Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 34 (1 & 2): 87-93 (1995); 4 Figs., 2 Tabs.

COMPOSICION ESTACIONAL Y BIOMASA DE ARRIBAZONES DE MACROALGAS VERDES EN LA PENINSULA DE PARAGUANA, VENEZUELA.

ANDRÉS LEMUS[1] & JOSÉ BALZA[2]

1.- Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Apdo. 245, Cumaná, Venezuela.
2.- Fundación Zumaque, Pto. Fijo, Edo. Falcón.

RESUMEN: Composición estacional y biomasa de arribazones de algas, integrados principalmente por especies verdes, fueron determinados por un período de 12 meses (marzo 1993 hasta febrero 1994) en la Ensenada de Cardón (Península de Paraguaná) en el oeste de Venezuela. *Ulva reticulata* Forsskål y *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing fueron las especies dominantes en el material arribado. Sin embargo estas presentaron dos períodos distintos de dominancia, la primera fue más abundante de marzo a septiembre y la segunda desde octubre a febrero. A pesar de las condiciones de eutroficación de las aguas de la Ensenada de Cardón, la *U. reticulata* no se encontró creciendo allí, siendo traída por corrientes subsuperficiales desde áreas más distantes localizadas hacia el norte. Por el contrario, *C. mexicana* crece abundantemente en el centro de la ensenada. La abundancia de esta especie en los arribazones se corresponde con períodos de fuertes ráfagas de vientos, que producen marejadas las cuales desprenden al alga del substrato inestable presente en la ensenada y sobre el cual crece. La biomasa anual en peso húmedo de las dos especies arribadas se estimó alrededor de las 396 toneladas métricas.

ABSTRACT: Seasonal composition and biomass of washed ashore marine algae consisting of mostly green algae were determined over a period of 12 months (March 1993 to Febraury 1994) in the Cardon Inlet (Paraguana Peninsula) in western Venezuela. *Ulva reticulata* Forsskål and *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing were found to be the dominant members of the washed ashore material. The two species however showed two distinct periods of dominance; i.e., the former from March to September and the latter from the October to February. In spite of the eutrophic water conditions in the Cardon Inlet, *U. reticulata* does not grow there, but apparently brought into the area by subsurface currents from an area far away and located more to the north. On the contrary, *C. mexicana* grows abundantly in the center of the inlet. The abundant quantities of the washed ashore material of this specie corresponds with the period of strong winds detaching it from the unstable substratum of the inlet. The biomass or the annual wet weight of the two species combined together was estimated to be around 396 metric tonnes.

INTRODUCCION

La acumulación de volúmenes abundantes de macroalgas en las playas se conoce mundialmente, haciéndose este fenómeno más llamativo y notorio en las últimas décadas como consecuencia de la descarga de efluentes domésticos e industriales en áreas costeras adyacentes a las ciudades, donde la circulación de las aguas son poco dinámicas. La proliferación masiva de algas en esas áreas se asocia lógicamente al incremento de nutrientes en las aguas costeras (MAZE *et al.*, 1993). Los vegetales, una vez alcanzado su máximo crecimiento, se desprenden del sustrato y son arrastrados hacia la orilla por las corrientes, olas o mareas (CAMARA-NETO, 1971). En la literatura moderna estas arribazones son conocidas como «mareas verdes», las cuales están constituidas por varias especies de algas clorofitas, principalmente Ulvaceae. También, por esa preferencia a crecer con facilidad en sistemas eutroficados, consumiendo elevadas cantidades de nutrientes, se les ha considerado como biofiltradoras de compuestos nitrogenados (COHEN & NEORI, 1991a, b).

En Venezuela muy poco se ha publicado sobre estimaciones cuantitativas de las macroalgas (LEMUS & APONTE, 1987), y menos aún en relación a los arribazones, los cuales a excepción del trabajo de CAPECCHI (1989), tan solo se menciona la presencia del fenómeno, como lo señala por primera vez DÍAZ-PIFERRER (1967a, b).

En el presente trabajo se hizo un seguimiento diario a lo largo de doce meses de un arribazón de algas predomi-

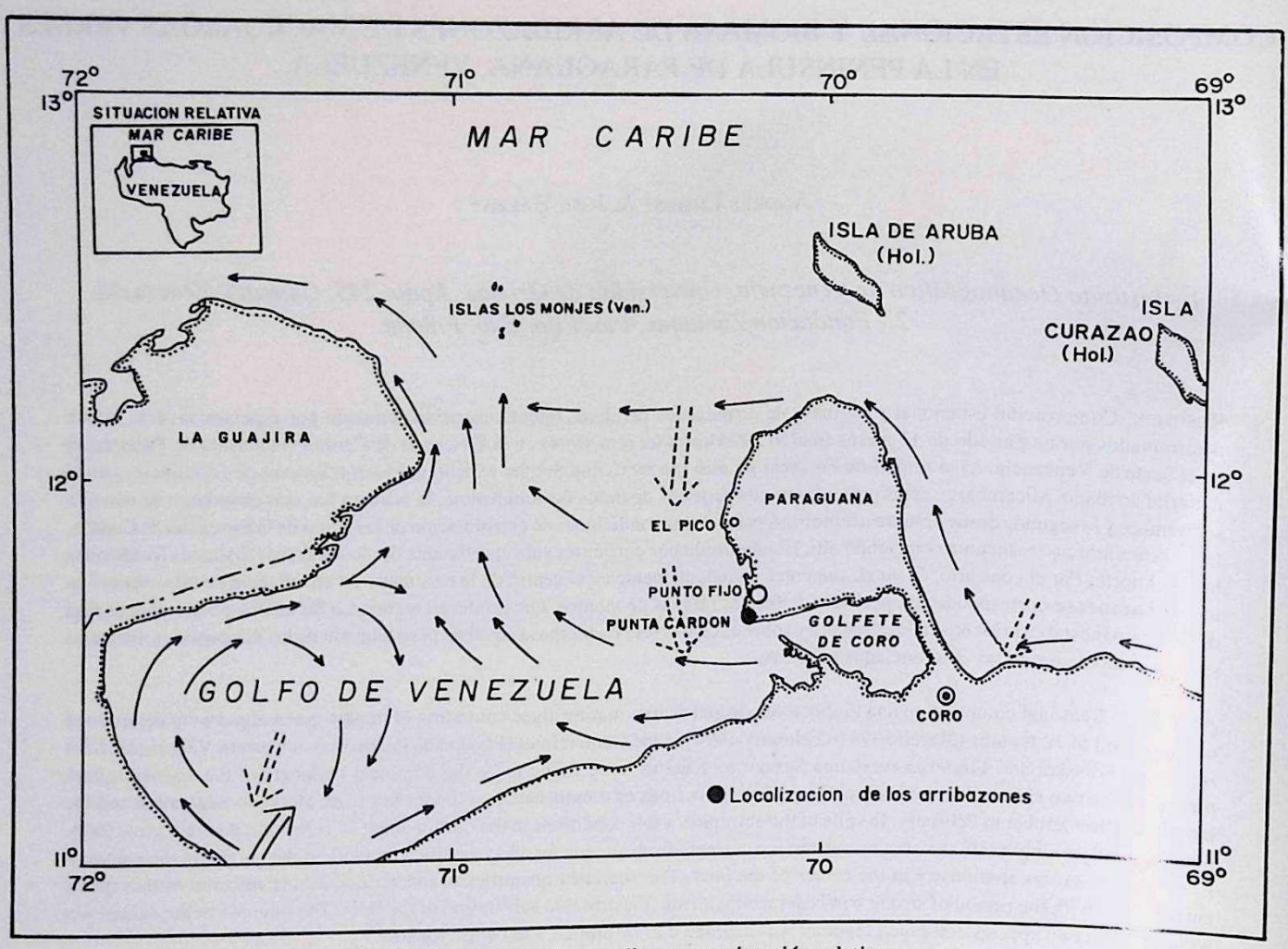


Fig. 1.- Mapa del área de estudio, con su situación relativa.

nantemente verdes, que viene presentándose en los últimos quince años en la playa de la Ensenada de Cardón, Península de Paraguaná, Venezuela, causando malestar en la población y perjuicio a las actividades de pesca artesanal en el área.

AREA DE ESTUDIO Y METODOS

La Ensenada de Cardón, se encuentra ubicada en la porción sur-occidental de la Península de Paraguaná (12° LN y 70° LW), Estado Falcón, Venezuela (Fig. 1). La

Tabla 1.- Promedios mensuales de la Magnitud (MAG) y Dirección del viento (DIR) en la Zona de Cardón (1993-1994).

MES	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
MAG (m/seg)	7,7	5,9	8,3	8,7	8,4	6,2	5,2	5,2	4,8	5,1	5,8	5,6
DIR* (Grados)	E	E S-E	E	E	E	E	E N-E	E N-E	E S-E	E	E	E

* La dirección se tabula en bandas direccionales desde las cuales sopla el viento relativas al norte geográfico.

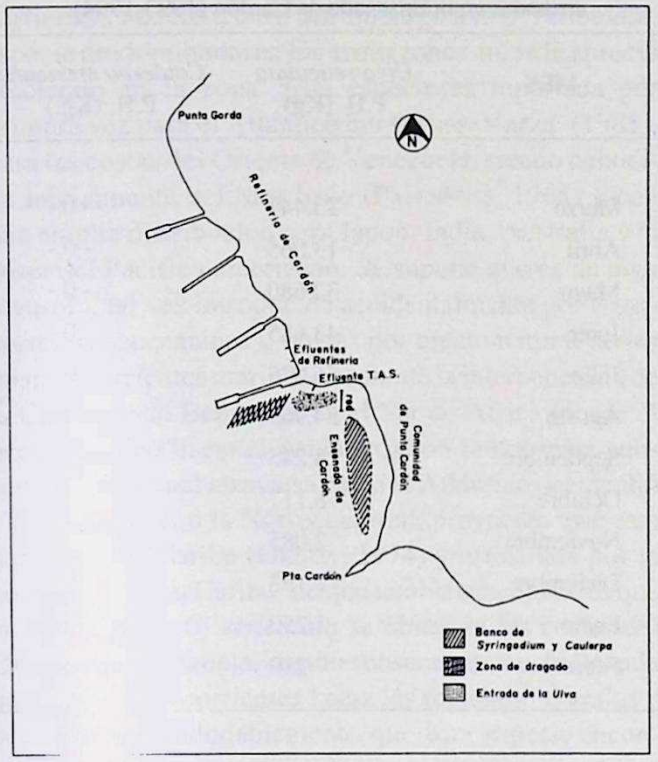


Fig. 2. Detalles de la Ensenada de Cardón.

Ensenada de Cardón presenta como características una playa de aproximadamente 1,6 km de longitud, sus aguas son relativamente tranquilas y su composición granulométrica es predominantemente arena. Hacia su extremo norte se encuentra el muelle de la refinería de Cardón, existiendo allí un canal de dragado que alcanza una profundidad de 15 m. En el mismo extremo norte descarga el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (T.A.S.) de las poblaciones adyacentes (Fig. 2).

El período de estudio fue desde marzo de 1993 hasta febrero de 1994. Las plantas para su identificación fueron colectadas, preservadas e identificadas de acuerdo a los métodos convencionales.

Para la determinación de la biomasa, se hicieron limpiezas diarias de la playa, mediante la presencia de una cuadrilla de obreros, quienes colocaban al alga en envases de redes para proceder al pesaje y retirarlas luego.

Los parámetros químicos fueron determinados por la empresa Serviambca Laboratorio y por el laboratorio de la Refinería MARAVEN, ambos en Punto Fijo. Los

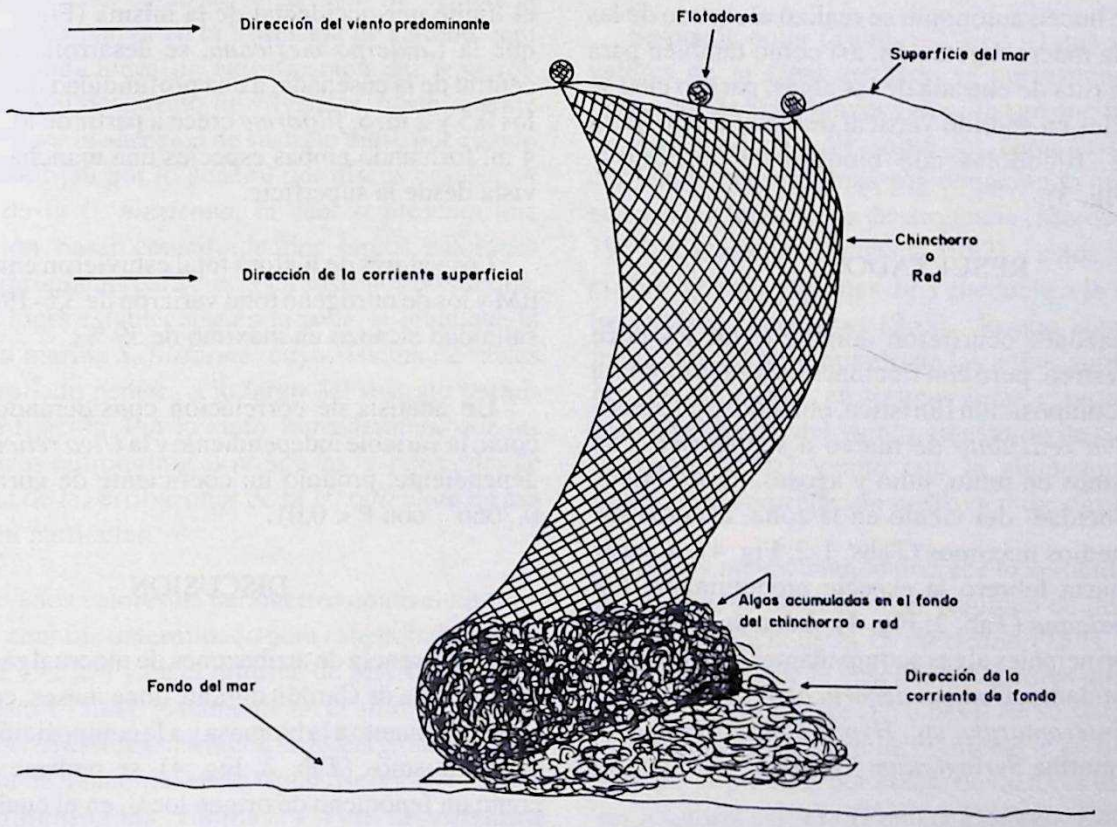


Fig. 3 Posición de la red para determinar la ruta de entrada de la *Ulva reticulata* a la ensenada.

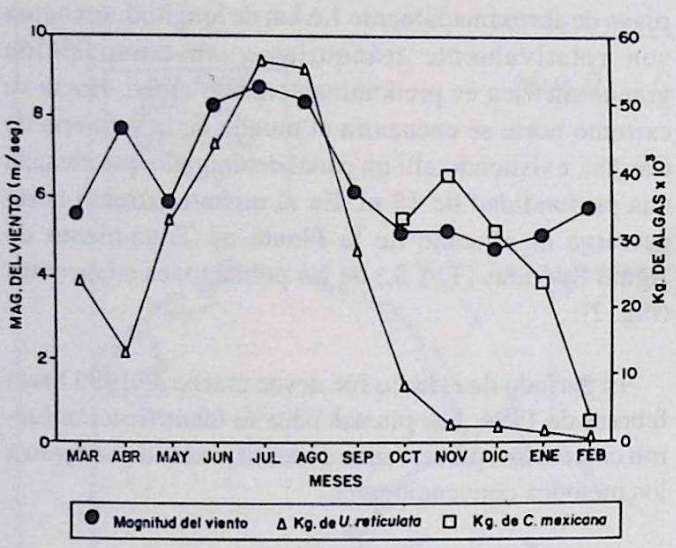


Fig. 4.- Curvas de magnitud del viento y cantidad de alga arribada durante los meses de estudio.

datos de velocidad del viento (rapidez y dirección) fueron obtenidos de la estación de meteorología de la Base Naval JUAN CRISÓSTOMO FALCÓN y de la estación meteorológica de la empresa MARAVEN, Punto Fijo.

Mediante buceo autónomo se realizó el rastreo de las praderas de la macrovegetación, así como también para determinar la ruta de entrada de las algas, para lo cual se instalaron redes en sentido vertical desde el fondo hasta la superficie, fijándolas con bloques de concreto y flotadores (Fig. 3).

RESULTADOS

Los arribazones ocurrieron durante todos los doce meses de muestreo, pero con fluctuaciones en la biomasa mensual y la composición florística, notándose un predominio de *Ulva reticulata* de marzo a septiembre, con valores máximos en junio, julio y agosto, meses en los cuales la velocidad del viento en la zona alcanzó sus valores promedios máximos (Tabs. 1-2; Fig. 4). A partir de octubre hasta febrero la especie predominante fue *Caulerpa mexicana* (Tab. 2; Fig. 4). Además se presentaron como principales algas acompañantes, pero en muy pequeñas cantidades, *Codium decorticatum*, *Dictyopteris delicatula*, *Enteromorpha* sp., *Hypnea musciformis* y la fanerógama marina *Syringodium filiforme*.

Observaciones *in situ* han mostrado que la *Ulva*

Tabla 2.- Cantidad mensual en Peso Húmedo (P.H.) de algas arribadas en la Ensenada de Cardón (1993-1994).

MES	*Ulva reticulata* P.H. (Kg)	*Caulerpa mexicana* P.H. (Kg.)
Marzo	23.441	- 0 -
Abril	13.065	- 0 -
Mayo	32.680	- 0 -
Junio	43.685	- 0 -
Julio	56.075	- 0 -
Agosto	54.965	- 0 -
Septiembre	28.245	- 0 -
Octubre	8.117	32.470
Noviembre	2.085	39.615
Diciembre	2.153	30.9[illegible]
Enero	1.250	23.[illegible]
Febrero	280	3[illegible]

reticulata no crece en la Ensenada de Cardón, sino que entra a nivel del fondo por el canal de dragado localizado en el límite nor-occidental de la misma (Fig. 2), mientras que la *Caulerpa mexicana*, se desarrolla en la región central de la ensenada, a una profundidad que varía entre los 0,5 y 2 m. *S. filiforme* crece a partir de los 2 hasta los 4 m, formando ambas especies una mancha sombreada vista desde la superficie.

Los valores de fósforo total estuvieron entre 0,94-3,8 µM y los de nitrógeno total variaron de 3,6-192,8 µM. La salinidad alcanzó un máximo de 39 ‰.

Un análisis de correlación considerando al viento como la variable independiente y la *Ulva reticulata* como dependiente, produjo un coeficiente de correlación de $0,7066^{**}$ con $P < 0,01$.

DISCUSION

La presencia de arribazones de macroalgas verdes en la Ensenada de Cardón durante doce meses, con fluctuaciones en cuanto a la biomasa y a la composición florística de los mismos (Tab. 2; Fig. 4), se pudiese considerar como un fenómeno de origen local, en el cual la vegetación presente en el área es desprendida del fondo marino

y llevada hasta la orilla por efecto combinado de las corrientes, mareas u olas. Sin embargo a la *U. reticulata*, especie predominante en los arribazones, no se le apreció creciendo en la zona. Esta especie es reportada por primera vez para el Atlántico por GANESAN *et al.* (1985), para las costas del Oriente de Venezuela, siendo conocida inicialmente del Mar Rojo (PAPENFUSS, 1968) y con una amplia distribución para Japón, India, Australia y la costa del Pacífico americano. Se supone que es un alga invasora, tal vez introducida accidentalmente por transportes transoceánicos o quizás por efecto natural de las mismas corrientes marinas, mediante la interconexión de la Corriente de Benguela, en el Sur de Africa (desde el océano Indico hacia el Atlántico) con la corriente subecuatorial, la cual atraviesa hacia el Atlántico occidental y continúa con la Nor-ecuatorial, proyectándose ésta hasta el Mar Caribe (OKUDA, 1974) y arrastrada por la corriente Mar del Caribe. Lo que también creemos, es que en un principio la *U. reticulata* se ubicó en las costas del Oriente de Venezuela, siendo subsecuentemente llevada por las mismas corrientes hacia las regiones centrales y occidentales. Indudablemente que esta especie encontró en las aguas costeras de Venezuela buenas condiciones para desarrollarse, llegando en algunas áreas a desplazar a otras Ulvas como la *U. lactuca*. Su presencia como especie no nativa en la Ensenada de Cardón, aun cuando las condiciones de eutroficación del área son propicias para el desarrollo de Ulvaceas, posiblemente esté limitada por la ausencia de sustrato duro, por cuanto estas algas se fijan por lo general por discos basales. A diferencia de la *C. mexicana*, la cual si presenta una configuración basal constituida por largos estolones rizoidales apropiados para crecer en sustratos no sólidos, por lo cual logra establecerse en la zona, al igual que la fenerógama marina *S. filiforme*, cuyo sistema de raíces bien desarrollado penetra a lo largo del sustrato permitiéndole su fijación. Por lo tanto, consideramos que las características hidroquímicas no son las responsables de la presencia de las arribazones de la *U. reticulata* en esa ensenada en particular.

Los elevados valores de parámetros como el nitrógeno total, el cual fue determinado para este trabajo con un máximo de 192 µM y en el informe de MARNR (1991) alcanzó hasta 175µM, justamente en el sitio de concentración de la *Ulva*, se asociaría con la descarga de efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (T.A.S.) de las comunidades vecinas y con la corriente subsuperficial que se desplaza a lo largo de la costa occidental de la Península de Paraguaná (MONENTE & ASTOR, 1987), dicha corriente (Fig. 1) es probable que por efecto del dragado permanente que garantiza la entrada de embarcaciones al muelle de la refinería, penetra hacia el extremo norte de la ensenada, muriendo en la orilla, donde se deposita el alga. Si se toma en consideración que en sistemas costeros protegidos, las fuentes para producir valores altos de nutrientes como amonio y fosfato, serían además de los ríos (que no están presentes en la zona), la disolución de sedimentos superficiales, la descomposición de las algas (BIRCH *et al.*, 1981) y también los efluentes domésticos o industriales, siendo las corrientes el transporte de los mismos, creemos que éstas, así como arrastran a la *Ulva*, acumulan igualmente nutrientes hacia el sitio de hallazgo del arribazón.

A pesar de explorarse desde la localidad de El Pico, en la zona nor-occidental de la península (Fig. 1), no se logró ubicar el supuesto banco original de la *U. reticulata*, pese a hallarse la misma esparcida a lo largo de esas playas, lo que hace suponer que estaría localizado más al norte y tal vez a profundidades mayores o disperso a lo largo de la costa.

Se puede notar (Tabs. 1-2: Fig. 4) que los máximos valores de la *Ulva* arribada se corresponden con los meses donde hubo mayor velocidad promedio del viento, lo cual puede incidir sobre las características de las corrientes marinas, más aún conociendo que en la zona se reportan fenómenos de surgencia (MONENTE & ASTOR, 1987; ENGINEERING-SCIENCE, 1982) y estos han sido asociados en otras regiones de Venezuela a la velocidad de los vientos (FUKUOKA, 1965), lo que significa que la magnitud del movimiento de las aguas subsuperficiales hacia la superficie, en algunas áreas, estaría relacionada con la velocidad del viento. El estudio de correlación de la magnitud del viento con la abundancia de *Ulva*, produjo una correlación positiva muy significativa.

En los meses cuando decrece la velocidad promedio del viento, se observa en el volumen de las arribazones una dominancia de la *C. mexicana* (Tabs. 1-2; Fig. 4), especie nativa de la ensenada. Creemos que el desprendimiento de esta especie, a pesar de su sistema especial de fijación que le permite mantenerse en un sustrato no estable, se produce por efecto de factores locales similares a «storm surges» (POND & PICKARD, 1983) o marejadas, resultado de la generación en la zona de fuertes

ráfagas de vientos, cuya duración en el día no va más allá de las tres horas, durante octubre, noviembre o diciembre, lo cual no se refleja en el promedio mensual de la velocidad del viento, pero cuyos efectos se deja sentir, como se puede apreciar en el informe del MARNR (1991) que expresa: «En octubre hubo una fuerte tempestad, la cual removió una gran cantidad de sedimento junto con materia orgánica y algas...». Es factible que una vez desprendida el alga de su sustrato sea arrastrada por fenómenos menores durante los subsiguientes meses hasta febrero. *S. filiforme*, por poseer un sistema de raíces más resistente, soporta mejor el movimiento de la masa de agua, siendo afectada en menor grado.

CONCLUSIONES

1.- En la Ensenada de Cardón, crecen predominantemente como especies nativas, *Caulerpa mexicana* y la fanerógama *Syringodium filiforme*. Sin embargo, la presencia de arribazones temporales de algas con predominio de *Ulva reticulata*, en la misma ensenada, no es producto del crecimiento de esta última especie en esa ensenada, sino consecuencia del arrastre del alga desde otras zonas por corrientes de fondo que se desplazan a lo largo de la costa occidental de la Península de Paraguaná.

2.- La presencia de volúmenes mayores de *Caulerpa mexicana* en los arribazones tiene relación con las ráfagas de vientos que se presentan en la zona, produciendo marejadas que desprenden al alga llevándola hasta la orilla.

3.- Conocido que *U. reticulata* penetra por el extremo occidental de la ensenada por un canal de unos 100 m de ancho, podría colectarse esta alga mediante la colocación de redes, antes de que ella se extienda a lo largo de la playa, atenuando así las molestias y consecuencias del arribazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Zumaque, Punto Fijo, por permitirnos obtener los datos necesarios para la realización de este trabajo. A los licenciados JORGE BARRIOS y SORAIDA SILVA por la cooperación prestada en las labores de laboratorio. A los oceanógrafos físicos JULIÁN CASTAÑEDA y RUBÉN APARICIO por sus sugerencias en los aspectos relacionados con las corrientes marinas y los vientos. A las Estaciones Meteorológicas JUAN CRISÓSTOMO FALCÓN y la de la Empresa MARAVEN, Cardón, Edo. Falcón por facilitarnos los datos de magnitud y dirección del viento.

REFERENCIAS

BIRCH, P. B., D. M. GORDON, & A. J. MC COMB 1981. Nitrogen and Phosphorus nutrition of *Cladophora* in the Peel-Harvey estuarine system, Western Australia. *Bot. Mar.*, 24(7): 381-388.

CAMARA-NETO, C. 1971. Contribucao âo conhecimento qualitativo e quantitativo das arribadas da Redinha. *Bol. do Inst. Bio. Mar. Univ. Fed. RN.*, 5:3-30.

CAPECCHI, M. F. 1989. Estudio sobre algas arribadas en la Isla de Margarita y su utilización como fert[illegible]nte para cultivo de fitoplancton. Tesis de Lice[illegible]tura en Biología, Escuela de Ciencias Aplic[illegible] del Mar, Universidad de Oriente, Venezuel[illegible] p.+ 23 Tablas.

COHEN, I. & A. NEORI . 1991a. *Ulva lactuca* bio[illegible]rs for marine fishpond effluents. I. Ammon[illegible]ptake kinetics and nitrogen content. *Bot. Mar.*[illegible]:475-482.

_____. 1991b. *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents. II. Growth rate, yield and C:N ratio. *Bot. Mar.*, 34:483-490.

DIAZ-PIFERRER, M. 1967a. Los recursos marinos de Venezuela. Algas marinas de importancia económica. *El Farol*, 22: 18-22.

_____. 1967b. Efectos de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Carib. J. Sci.*, 7:1-13.

ENGINEERING-SCIENCE, 1982. *Environmental baseline study of the coastal zone between Punta Cardón and Punta Piedras*. Prepared for MARAVEN, S.A., Falcón, Venezuela. XV + 224 pp.

FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. (1). Year to year change of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 4(2):223-233.

GANESAN, E. K., O. A., ALFONSO, M. APONTE, & A. GONZÁLEZ, 1985. Studies of the marine algal flora

of Venezuela. VIII. Four new additions. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 24(1/2):237-245.

LEMUS, A. J. & M. APONTE, 1987. Estudio de biomasa y regeneración de algunos bancos naturales de agarofitas en el oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 26(1/2):33-44.

M.A.R.N.R. 1991. *Proliferación de algas en la costa occidental de la Península de Paraguaná.* Informe final. Convenio MARNR-MARAVEN. Caracas. 89 pp.

MAZE, J. P. MORAND, & P. POTOKY. 1993. Stabilization of green tides» *Ulva* by a method of composting with a view to pollution limitation. *J. Applied Phycology*, 5:183-190.

MONEN[illegible] A. & Y. M. ASTOR. 1987. Observaciones hidrológicas superficiales de la región nor-occidental del Mar Caribe Venezolano. *Memorias Soc. Cien. Nat. La Salle.*, 47(127-128): 125-148.

OKUDA, [illegible]974. Bosquejo general de las condiciones hidrográficas en el Mar Caribe. En: *Cuadernos Azules. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe Sur-oriental, especialmente el margen continental de Venezuela.* Publicación de la Comisión Organizadora de la III Conferencia de la O.N.U. sobre Derechos del Mar, Caracas. 177 pp.

PAPENFUSS, G.F. 1968. A history, catalogue, and bibliography of Red Sea benthic algae. *Israel J. Bot,*. 17:1-118.

POND, S. & G. L. PICKARD, 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press, Oxford. XX + 329 pp.