

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA) DE LA COSTA DEL PACIFICO,
ENTRE BAHIA TODOS SANTOS Y LA FRONTERA CON ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA.

por

Isaí Pacheco Ruíz
Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Apartado Postal 453
Ensenada, Baja California, México.

RESUMEN

El presente trabajo sobre algas pardas es una aportación al conocimiento de la sistemática y distribución de la flora marina bentónica de Baja California.

Se hizo un estudio florístico sobre un total de 110 km de costa, con datos ecológicos obtenidos en muestreos realizados de julio de 1978 a mayo de 1979, tratando de abarcar un ciclo anual. Cabe mencionar que los muestreos se continuaron en forma regular hasta noviembre de 1981.

En esta extensa área de muestreo, la comunidad algal incluye 33 especies de algas pardas de las cuales 6 son perennes, 10 especies son anuales, 15 son estacionales y de dos especies no se pudo determinar su ciclo con exactitud.

La distribución de las algas pardas tuvo una máxima cantidad de especies encontradas en los meses de verano (julio a septiembre), y una mínima en los meses de invierno (noviembre a enero); además de que por primera vez se reportan 7 especies para las costas de Baja California.

ABSTRACT

The present study of brown algae is a contribution to our knowledge of the systematics and distribution of the benthic marine flora of Baja California. Floristic and ecologic data were collected between July 1978 and May 1979, encompassing one annual cycle.

The region studied was along the Pacific ocean coast of northwest Baja California on a distance of 110 km of coastline.

Along this extensive sampling area, the algal community contains 33 species of brown algae. Of these 6 are perennial, 10 are annual, 15 are seasonal and 2 are not exactly known.

The distribution of the brown algae showed a maximum of species in summer months (July-September) and a minimum in winter (November-January).

INTRODUCCION

En este estudio se analizará uno de los grupos más importantes de macroalgas bentónicas, las algas pardas (Phaeophyta).

Cabe mencionar que uno de los reconocimientos más importantes sobre algas pardas es el realizado por Setchell y Gardner en 1903. Este estudio no es sobre vegetación marina bajacaliforniana pero puede tomarse como de suma importancia, ya que se realizó muy cerca de estas costas (Bahía de San Diego hacia el norte de E.U.A.), por lo tanto, la vegetación por ellos descrita podría ser muy similar a la que se encuentra en estas costas.

La vegetación marina de Baja California ha permanecido por muchos años sólo parcialmente conocida, las colecciones o conocimientos que se tienen de ella se deben a estudios realizados por Yale Dawson (1944 a 1961) de la Universidad del Sur de California, investigadores del Instituto Nacional de Pesca y maestros y alumnos de la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la U.A.B.C. que han realizado colectas esporádicas.

Las costas de Baja California están localizadas en una zona templada que se encuentra influenciada por fenómenos de surgencias (Chávez de Ochoa, 1975), y que por otro lado reciben aportes de agua fría por parte de la corriente de California (Dawson, 1944).

Todo esto ha provocado que la vegetación de estas costas sea muy exuberante y que las algas pardas o gigantes se desarrollen y formen verdaderas junglas marinas, las cuales permanecen hasta este momento casi por completo desconocidas.

Considerando todo lo anterior, el objeto del presente trabajo es llevar a cabo un estudio de la sistemática de las algas pardas o feofitas de la zona de entremareas del área comprendida entre Ensenada, Baja California y la frontera con los Estados Unidos de América, considerando su distribución estacional a lo largo de un ciclo anual.

LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en la costa del Pacífico al noroeste de la Península de Baja California, entre los 31°50' y 32°32' latitud norte y los 116°45' y 117°07' longitud oeste, en un total de 110 km de costa (Fig. 1).

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

Estas costas están constituidas morfológicamente por acantilados y playas arenosas, predominando siempre el tipo de acantilado con zonas muy rocosas y expuestas a oleajes fuertes (mar abierto, zonas de muestreos 1, 2, 7, 9 y 10). Las zonas 5 y 6 son muy similares a las anteriores, la única excepción es que frente de sus playas se localiza una pequeña isla, lo que las convierte en semi-protegidas. Existen también algunas playas arenosas expuestas directamente a la acción del oleaje y corrientes del mar abierto (zonas de muestreos 2 y 8) y otra que además se encuentra localizada en la desembocadura de un río (zona de muestreo 4). Cabe mencionar que todas las zonas de muestreo en una época del año son cubiertas totalmente por arena, convirtiéndolas en playas arenosas.

MATERIALES Y METODOS

En el área de estudio antes descrita, se localizaron 10 zonas de muestreo (Fig. 1), tomando en consideración los lugares de menor influencia turística, ya que esto provoca alteraciones en los ecosistemas. Además se consideró que las costas fueran rocosas, debido a que las algas pardas se localizan preferentemente en el mesolitoral e infralitoral adheridas a fondos rocosos (Gutiérrez et al, 1971).

Los ejemplares de algas pardas fueron colectados cada dos meses a lo largo de un año, dando principio el 20 de julio de 1978 y finalizando el 27 de mayo de 1979, completándose así un ciclo anual. Se llegaba a cada zona antes de la marea baja para así poder aprovecharla desde su inicio y llevar a cabo las observaciones de los ejemplares, así como la recolección de los mismos.

Las colectas se hicieron en transectos rectos de 2 m de ancho aproximadamente, perpendiculares a la playa, desde el supralitoral superior hasta el infralitoral superior (en ocasiones hasta 6 m de profundidad, Fig. 2). Además se efectuaron colectas paralelas a la playa del material de desecho (resaca). Aunado a esto, se tomaron datos de salinidad con un refractómetro de Goldberg, temperatura del agua de mar y del ambiente con termómetro tipo químico de mercurio (V.W.R.) con rango de -20° a 150°C y observaciones tales como habitat del ejemplar, distribución, tipo de sustrato, tamaño y coloración y cambios en la morfología de la playa.

Después de la colecta, los ejemplares se preservaron de acuerdo a los métodos establecidos por Dawson (1955) y se etiquetaron para su análisis posterior.

Dado que por un lado, las zonas de muestreo están bastante retiradas una de otra, y que por otro lado la colecta de los ejemplares requiere bastante tiempo, no era posible cubrir su revisión en un sólo día, por lo cuál en los meses de muestreo, se usaron varias mareas en días subsecuentes.

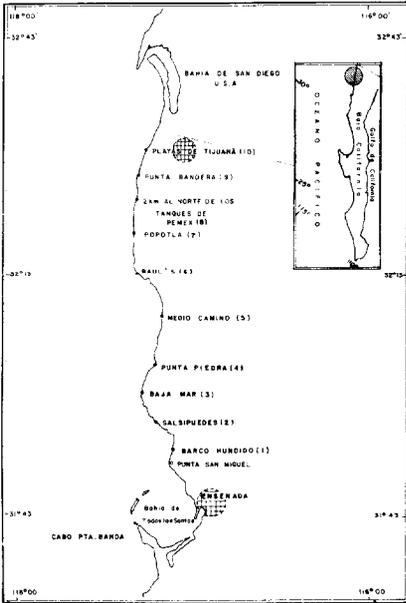


Fig. 1 - LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO Y SITUACION DE LAS ZONAS DE MUESTREO.

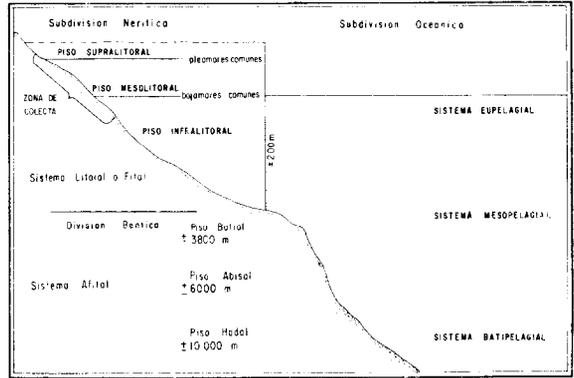


Fig. 2 - CLASIFICACION DE LA COSTA UTILIZADA PARA ESTE ESTUDIO DE ACUERDO A STEPHENSON (1949) MOSTRANDO LA ZONA DE COLECTA.

Terminado el trabajo en el campo se trasladaban los ejemplares al laboratorio de investigaciones en donde fueron identificados utilizando estudios y claves de identificación de diferentes autores (Smith, 1944; Dawson, 1966; Prescott 1968; Chapman, 1975; Abbott y Hollenberg, 1976; Bold, 1978 y otros). Habiendose utilizado como base a Abbott y Hollenberg, 1976.

Se realizaron observaciones al microscopio de estructuras reproductoras, citología y morfología externa de los ejemplares, además del tamaño de algunas de éstas estructuras, utilizando oculares graduados, pié de rey y cintas métricas.

También se tomaron transparencias de cada uno de los ejemplares y de sus partes más importantes para llegar así a la identificación de la especie de cada una de las algas coelctadas.

RESULTADOS

De los 60 muestreos programados sólo 56 se realizaron. En la programación del trabajo, la zona de muestreo 8 fué localizada en la termoeléctrica de Rosarito, sin embargo, en la primera salida durante el mes de julio, el personal de dicha

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

institución nos impidió el acceso a la misma, por lo que este muestreo fué cancelado, cambiandose para las siguientes salidas 3 km al norte de la estación inicial. Las otras que no se pudieron analizar fueron las zonas 2 y 3 en el mes de marzo y la número 9 en el mes de mayo, debido al mal tiempo reinante.

De la revisión de los 56 muestreos efectuados, se determinaron 33 especies de algas pardas, 7 de las cuales presentan una nueva distribución geográfica. (Tabla 1 y 2).

De las 33 especies de algas pardas clasificadas tomando como base las observaciones que se hicieron durante los 6 viajes de muestreo, además de las posteriores observaciones realizadas hasta el mes de noviembre de 1981 y la consulta de literatura que se refiriera a la longevidad de las especies encontradas (Smith, 1944; Dawson, 1966; Prescott, 1968; Chapman, 1975; Abbott y Hollenberg, 1976; Bold, 1978 y otros), se determinaron: 6 especies perennes, 10 anuales, 15 estacionales y de 2 especies no se pudo determinar con exactitud su ciclo, debido a que fueron localizadas esporádicamente (Tablas 2 y 3).

La distribución estacional de las algas pardas a lo largo del año se muestra en la figura 3, donde la máxima cantidad de especies se presenta en los meses de verano (julio y septiembre), en estos meses que son calurosos, es cuando aparece la mayor cantidad de especies encontradas de algas pardas estacionales, decreciendo los números de éstas hacia los meses fríos (noviembre y enero); en enero se detectaron principalmente ejemplares anuales o perennes y algunos estacionales. En este período de bajas temperaturas, el número de algas fué el más bajo registrado a lo largo del estudio; a partir de aquí, el número de especies se incrementa hasta alcanzar su máximo en verano, siendo en otoño cuando las playas son influenciadas por arena (Lizárraga, 1976).

La cantidad de especies en las distintas zonas de muestreo se encuentra en la figura 4, en donde se observa que la mayor cantidad se presenta en las zonas 5 y 6 con 11 y 12 especies, y la más baja cantidad se presentó en las zonas 4, 8 y 10 con 4 y 5 especies, y las intermedias para las zonas restantes con un número variable entre 7 y 9 especies.

Los parámetros fisicoquímicos determinados fueron salinidad (Fig. 5) y temperatura ambiente y del agua (Fig. 6). Los datos obtenidos para estas gráficas son promedios de las lecturas registradas en las diez zonas a lo largo del año de estudio.

Para la salinidad se obtuvo el máximo en los meses de noviembre y enero (invierno) y los mínimos en los meses anteriores y subsecuentes a este período (Fig. 5).

En el caso de las temperaturas, tenemos dos máximos y dos mínimos a lo largo del año, tanto para la temperatura em-

PACHECO RUIZ

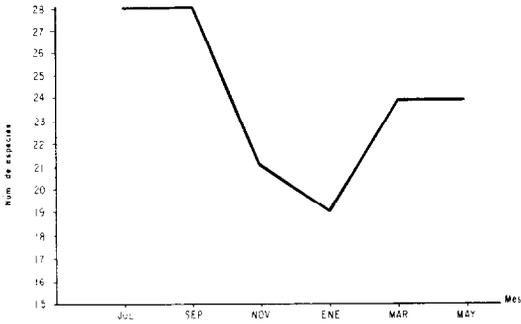


Fig. 3 - DISTRIBUCION DEL NUMERO DE ESPECIES DE ALGAS PARDAS A LO LARGO DE TODO EL CICLO DE MUESTREO

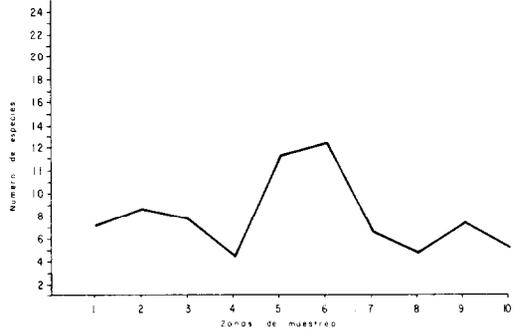


Fig. 4 - DISTRIBUCION DEL NUMERO PROMEDIO ANUAL DE ESPECIES DE ALGAS PARDAS PARA CADA ZONA DE MUESTREO.

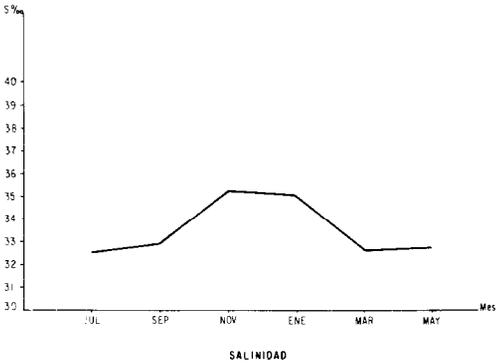


Fig. 5 - DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD PROMEDIO DE LAS 10 ZONAS DE MUESTREO A LO LARGO DE TODO EL CICLO

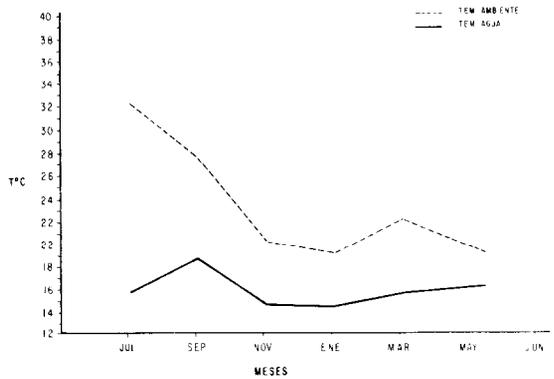


Fig. 6 - DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS PROMEDIO DEL AMBIENTE Y DEL AGUA A LO LARGO DE TODO EL CICLO.

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

DIVISION PHAEOPHYTA

CLASE Phaeophyceae

ORDEN Ectocarpales		
FAMILIA Ectocarpaceae		<i>Ectocarpus acutus</i>
		<i>Ectocarpus parvus</i> *
		<i>Ectocarpus simulans</i> *
		<i>Giffordia granulosa</i>
		<i>Giffordia sandriana</i> *
FAMILIA Mirionemataceae		<i>Ralfsia pacifica</i>
ORDEN Chordariales		
FAMILIA Corynophaeoaceae		<i>Leathesia nana</i> *
		<i>Cylindrocarpus rugosus</i>
ORDEN Dictyosiphonales		
FAMILIA Dictyosiphonaceae		<i>Coilodesme californica</i>
		<i>Coilodesme rigida</i>
FAMILIA Punctariaceae		<i>Punctaria hesperia</i> *
ORDEN Scytosiphonales		
FAMILIA Scytosiphonaceae		<i>Scytosiphon dotyi</i>
		<i>Scytosiphon lomentaria</i>
		<i>Endarachne binghamiae</i>
		<i>Petalonia fascia</i>
		<i>Colpomenia peregrina</i> *
		<i>Colpomenia sinuosa</i>
ORDEN Dictyotales		
FAMILIA Dictyotaceae		<i>Dictyota flabellata</i>
		<i>Pachydictyon coriaceum</i>
		<i>Taonia lennebackeriae</i> .
		<i>Zonaria farlowii</i>
ORDEN Sphacelariales		
FAMILIA Sphacelariaceae		<i>Sphacelaria didichotoma</i> *
		<i>Sphacelaria furcigera</i>
ORDEN Desmarestiales		
FAMILIA Desmarestiaceae		<i>Desmarestia herbacea</i>
		<i>Desmarestia munda</i>
FAMILIA Alariaceae		<i>Eisenia arborea</i>
		<i>Egregia menziesii</i>
ORDEN Laminariales		
FAMILIA Lessoniaceae		<i>Pelagophycus porra</i>
		<i>Macrocystis pyrifera</i>
ORDEN Fucales		
FAMILIA Cystoceiraceae		<i>Cystoseira osmundacea</i>
		<i>Halidrys dioica</i>
FAMILIA Sargassaceae		<i>Sargassum agardhianum</i>
		<i>Sargassum muticum</i>

* Especies con nuevos rangos de distribución geográfica.

TABLA 1 Clasificación a nivel especie de los ejemplares determinados en este estudio.

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

ESTACIONALES	<i>Ectocarpus acutus</i>
	<i>Ectocarpus simulans</i>
	<i>Giffordia sandriana</i>
	<i>Ralfsia pacifica</i>
	<i>Leathesia nana</i>
	<i>Coilodesme californica</i>
	<i>Coilodesme rigida</i>
	<i>Punctaria hesperia</i>
	<i>Scytosiphon dotyi</i>
	<i>Petalonia fascia</i>
	<i>Dictyota flabellata</i>
	<i>Taonia lennebackeriae</i>
	<i>Sphacelaria furcigera</i>
<i>Desmarestia herbacea</i>	
<i>Desmarestia munda</i>	
ANUALES	<i>Ectocarpus parvus</i>
	<i>Giffordia granulosa</i>
	<i>Cylindrocarpus rugosus</i>
	<i>Scytosiphon lomentaria</i>
	<i>Endarachne binghamiae</i>
	<i>Colpomenia peregrina</i>
	<i>Colpomenia sinuosa</i>
	<i>Pachydictyon coriaceum</i>
	<i>Zonaria farlowii</i>
<i>Eisenia arborea</i>	
PERENNES	<i>Egregia menziesii</i>
	<i>Pelagophycus porra</i>
	<i>Macrocystis pyrifera</i>
	<i>Cystoseira osmundacea</i>
	<i>Halidrys dioica</i>
NUNCA PREDOMINARON	<i>Sargassum muticum</i>
	<i>Sphacelaria didichotoma</i>
	<i>Sargassum agardhianum</i>

TABLA 3 Clasificación de los ejemplares en estacionales, anuales y perennes, de acuerdo a su aparición y permanencia en las zonas de muestreo.

biente como para la del agua. La mayor temperatura ambiental de 32.3°C, se detectó en el mes de julio y dos meses después (septiembre) se detecta la máxima temperatura en el agua de mar de 18.7°C. Las temperaturas mínimas tanto del ambiente (19.1°C) como para el agua (14.5°C) se presentan en los meses de noviembre y enero, detectándose posteriormente otro decremento en la temperatura ambiente en el mes de mayo de 19.8°C y la temperatura del agua de mar tiende a mantenerse con un leve incremento.

Como ya se mencionó, se prosiguieron los muestreos de Chlorophytas y Rhodophytas en estas mismas zonas hasta noviembre de 1981, esto con el fin de realizar un estudio florístico más completo, por lo que considero importante mencionar que se identificó hasta la fecha otro género y otra especie de algas estacionales *Ectocarpus simulans* y *Punctaria hesperia*, ambas localizadas en el mes de marzo, la primera en la estación 5 (Medio Camino) y la segunda en la estación 6 (Raul's).

DISCUSION

El noroeste de la Península de Baja California, lugar donde se encuentra el área del presente estudio, es una zona templada que posee una gran cantidad de algas pardas gigantes características de aguas frías. Es por esto que se considera tan importante esta costa, por ser la única zona del litoral mexicano que presenta este tipo de vegetación, ya que conforme se avanza hacia el sur, la vegetación marina se va volviendo más pobre y está representada mayormente por pequeños ejemplares tropicales (Rzedowski, 1978).

Dado que este trabajo de sistemática y distribución se dedica exclusivamente a las algas pardas, se considera de gran importancia ya que para esta zona en particular (entre Bahía Todos Santos y la frontera con Estados Unidos de América), nunca se había realizado un estudio de este tipo a pesar de la gran importancia económica que presentan algunos de los ejemplares que aquí se describen.

Con este primer trabajo se cuenta con un catálogo de especies de algas pardas para esta área que se podrá utilizar como base para estudios posteriores.

Las 33 especies de algas pardas localizadas a lo largo del área de estudio, son muy similares a las descritas por Setchell y Gardner en 1903 para la zona de La Jolla, California, E.U.A.

Como se mencionó anteriormente, la distribución de las especies mostró una máxima cantidad en los meses de julio y septiembre (Fig. 3) o sea en los meses en que se detectó la temperatura más alta en el agua de mar. Esta mayor cantidad

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

de especies debe ser atribuida a factores como: substrato, nutrientes, temperatura, luz y otros. Al mismo tiempo, la máxima temperatura registrada de 18°C no puede considerarse como extremadamente alta en el agua de mar, como para que tenga efectos adversos en el crecimiento y desarrollo de las algas pardas; así como tampoco se debe considerar extremoso el rango de variación que se presentó entre verano e invierno (4°C) ya que no fué lo bastante amplio como para producir la desaparición de ciertos mantos característicos de aguas frías como los de *Macrocystis pyrifera*, *Pelagophycus porra*, *Egria menziesii*, etc., como es el caso del Golfo de California que por su latitud se podría esperar encontrar alguno de los mantos antes mencionados, pero debido a las altas temperaturas del agua de mar en verano (hasta 32°C), además de las grandes variaciones entre verano e invierno (19°C), han convertido a esta zona en desfavorable para el desarrollo de dicha flora (Rzedowski, 1978).

Lo importante de la costa Pacífica, como se dijo anteriormente, es considerar que en estos meses, cuando se presenta el mayor número de especies, existe el sustrato adecuado para la fijación de algas, es decir, el rocoso y no el arenoso que aparece en otros meses cuando cubre a los ejemplares y produce la muerte de los mismos; también se presenta la mayor cantidad de nutrientes en el agua de mar (CALCOFI, 1969) la luz solar es más intensa, el período de iluminación de los ejemplares es mayor debido a que los días son más largos y además la temperatura es favorable, por lo tanto se asume que la mezcla de estos factores es la que favorece la presencia de una buena cantidad de algas pardas en estos meses y para esta zona en particular.

En lo que respecta al escaso número de especies de algas pardas que se presenta al disminuir la temperatura en el agua de mar, se presume que esto se debe a que en meses anteriores, el sustrato rocoso se cubre con arena y las algas al no tener contacto directo con la luz solar, mueren debido a su característica autotrófica fotosintética, así que al volver las playas a su estado rocoso habitual, la mayoría de los ejemplares desaparecen en forma de materia orgánica junto con el sedimento; por otro lado, en el mes de enero se detecta en el océano la menor cantidad de nutrientes de todo el año (CALCOFI, 1969), la temperatura en el agua de mar es baja (14.5°C), el tiempo de exposición a la luz solar es más corto y consideramos que las tormentas de invierno también influyen, ya que en estos meses son arrojadas grandes masas de algas sobre la playa que corresponde a la poca biomasa que ha quedado del efecto claro de la arena al cubrir los ejemplares en meses pasados, por lo que, quizás todos estos factores influyen para que exista una baja cantidad de especies en esta época del año.

Por otro lado, la mayor cantidad de especies encontrada en las zonas 5 y 6 puede atribuirse a que son lugares

semiprotegidos con sustratos adecuados (rocosos) para que las algas pardas se desarrollen en él. La menor se presenta en las zonas restantes (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 y 10) pudiéndose atribuir a un factor común para todas ellas, esto es, que se localizan en zonas completamente expuestas, pero además las zonas 4, 8 y 10 presentan aún un menor número de especies, lo cual puede deberse a factores muy particulares para cada una de ellas, por lo que se discutirán por separado.

Además de lo mencionado, la zona número 4 presenta en ciertas épocas del año, una gran afluencia de agua dulce (Río La Misión) que puede producir efectos adversos para el desarrollo de las algas, debido a que no pueden soportar largos períodos de influencias de aguas de baja salinidad (Scagel, 1977); además, esta zona es muy variable en su morfología debido a la gran cantidad de sedimentos que aportan las aguas del río y con ello las algas quedan cubiertas por arena y solamente sobreviven los ejemplares más grandes o los que se localizan en pisos superiores del litoral donde la arena no logra cubrirlos. Estas pueden ser algunas de las razones por las que la cantidad de especies en esta zona se mantiene baja.

Otra de las zonas con muy baja cantidad de especies es la número 8, que se encuentra localizada 3 km al norte del desembarcadero submarino de Petróleos Mexicanos.

Este desembarcadero ha constituido desde su instalación, un foco de contaminación por petróleo en toda esta área, debido a fugas menores por accidentes de manejo de las tuberías de conducción del petróleo desde el buque-tanque hasta el desembarcadero (Salas et al, 1974). Estos autores mencionan en sus recomendaciones realizar estudios de los efectos que está ocasionando la contaminación en el ecosistema. Aunque no se ha hecho un estudio específico de la influencia del petróleo sobre los mantos algales de esta zona, Neushul (1970) muestra que pueden existir efectos negativos en plantas marinas por contaminación del petróleo. Dado que se ha encontrado baja cantidad de especies en esta zona, se puede asumir que se debe a los efectos negativos del petróleo sobre las algas marinas, produciéndose la muerte de las especies menos resistentes.

La última zona con baja cantidad se localiza en Playas de Tijuana (zona número 10) y esto puede deberse a que es un lugar turístico y por lo tanto es muy frecuentada por el hombre y este la ha convertido a lo largo del tiempo en una zona de excesiva predación.

CONCLUSIONES

El total de algas pardas identificadas para el área de estudio durante el ciclo anual es de 31 especies.

ALGAS PARDAS (PHAEOPHYTA)

Las algas pardas presentaron mayor cantidad de especies en áreas semiprotegidas cuando las condiciones del medio fueron aptas para su desarrollo.

En el período de verano y principios de otoño se presentó la mayor cantidad de especies.

En el período de invierno se presentó la menor cantidad de especies.

El sustrato más adecuado para el desarrollo de las algas fué el rocoso.

El mayor número de algas pardas se localizó en el piso mesolitoral.

Se amplió el rango de distribución geográfico para 7 nuevos géneros de algas pardas.

La contaminación por petróleo está teniendo efectos negativos en el desarrollo de las algas pardas.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, I. y J. Hollenberg, 1976. Marine algae of California. Stanford University Press. Stanford, California, 827 p.
- BOLD, H.C., 1979. The algae. Prentice-Hall, 468 p.
- CALIFORNIA Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, 1969. CalCOFI Atlas No. 20. Charts 2-97.
- CHAPMAN, D.J., 1976. The Algae. The MacMillan Press LTP. Londo.
- CHAVEZ de Ochoa, C., 1975. Algunas condiciones de surgencias durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, Baja California. Dic., 1975. Ciencias Marinas, Vol. 2(2):111-124.
- DAWSON, E.Y., 1944. Resúmen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa Pacífica de México, con una sinópsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, XIII:97-197. 2, 1953.
- - - - - , 1966. Marine Botany. Holt Rinehart and Winston, Inc. 371 p.
- GUTIERREZ VAZQUEZ, J.M., A. Barrera, P.A. Gómez y M. Russek, 1971. Biología, diversidad del mundo animal y sus causas. Compañía editorial Continental, S.A., México. 398 p.

- LIZARRAGA, R., 1976. Variación estacional de la Playa en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Ciencias Marinas, Vol. 3(1):30-50.
- NEUSHUL, M., 1970. The effects of pollution in populations of intertidal and subtidal organisms in Southern California. Santa Barbara Oil Symposium, 1970. The University of California, Santa Barbara, 165-172.
- ODUM, P.E., 1971. Ecología. Editorial Interamericana. 639 p.
- PRESCOTT, G.W., 1968. The algae. Prentice-Hall. 706 p.
- RZEDOWSKI, J., 1978. Vegetación de México. Editorial Limus, México, 432 p.
- SALAS, F.O., K.A., Nishikawa, H.R. Cabrera y S. Alvarez, 1974. Contenido de níquel y vanadio en los aceites pesados que contaminan las costas de la frontera con los Estados Unidos hasta Ensenada, Baja California. Ciencias Marinas, Vol. 1(1):1-15.
- SETCHEL, W.A. y N.L. Gardner. 1903. Algae of North Western Area. Univ. Calif. Publ. Bot. 1:165-419.
- SMITH, M.G., 1944. Marine Algae of the Monterey Peninsula, Cal. Stanford, Cal. 622 p.