura Huerta Múzquiz

Biól. A. Catalina Mendoza González

Biól. Luz Elena Mateo Cid

M. en C. Kurt Dreckmann Stay

Dr. Richard B. Searles

Tec. Gustavo Chávez

Ing. Dante G. Espinosa Cid.

Lic. en Nut. Rosalva Rojas Rosas

C. Ma. Estela Chávez García

C. Rosa María Ortiz

Ing. Jesús Gabriel Chávez García.

7.0 CONSIDERACIONES FINALES.

Requerimos que la información entregada a Uds. quede restringida durante tres años, debido a que nos encontramos desarrollando un estudio florístico integral de las algas marinas de la Península de Yucatán, del cuál tenemos un avance del 60 %. Este proceso y el tiempo en el que el manuscrito sea arbitrado y publicado abarcará más o menos 3 años. La restricción será para cualquier investigador o persona interesada en el área de la ficología, tanto nacional como extranjero.

Somos conscientes de que la información contenida en ésta base de datos es muy valiosa para los interesados en investigaciones ficológicas en nuestro país, pero consideramos que esta información debe manejarse de manera integral con lo que se obtendrá una publicación actualizada y confiable.

Además se entregan 300 registros curatoriales de los herbarios US y UNL; así mismo deseamos hacer hincapié en que sólo se obtuvieron 384 registros curatoriales del herbario ECOSUR de los 1000 propuestos en un inicio, por este motivo la base de datos cuenta con 6202 registros curatoriales, sin embargo consideramos que se cumplieron satisfactoriamente los objetivos planteados en el proyecto M039, al obtenerse más de 6000 registros curatoriales así como resultados de análisis bromatológicos.