



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

CARACTERIZACIÓN MICROAMBIENTAL DEL
GÉNERO *Padma Adanson* (DICTYOTACEAE), EN
CINCO LOCALIDADES DE LA PORCIÓN CENTRAL
DEL ESTADO DE GUERRERO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
EN LOS LIB'S U V U
QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE BIÓLOGO

274489

P R E S E N T A :

ROBERTO CRISTÓBAL GUZALÁN



INSTITUTO MEXICANO
DE INVESTIGACIONES
DEP. DE INVESTIGACIONES

FEBRERO DEL 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	M. en C. Alejandrina G. Avila Ortiz
VOCAL	M. en C. Eloy Solano Camacho
SECRETARIO	Biól. Angélica E. González Schaff
PRIMER SUPLENTE	Dra. Laura Sanvicente Añorve
SEGUNDO SUPLENTE	Biól. Marco A. Hernández Muñoz

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Herbario FEZA, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.

SUSTENTANTE:

Roberto Cristóbal Guzmán

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

M. en C. Alejandrina G. Avila Ortiz

A mis Padres

Hilario Cristóbal Ortiz

Cecilia Guzmán de Cristóbal

Quiénes con todo su amor y paciencia me enseñaron a valorar la vida y me dieron el tesoro más grande, mis estudios.

A mis Hermanos

Elia, Blanca Estela y Miguel Angel

mi cuñado Alberto y mi sobrino Betito

Con cariño y orgullo.

Agradecimientos

A los Profesores del Laboratorio de Macroalgas Marinas de la UAM Iztapalapa, M. en C. Kurt M. Dreckmann, M. en C. Abel Senties y el Dr. Francisco F. Pedroche, por sus valiosos comentarios y apoyo prestado para la realización de esta tesis.

En especial a la M. en C. Alejandrina G. Avila Ortiz por haberme dado la oportunidad de incursionar en el maravilloso campo de la Ficología, por sus invaluable consejos y desde luego por su amistad.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Factores ambientales que afectan el establecimiento de las algas	5
2.1.1 Luz	5
2.1.2 Temperatura	6
2.1.3 Salinidad	7
2.1.4 pH	7
2.1.5 Nivel de marea	8
2.1.6 Oleaje	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
JUSTIFICACIÓN	10
HIPÓTESIS	11
OBJETIVOS	11
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
3.1 Localización	12
3.2 Clima	12
3.3 Condiciones Oceanográficas	14
3.4 Geomorfología	14
4. METODOLOGÍA	16
4.1 Trabajo de gabinete	16
4.2 Trabajo de campo	16
4.3 Trabajo de laboratorio	18
4.4 Trabajo de herbario	18
5. RESULTADOS	19
5.1 Caracterización de microambientes	19
5.2 Parámetros ambientales	23
ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	39
LÁMINAS	41
LITERATURA CITADA	46

RESUMEN

Los estudios ecológicos son fundamentales para apoyar las investigaciones taxonómicas. En particular, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la caracterización microambiental del hábitat ocupado por el género *Padina* Adanson en el Pacífico Tropical Mexicano, principalmente en las playas: La Madera, Las Gatas, La Barrita, Cayaquitos y Puerto Vicente Guerrero, en la porción central del estado de Guerrero.

Del género en estudio se identificaron tres especies: *Padina crispata* Thivy, *P. durvillei* Bory y *P. mexicana* Dawson, además se revisaron ejemplares de distintos herbarios nacionales, de los cuales se extrajo información complementaria, pero desafortunadamente fue escasa, ya que la mayoría de los ejemplares no cuenta con suficientes datos de tipo ecológico.

En general se reconocieron los siguientes microambientes: pozas de marea, canales de corriente, riscos con exposición al oleaje directo e indirecto, plataforma coralina, rocas sumergidas y recovecos de los cuales se presenta una breve descripción.

También se midieron algunos parámetros ambientales tales como, temperatura del agua, salinidad y pH (los cuales se consideran fundamentales para su distribución y ciclo de vida). Con base en el análisis comparativo entre ellos, se observó, que existen diferencias entre los microambientes de las cinco localidades.

Finalmente se concluye que cada una de las especies del género *Padina* responden a condiciones específicas en los diferentes microambientes, lo que permite observar una distribución definida dentro de los ambientes.

1. INTRODUCCIÓN

Con el 72% de la Tierra cubierta por océanos, no es sorprendente que las plantas marinas desempeñen una importante función en las cadenas alimentarias del mundo (Dawes, 1986).

El conjunto de individuos conocidos colectivamente como algas abarca gran diversidad de organismos. Estas varían en tamaño desde células individuales tan pequeñas como un micrómetro hasta las grandes algas marinas que crecen más de 50 metros (Dawes, 1986).

La mayoría son organismos acuáticos que viven en aguas blandas o duras, es posible encontrar algunas especies que se desarrollan en hábitats tan diversos como troncos de árboles, bancos de nieve, aguas termales o incluso dentro de cavidades diminutas de las rocas del desierto. Cierta número de ellas viven simbióticamente con animales, hongos y otras plantas.

Las algas macroscópicas que se encuentran en el ambiente marino pertenecen a una de estas tres divisiones, Chlorophyta (verdes), Phaeophyta (pardas) y Rhodophyta (rojas). Aunque sólo el 10% de las verdes están presentes en los hábitats marinos, son particularmente importantes en los trópicos donde existen diversas formas sifonosas y calcificadas. Las rojas son prácticamente marinas al igual que las pardas. Mientras que la mayor diversidad de algas rojas se encuentran en aguas tropicales y subtropicales, las pardas son más comunes en aguas templadas.

Recientemente la humanidad ha empezado a considerar a los océanos como una posible fuente de energía y materia orgánica, y las algas son básicas para realizar estudios de ese tipo. Aun así, el conocimiento que se tiene sobre ellas, tanto de formas microscópicas como macroscópicas es limitado, y sólo hasta hace poco se han comenzado a utilizar los vastos recursos presentes en las comunidades marinas (Dawes, 1986).

Las algas suelen ser componentes muy importantes de los ecosistemas acuáticos continentales y marinos, contribuyen de manera importante en los ciclos biogeoquímicos, así como también en el flujo de energía (Wetzel, 1975). Las especies de algas han prosperado en sus hábitats en virtud de su código genético único (al igual que todas las demás especies de seres vivos) que les permite: 1) satisfacer sus requerimientos fisiológicos básicos para crecer y reproducirse en un ambiente particular; 2) interactuar exitosamente con otros organismos de ese ambiente, y 3) sobrevivir a largos periodos bajo condiciones desfavorables (Hoek, 1995).

2. ANTECEDENTES

A diferencia de lo que ha sucedido en países con una gran tradición ficológica como Inglaterra, Francia, Japón, Estados Unidos de América y Brasil, en los que desde el siglo pasado se ha prestado gran atención a la elaboración de su inventario ficológico, en México en los albores del siglo XXI, a pesar del gran desarrollo de otras áreas de la botánica, el inventario de las algas esta apenas integrándose (González-González *et al.* 1996).

Como mencionan diversos autores, Dawson (1946, 1949), Ortega (1984) y González-González (1987, 1992b) por citar algunos, los estudios de macroalgas bénticas de las costas de México se inician de manera dispersa y circunstancial hace aproximadamente 150 años. Desde ese entonces se han realizado más de 250 estudios florísticos por cerca de 100 autores, motivados por intereses diversos y sin una clara vinculación entre sí.

De estos estudios florísticos muy pocos se han enfocado a caracterizar los ambientes en los que se desarrollan las macroalgas, entre ellos destacan los realizados por González-González (1987, 1992a, 1993) y Candelaria (1985, 1996) en los cuales hacen una importante aportación a la ecología de las algas.

Un ambiente marino es una unidad espacio-temporal donde se expresa una determinada comunidad algal por las condiciones mesológicas que posibilitan su manifestación. El

tamaño de los ambientes depende de la homogeneidad y continuidad de ciertos factores (González-González, 1993). Existe una gran cantidad de ambientes marinos en los que se establecen las macroalgas, sin duda, uno de ellos son las costas rocosas. Al hablar de costa rocosa se hace referencia a aquella porción del litoral marino en donde emerge cualquier tipo de sustrato rocoso, una gran cantidad del sustrato es estable, el cual se erosiona lentamente por diversos factores, esto posibilita la existencia de una superficie firme y segura donde pueden fijarse un gran número de algas marinas y otros organismos bentónicos. Es un área comparativamente angosta que pocas veces ocupa más de unos cuantos metros de profundidad, en estrecha relación con la amplitud de la marea y la acción del oleaje (Candelaria, 1985).

Comúnmente en las costas rocosas existe una gran diversidad de especies de algas en donde por su gran abundancia, predominan las Chlorophytas, Phaeophytas, Rhodophytas, y diatomeas (Round, 1981).

Una de las características más evidentes en muchas costas rocosas, pero no de todas, que más ha impresionado a los investigadores, es el aparente patrón horizontal en franjas o zonas más o menos definidas (zonación), que adoptan las algas y otros organismos sobre el litoral (Round, 1981).

Dentro de las costas rocosas existe una gran variedad de microambientes, en donde su presencia dependerá de la homogeneidad y continuidad de los gradientes ambientales (González-González, 1992a y 1993).

Un microambiente se define por la topografía, así como por la estructura y composición de las comunidades algales influenciadas por el nivel de marea, efecto del oleaje, iluminación, fotoperíodo, grado y tiempo de exposición, microrrelieve, tipo de sustrato, química del agua y temperatura. Para el Pacífico tropical mexicano se identifican 1) pisos y paredes casi verticales o inclinados; 2) prominencias, montículos o salientes; 3) bordes, cantos y aristas; 4) hendiduras, recovecos y concavidades. Estos microambientes se pueden presentar repetidamente y en todas las combinaciones posibles, los cuales forman los mosaicos.

franjas, zonas o parches característicos del Pacífico Tropical Mexicano (PTM) (González-González, 1993).

Dadas las condiciones del litoral, las algas en general se encuentran sujetas a un gran número de factores ambientales que afectan de algún modo su presencia, abundancia y distribución, si bien, ninguno de dichos factores ejerce una acción completamente independiente y su importancia varía según la especie algal de que se trate (Candelaria, 1996).

2.1. Factores que afectan el establecimiento de las algas

Por lo general, las algas se encuentran sujetas a cambios contrastantes de temperatura, salinidad, humectación y desecación, alternadas por los movimientos de marea, golpeo del oleaje continuo y a otro tipo de factores (Candelaria, 1996). Los parámetros ambientales pueden limitar el crecimiento y reproducción de las algas, tanto por su exceso (altas temperaturas, concentraciones de amonio, entre otros) así como por su deficiencia. Los niveles mínimo y máximo definen, así los límites de tolerancia del organismo ante cualquier factor ambiental (Darley, 1987).

Dentro de los factores más importantes se pueden mencionar los siguientes.

2.1.1. Luz

La luz es uno de los factores que ha sido más estudiado debido a la gran importancia que tiene para la vida algal ya que es una fuente energética necesaria para la realización de la fotosíntesis. Principalmente en la zona litoral la intensidad de la luz varía dependiendo del nivel de marea (pleamar o bajamar). Cuando se presenta la bajamar la costa queda expuesta directamente a la luz, incrementándose así la cantidad de energía radiante que reciben las algas, la intensidad luminosa también variará con respecto a la latitud y época del año, en la pleamar ocurre lo contrario (Lee, 1989).

Muchas feofitas intermareales exhiben un movimiento de sus cloroplastos inducido por la luz, el cual se piensa que representa una respuesta adaptativa a corto plazo. En iluminación de baja intensidad, los cloroplastos se mueven hacia la pared celular que se orienta hacia la luz para absorber la mayor cantidad de energía, pero cuando se da la iluminación de alta intensidad, se mueven hacia los costados de la célula quizá para evitar daños por irradiación (Nultsch y Pfau, 1979).

2.1.2. Temperatura

De todos los factores físicos, la temperatura es el más importante, ya que determina la distribución geográfica tanto de las algas como de otros organismos marinos. Darley (1987), considera que la temperatura de la superficie del océano está relacionada con la latitud y las estaciones del año; se reciben más unidades de calor en el ecuador que en los polos y más aun en el verano que en el invierno.

Las algas requieren de temperaturas específicas, las cuales determinan su distribución latitudinal y los patrones estacionales de crecimiento (Dawes, 1986).

En la zona intermareal las algas marinas, también suelen experimentar variaciones extremas de temperatura cuando están expuestas a la marea baja. La mayoría de las algas submareales, sin tomar en cuenta su origen geográfico, no sobreviven a las temperaturas de congelación, aunque hay algunas excepciones; por ejemplo, el alga parda intermareal *Fucus vesiculosus* que puede sobrevivir varias horas a -45°C . Las especies intermareales tropicales no soportan el congelamiento e incluso algunas mueren al quedar expuestas a temperaturas inferiores a 5°C . Aún no se sabe a ciencia cierta el por qué de la resistencia al frío, pero se cree que está relacionada con la acumulación de solutos orgánicos, los cuales disminuyen el punto de congelación y así se impide la formación de cristales de hielo que matarían a las algas; el límite de tolerancia a altas temperaturas está por lo general entre los 27 y los 35°C , se sabe que pocas especies, incluso tropicales, sobreviven a 40°C (Darley, 1987).

2.1.3. Salinidad

En muchos ambientes, las algas marinas están sujetas a fluctuaciones periódicas de salinidad asociadas con escurrimiento terrestre. En general se ha encontrado que las algas submareales sobreviven a exposiciones breves de salinidades del 15 al 45 psu, mientras que las especies intermareales pueden resistir salinidades del 3 al 100 psu. El límite de tolerancia para el crecimiento es, de hecho menor que estos valores, los óptimos para el desarrollo de las algas oscilan entre las 30 y 35 psu (Darley, 1987).

La tolerancia que presentan las algas marinas a la salinidad, depende de su capacidad para ajustar su potencial osmótico interno, con lo que regulan la concentración de iones inorgánicos y varias moléculas orgánicas.

En cuanto al crecimiento, la salinidad también afecta ya que puede alterar su velocidad, por ejemplo en *Ectocarpus* (Phaeophyceae), se ha observado que su desarrollo se da sólo en un intervalo de salinidad que va de 17.5 – 70 psu, siendo su óptima a 35 psu. Algunas otras especies muestran una disminución en el tamaño del talo conforme disminuye la salinidad (Dawes, 1986).

2.1.4. pH

En situaciones normales el pH del agua de mar se encuentra ligeramente alcalino, (7.5-8.4) por lo que en aquellas costas rocosas con drenado más o menos continuo se mantiene en niveles constantes, no siendo un factor de consideración, sin embargo, en las pozas de marea puede haber una variación importante ocasionada por la actividad fotosintética de muchas algas confinadas a esos lugares (Darley, 1986).

En cubetas del litoral rocoso con intensa vida vegetal, puede llegarse hasta cerca de 9, y en aguas profundas donde, hay fuerte consumo de oxígeno y producción de CO₂, se alcanzan valores mínimos de 7. 6-7, el agua marina está fuertemente tamponada, de aquí que su pH varíe poco, y las fluctuaciones de este, medidas con precisión suficiente, son excelentes indicadores de los cambios de CO₂ en el agua, relacionados con la fotosíntesis de las algas y con la respiración, el pH tiene mucha importancia por indicar las proporciones entre las

distintas formas de carbono inorgánico que las algas tienen a su disposición (Margalef, 1980).

Existen pocas investigaciones acerca del efecto del pH sobre las respuestas funcionales de las algas marinas. Mediciones hechas con respecto a las tasas fotosintéticas de clorofitas, rodofitas y feofitas en un rango de pH entre 8.1 y 10.3, mostraron un descenso general a valores bajos y en algunos casos la completa inhibición en un pH de 9.5 o más altas. En cuanto al crecimiento se ha observado que en *Ectocarpus* se da un desarrollo óptimo a valores de un pH de 8.0. También se ha visto que esporulantes de la rodofita *Plumaria elegans* sobrevivieron seis días con un pH de 9.6 a 8°C, pero su crecimiento se vio reducido casi a la mitad en estas condiciones; al mismo pH pero a 16°C el crecimiento se inhibió completamente y solo la mitad de los esporulantes lo resistieron (Whitney & Darley, 1986).

2.1.5. Nivel de marea

La variación de los factores a que están expuestas las algas continuamente sumergidas y emergidas, son extremadamente complejos, cuando la marea es alta la temperatura es más o menos uniforme, y factores tales como la pérdida de agua, intercambio gaseoso, disponibilidad de nutrientes, no parecen ser problema para un alga. Pero puede haber una disminución de la intensidad luminosa, la cual es indispensable para realizar el proceso de la fotosíntesis, además de que la costa queda abierta y las algas están expuestas a cierto tipo de depredadores. (Dawes, 1986).

2.1.6. Oleaje

Los efectos del oleaje sobre las algas son principalmente mecánicos y comprenden la presión con que golpea el agua, el arrastre creado por la turbulencia después de romper la ola puede ser muy alto, y puede llegar a dañar estructuras delicadas, las cuales se pueden comprimir con facilidad. El arrastre por agua crea una fuerza direccional lateral que puede llegar a desprender las estructuras de fijación de sus puntos de sostén. El efecto de abrasión se debe al movimiento de las aguas en combinación con una gran cantidad de partículas suspendidas, que tienden a raspar los talos de las algas (Lewis, 1964). Por otro lado, la

ausencia de turbulencia puede permitir la deposición de capas de sedimento más o menos grandes sobre las rocas, lo cual evita el desarrollo de algunas especies aunque favorece el de otras (Feldmann, 1951).

Todos estos factores se ven alterados por meteoros (alteraciones climatológicas), uno de ellos y muy importante es el fenómeno de "El Niño", el cual es una manifestación de varios eventos océano-atmosféricos durante un periodo mayor a seis meses. El clima normal está dado por el sistema de alta presión sobre el Pacífico Este, que permite el flujo de los vientos alisios hacia la baja presión del oeste e induce una corriente fría en esta dirección. El agua cálida se apila en el Pacífico Este, mientras que el agua fría regresa en una corriente subsuperficial. Cuando este patrón se rompe se produce el evento llamado El Niño (Miller, 1984).

Las causas no están del todo esclarecidas, al parecer "El Niño" es precedido por vientos alisios del SE excesivamente fuertes que conducen a una acumulación de agua cálida en el Pacífico Oeste y, por consecuencia, incrementan el nivel del mar (McCreary, 1976).

El fenómeno de "El Niño" a lo largo del siglo se ha registrado como una variación del nivel del mar, otra consecuencia importante que sobresale de este fenómeno es el efecto que produce en la temperatura superficial. El promedio mensual de temperaturas de abril de 1982 a septiembre de 1983 se mantuvo alrededor de los 30°C para ambos años (Newell, 1986). A nivel local, las aguas costeras de Guerrero fueron desplazadas cerca de la costa y hacia el norte por aguas calientes. Asimismo, el nivel del mar se incrementó 45 cm debido a la existencia de una fuente geográfica extensa de las ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial Central (Gallegos *et al.*, 1984 y Newell, 1986).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las comunidades algales se ven directamente influenciadas por factores ambientales como luz, temperatura, oleaje, nivel de marea, salinidad y pH, entre otros. Por esta razón, se pretende realizar una caracterización microambiental para conocer más a fondo las condiciones ecológicas en las que se desarrollan algunas poblaciones del género *Padina* Adanson.

JUSTIFICACIÓN

La Ficología marina nacional, en lo que a las macroalgas respecta se ha enfocado durante los últimos 50 años a una labor fundamentalmente florística (Dreckmann, 1998); con el presente estudio se pretende obtener datos de tipo ecológico para adquirir un conocimiento más profundo sobre las condiciones en las que se desarrollan las especies del género *Padina* ya que son muy abundantes en la zona de estudio, y desde el punto de vista ecológico representan para algunas especies de invertebrados y vertebrados la base de la cadena trófica a demás de servirles de refugio.

Por otro lado, conocer este tipo de aspectos dan pie a que en un futuro estos trabajos sean la base para iniciar proyectos sobre el manejo de recursos naturales o de preservación de la biodiversidad, los cuales en estos tiempos son sumamente necesarios debido al ritmo tan acelerado con que va desapareciendo la biota.

HIPÓTESIS

Los factores abióticos, además de los bióticos, influyen de manera natural sobre las poblaciones algales. Por lo tanto, al realizar la caracterización microambiental del género *Padina* en los meses de mayo, agosto de 1998 y febrero, septiembre en 1999, se puede observar los cambios en los parámetros ambientales así como las variaciones en las poblaciones del género.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los microambientes en los cuales se desarrollan poblaciones del género *Padina*, en las localidades: Playa La Madera, Las Gatas, La Barrita, Cayaquitos y Puerto Vicente Guerrero.

OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Describir las condiciones fisiográficas de cada uno de los microambientes en los que se desarrollan las especies del género *Padina*.
- b) Registrar algunos parámetros ambientales tales como temperatura, salinidad y pH, en las cinco localidades durante los meses de mayo y agosto de 1998 y febrero y septiembre de 1999, para poder observar la variación entre ellos.
- c) Comparar cada uno de los microambientes con base en los datos obtenidos.

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Localización

El océano Pacífico está considerado como el más antiguo del mundo (Flamand, 1991), el área de estudio se encuentra localizada en el *Pacífico Tropical Mexicano*, en la porción central de las costas del estado de Guerrero y comprende cinco localidades: Playa La Madera y Las Gatas municipio de Zihuatanejo, ubicadas dentro de la bahía de Zihuatanejo.

La primera es una playa rocosa con riscos prominentes, la cual presenta zonas claramente expuestas y zonas protegidas. La segunda es una playa arenosa protegida por una barra rocosa en la que se encuentra una zona de coral. Playa La Barrita municipio de Petatlán, en general, es una zona de peñascos o grandes riscos que de acuerdo con González-González (1992a) se encuentran poco separados de la costa y presenta partes emergidas aún cuando se da la pleamar. Cayaquitos es un área con afloramientos rocosos con formaciones irregulares y heterogéneas, y Puerto Vicente Guerrero municipio de Papanao, presenta acantilados o barreras de choque que se encuentran expuestos directamente al fuerte golpeo de las olas (González-González, 1992a); todas las localidades se encuentran entre los 160 y 250 Km al noroeste del Puerto de Acapulco siguiendo por la carretera federal No. 200 entre los $17^{\circ}38'17''\text{N } 101^{\circ}33'03''\text{W}$ y los $17^{\circ} 16'13'' \text{N } 101^{\circ}03'16''\text{W}$ (Figura 1).

3.2. Clima

En condiciones normales y de acuerdo a los datos registrados en las estaciones climatológicas más cercanas (12-018_Coyuquilla) y de acuerdo con la clasificación de Köpen modificada para México por García (1973), el tipo de clima reportado para la zona corresponde al denominado $\text{Aw}_0(\text{w})_i$, que se traduce como un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un cociente P/T media de 43.2 con lluvia invernal menor de 5% del total de lluvia anual y una oscilación isotermal menor de 5°C , la temperatura media anual es de más de 25°C y la precipitación anual es de 800 a 1600 mm.

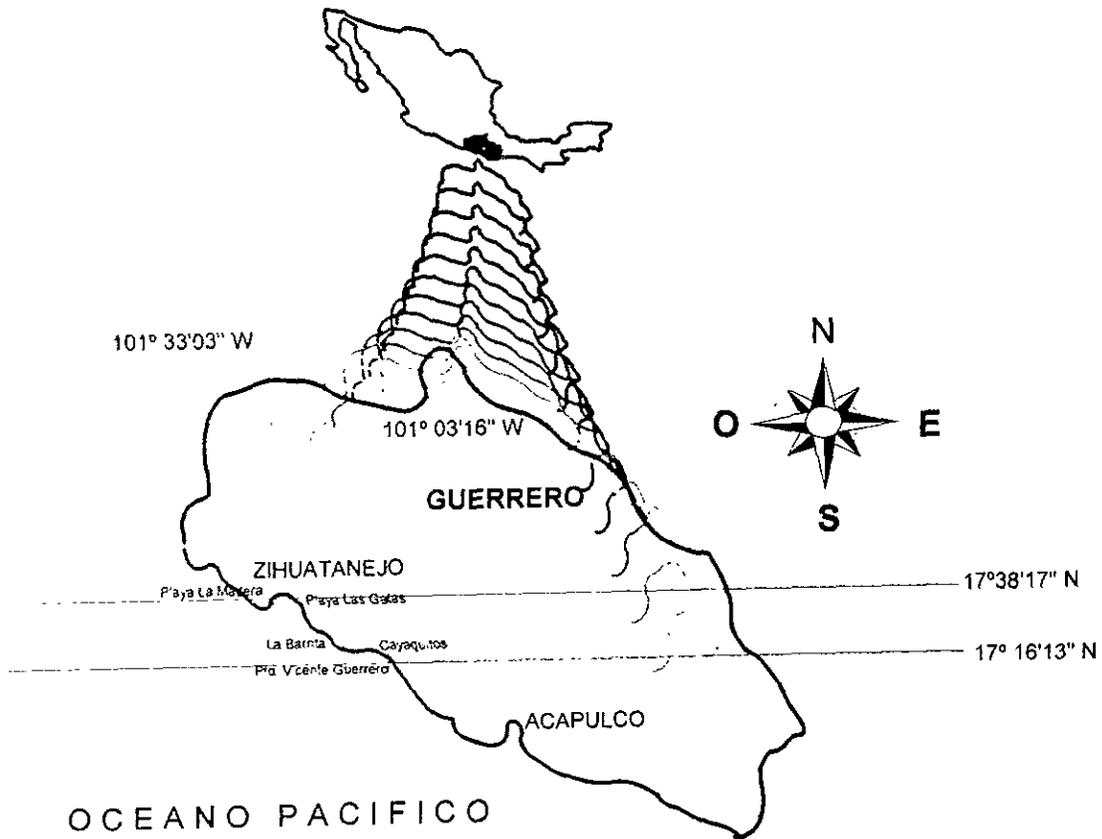


Figura 1. Ubicacion de la zona de estudio

3.3. Condiciones Oceanográficas

El litoral guerrerense se ve influido de manera general por un doble sistema de corrientes que se alternan estacionalmente, la Corriente Costanera de Costa Rica y la Corriente de California (Hubbs y Roden 1964).

Durante mayo se desarrolla un pequeño ramal de la Corriente Costanera de Costa Rica que se propaga hasta el NW, la cual baña directamente las costas de Guerrero, y de junio a agosto se alcanza el nivel máximo de desarrollo de esta corriente (Wirtki 1965).

El régimen de marea que predomina es de tipo mixto semidiurno con una amplitud media de 60 cm (Secretaría de Marina 1979), el movimiento total de marea se propaga en dirección SE (Ayala, 1991).

La temperatura superficial promedio del agua oscila de 29 a 30°C en verano y de 27 a 28°C en invierno. La salinidad del agua litoral en general es uniforme con un promedio entre 33.5 y 34 psu (Hubbs y Roden 1964).

La aparición del fenómeno "El Niño" produce modificaciones importantes en las condiciones oceanográficas en las costas de Guerrero, un ejemplo de ello es que durante 1982-1983, las aguas litorales de Guerrero fueron replegadas cerca de la costa y hacia el N por aguas cálidas; así mismo, el nivel del mar se incrementó 45 cm debido a la existencia de una fuente geográfica extensa de las ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial Central (Gállegos *et al.*, 1984 y Newell, 1986).

3.4. Geomorfología

El litoral guerrerense corresponde al tipo de costa referido como de colisión continental (Inman & Nordstrom, 1971), y forma parte de la unidad morfotectónica VIII (Carranza-Edwards *et al.*, 1975).

Siguiendo el borde litoral se desarrolla un sistema montañoso abrupto y continuo (Sierra Madre del Sur). De este sistema montañoso se derivan algunas estribaciones transversales en dirección al litoral, pero muy pocas alcanzan directamente la orilla, las dos más importantes son las áreas rocosas de Acapulco y Zihuatanejo (Figuroa de Contin 1980). Estas estribaciones finalmente forman los ambientes rocosos en los que se desarrolla una gran parte de la diversidad algal.

4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada se dividió en cuatro fases, las cuales se describen a continuación.

4.1.-Trabajo de gabinete

a) Revisión bibliográfica:

Se realizó una investigación bibliográfica para obtener información de los antecedentes de trabajos previos sobre el tema en libros, artículos de revistas y bancos de datos.

4.2.-Trabajo de campo

a) Salidas a campo:

Se realizaron cuatro salidas a campo, 15 – 18 mayo 1998; 14 - 17 agosto 1998, 12 - 15 febrero 1999 y 24 - 26 septiembre 1999, a las localidades de Playa la Madera y Playa las Gatas municipio de Zihuatanejo, Playa la Barrita (mpio. Petatlán), Playa Cayaquitos y Puerto Vicente Guerrero (mpio. Papanoa), en el estado de Guerrero.

b) Caracterización de microambientes:

Se *determinaron y caracterizaron* los ambientes particulares o microambientes considerando topografía, tipo de roca, efecto del oleaje y parámetros ambientales. Como no existen estándares de muestreo (González-González, 1993) y dadas las características de las algas y de los litorales rocosos del PTM, se planteó la siguiente técnica para tres de las localidades (La Madera, La Barrita y Cayaquitos): se marcaron transectos perpendiculares a la línea de costa, con 25 metros de largo por seis de ancho, lo cual fue posible solo en la época de sequía (mayo) de 1998, debido a las condiciones ambientales que se presentaron, mientras que para las otras dos (Las Gatas y Puerto Vicente Guerrero) fue de manera aleatoria, por sus características físicas. En la primera se trata de una plataforma coralina y

una barra rocosa, en la segunda la mayoría de los riscos están sumergidos y expuestos a un oleaje de gran intensidad. Cabe resaltar que los microambientes tomados en cuenta fueron aquellos cuyo diámetro se encontraba entre 0.70 m y 1.5 m.

c) Medición de parámetros ambientales:

Se hizo la medición de algunos parámetros ambientales tales como: temperatura del agua, la cual se midió con un termómetro; la salinidad, se registró con un refractómetro S/MILL-E ATAGO Salinity 0-100‰, que con base en el índice de refracción, determina el contenido de sales en al agua de mar. Para el pH, se utilizó un potenciómetro, el cual determina la cantidad de iones H^+ y de iones OH^- para determinar la acidez o basicidad de una sustancia, en este caso del agua marina.

d) Recolección del material ficológico:

La recolección de los talos de *Padina* se efectuó de manera manual, con una espátula, se desprendió el talo desde el disco basal, una vez recolectado se introdujo en bolsas de plástico y se le colocó una etiqueta con los datos de campo (colector, fecha, localidad, tipo de microambiente donde se recolectó, pH, temperatura, salinidad y efecto del oleaje) y se le adicionó una solución fijadora de formol al 4% en agua de mar. Algunos ejemplares se seleccionaron para herborizarlos de la siguiente manera:

Se colocó el espécimen en una charola con agua de mar y por debajo se deslizó una cartulina anotando previamente los siguientes datos: recolector, fecha, localidad, microambiente en que se recolectó, pH, temperatura, salinidad y efecto del oleaje. Con pincel o agujas de disección se extendió la lámina preferentemente fértil, así como el estipite y disco basal, se dejó escurrir la cartulina cuidando que no se moviera el material montado, posteriormente se cubrió con un lienzo de tela de algodón; se colocó entre papeles secantes o periódicos y cartones corrugados, una vez prensados el secado se realizó a la intemperie (Ortega *et al.*, 1993), se cambiaron los papeles secantes, lienzos y cartones diariamente, finalmente se realizó la determinación taxonómica en el laboratorio.

4.3.-Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se llevó a cabo la determinación taxonómica tanto del material fijado como del herborizado, en ambos casos se realizaron cortes histológicos en tres zonas del talo (apical, media y basal) para poder observarlas al microscopio óptico y así contar el número total de capas de células además de otros caracteres, las muestras herborizadas se rehidrataron utilizando una solución jabonosa en agua de mar y calentándose en el horno de microondas de 1.20 a 1.40 minutos, esto dependiendo de la consistencia del talo de cada especie, una vez rehidratado el ejemplar se realizan los cortes, los cuales se montaron en gelatina glicerinada y se incorporaron a la colección ficológica del Herbario FEZA ubicado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM.

4.4.-Trabajo de herbario.

a) Revisión de ejemplares de herbario:

Se revisaron ejemplares de algunos herbarios nacionales (ENCB, IZTA y FEZA) para obtener mas información acerca de datos ambientales en la zona de estudio.

5. RESULTADOS

Se recolectaron y determinaron 69 ejemplares del género *Padina* tomados en las localidades correspondientes a la zona de estudio, ya que cada especie posee un determinado número de células de grosor, entre otros caracteres que la identifican, se procuró que los talos tuvieran estructuras reproductivas, esto con la finalidad de conocer un poco más de las características del género y relacionar cada especie con el tipo de microambiente, y se lograron identificar las siguientes especies:

(Lámina 1)

1. *Padina crispata* Thivy
2. *P. durvillei* Bory
3. *P. mexicana* Dawson

5.1. Caracterización de los microambientes

Los transectos propuestos en la metodología fue posible realizarlos únicamente en una de las localidades y en una época del año debido a las condiciones de marea y oleaje que no permitieron llevarlos a cabo, por lo que se realizó el muestreo de manera aleatoria durante las siguientes salidas. En general en las Playas la Madera, la Barrita y Cayaquitos, se encuentran ambientes generales llamados "puntas rocosas" que por su exposición y orientación, presentan zonas expuestas y zonas protegidas del oleaje esto de acuerdo con González-González (1992a). Playa las Gatas presenta una barra coralina protegida por una barra rocosa que funciona como zona de rompiente, deteniendo así la intensidad del oleaje, y Puerto Vicente Guerrero también es una zona de riscos pero con un oleaje pronunciadamente más fuerte que en las localidades anteriores. Dentro de estos ambientes generales se presentan ciertas características que determinan a los microambientes, en las cinco localidades se han detectado ocho de ellos, a continuación se proporciona una breve descripción de acuerdo a las observaciones realizadas en campo.

Pozas de marea. Son concavidades las cuales se localizan generalmente sobre barras rocosas y en algunas ocasiones entre rocas, se forman por su posición con respecto al nivel de marea y se pueden clasificar en dos: pozas de marea con aporte continuo de agua y pozas de marea aisladas momentáneamente del resto del mar (Lámina 2 a), esto combinado con factores como la luz solar o la lluvia, hace que se presenten variaciones bruscas de temperatura y salinidad, lo cual afecta el establecimiento de algunas especies de algas,

Riscos expuestos al oleaje directo e indirecto. Se caracterizan principalmente por ser prominencias rocosas las cuales presentan cierta individualidad, se encuentran influenciadas por el oleaje dependiendo de su posición con respecto a la línea de costa, también se debe de tomar en cuenta la elevación respecto al nivel de marea y proximidad con otros riscos, estas características en conjunto hace que las condiciones a nivel microambiental varíen (Lámina 2 b).

Canales de corriente. Se forman entre las fracturas de las rocas y por el arrastre de agua después de la rompiente de las olas, haciendo el efecto de un canal con corriente continua debido al ritmo de las olas, asociado a esto se encuentra cierto grado de turbidez que disminuye conforme decrece la fuerza del oleaje (Lámina 3 c).

Barra coralina. Se forman principalmente por arrecifes de coral y son zonas en las cuales se puede detectar una gran cantidad de carbonatos de calcio, en este caso se encuentra en una zona donde las aguas son muy tranquilas ya que las olas rompen en una barra rocosa que protege a la barra coralina de la acción directa de las olas (Lámina 3 d)

Rocas sumergidas. Rocas que se encuentran bajo el agua aun cuando el nivel de marea es bajo; están influenciadas por el oleaje y las corrientes, y debido a esto se presentan ciertas condiciones de turbidez, la cual disminuye de acuerdo con su posición respecto a la línea de costa (Lámina 4 e)

Recovecos. Se forman dentro de concavidades y entre las rocas, en donde llegan pequeñas corrientes de agua debido a la acción del oleaje, y forman un pequeño remolino turbio, que posteriormente produce un efecto de arrastre (Lámina 4 f).

Plataformas rocosas. Bloques de roca con una superficie casi horizontal poco accidentados, y generalmente no muy profundos, lo que permite que se establezcan algunas especies del género *Padina*.

Se registraron en total ocho tipos de microambientes para las cinco localidades (Tabla 1), de estos no todos se presentan en cada una de ellas, ya que cada zona presenta características topográficas propias.

En Playa La Madera se encuentran bien representados seis de ellos (Tabla 1) en los que se encuentran las tres especies (*Padina crispata*, *P. durvillei* y *P. mexicana*) presentes en los diferentes microambientes

En la localidad de Playa las Gatas se registraron cinco tipos de microambientes (Tabla 1) tres de ellos se localizan en una barra coralina, zona que se encuentra protegida del oleaje directo por una barra rocosa, en donde se detectaron los microambientes restantes, aquí se encontraron únicamente dos especies *P. crispata* y *P. mexicana*.

Playa la Barrita es la localidad mejor representada y se lograron identificar ocho diferentes microambientes, y se detectaron las tres especies (*P. crispata*, *P. durvillei* y *P. mexicana*) (Tabla 1).

En Playa Cayaquitos se caracterizaron seis tipos de microambientes y se registraron dos especies (*P. crispata* y *P. durvillei*) (Tabla 1).

En Puerto Vicente se detectaron dos tipos de microambientes (Tabla 1) los cuales se encuentran habitados por *P. durvillei*.

Tabla 1. Microambientes que se localizaron por cada localidad y especie encontrada en cada microambiente. *Pc* = *Padina crispata* Thivy, *Pd* = *P. durvillei* Bory y *Pm* = *P. mexicana* Dawson.

Tipo de microambiente	Playa la Madera	Playa las Gatas	Playa la Barrita	Playa Cayaquitos	Pto. Vicente Guerrero
Pozas de marea	<i>Pc Pm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pm Pd</i>		
Riscos expuestos al oleaje directo	<i>Pd</i>		<i>Pd</i>	<i>Pd</i>	<i>Pd</i>
Riscos expuestos al oleaje indirecto	<i>Pd</i>		<i>Pd Pc</i>	<i>Pd Pc</i>	
Canales de corriente	<i>Pc</i>		<i>Pc Pd</i>	<i>Pc</i>	
Rocas sumergidas	<i>Pc Pd</i>	<i>Pm</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc Pd</i>	<i>Pd</i>
Recovecos	<i>Pc</i>		<i>Pc</i>	<i>Pc Pd</i>	
Plataforma rocosa		<i>Pm</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	
Rocas expuestas al oleaje directo		<i>Pc</i>		<i>Pd</i>	
Barra coralina		<i>Pm</i>			

5.2. Parámetros ambientales

De acuerdo a las mediciones de los parámetros realizados en campo se obtuvieron los siguientes resultados (cuadros 1 al 4).

LOCALIDAD	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TEMPERATURA DEL AGUA °C	PH	SALINIDAD psu
Playa la Madera	Zihuatanejo	17° 38'17" N 101° 33'03" W	24.5	7.51 6	35
Playa las Gatas	Zihuatanejo	17° 37'18" N 101° 33'10" W	26	7.76	34
Playa la Barrita	Petatlán	17° 24'49" N 101° 10'54" W	26	8.66	35
Playa Cayaquitos	Papanao	17° 17'59" N 101° 03'08" W	28	8.45	35
Puerto Vicente Guerrero	Papanao	17° 16'13" N 101° 03'16" W	29	8.8	35

Cuadro 1. Datos registrados en la salida de mayo de 1998.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TEMPERATURA DEL AGUA °C	pH	SALINIDAD psu
Playa la Madera	Zihuatanejo	17° 38'17" N 101° 33'03" W	32	9.11	34
Playa las Gatas	Zihuatanejo	17° 37'18" N 101° 33'10" W	31.5	8.9	34
Playa la Barrita	Petatlán	17° 24'49" N 101° 10'54" W	31	8.4	35
Playa Cayaquitos	Papanao	17° 17'59" N 101° 03'08" W	32	9.01	36
Puerto Vicente Guerrero	Papanao	17° 16'13" N 101° 03'16" W	32	8.95	35

Cuadro 2. Datos registrados en agosto de 1998.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TEMPERATURA DEL AGUA °C	pH	SALINIDAD psu
Playa la Madera	Zihuatanejo	17° 38'17" N 101° 33'03" W	28	8.63	34
Playa las Gatas	Zihuatanejo	17° 37'18" N 101° 33'10" W	28.5	8.7	34
Playa la Barrita	Petatlán	17° 24'49" N 101° 10'54" W	25.5	8.10	34
Playa Cayaquitos	Papanoa	17° 17'59" N 101° 03'08" W	27	8.12	34
Puerto Vicente Guerrero	Papanoa	17° 16'13" N 101° 03'16" W	26	8.04	35

Cuadro 3. Datos de febrero de 1999.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TEMPERATURA DEL AGUA °C	SALINIDAD psu
Playa la Madera	Zihuatanejo	17° 38'17" N 101° 33'03" W	28	32.5
Playa la Barrita	Petatlán	17° 37'18" N 101° 33'10" W	28	32
Playa Cayaquitos	Papanoa	17° 24'49" N 101° 10'54" W	29	34.5
Puerto Vicente Guerrero	Papanoa	17° 16'13" N 101° 03'16" W	28	34

Cuadro 4. Datos de septiembre de 1999.

De las figuras 2 a la 8 se muestran los gráficos que permiten observar con claridad la variación de los factores registrados (temperatura, salinidad y pfi) para cada uno de los diferentes microambientes comparándolos a su vez con las diferentes localidades donde se encontraron en mayo y agosto de 1998 y febrero en 1999.

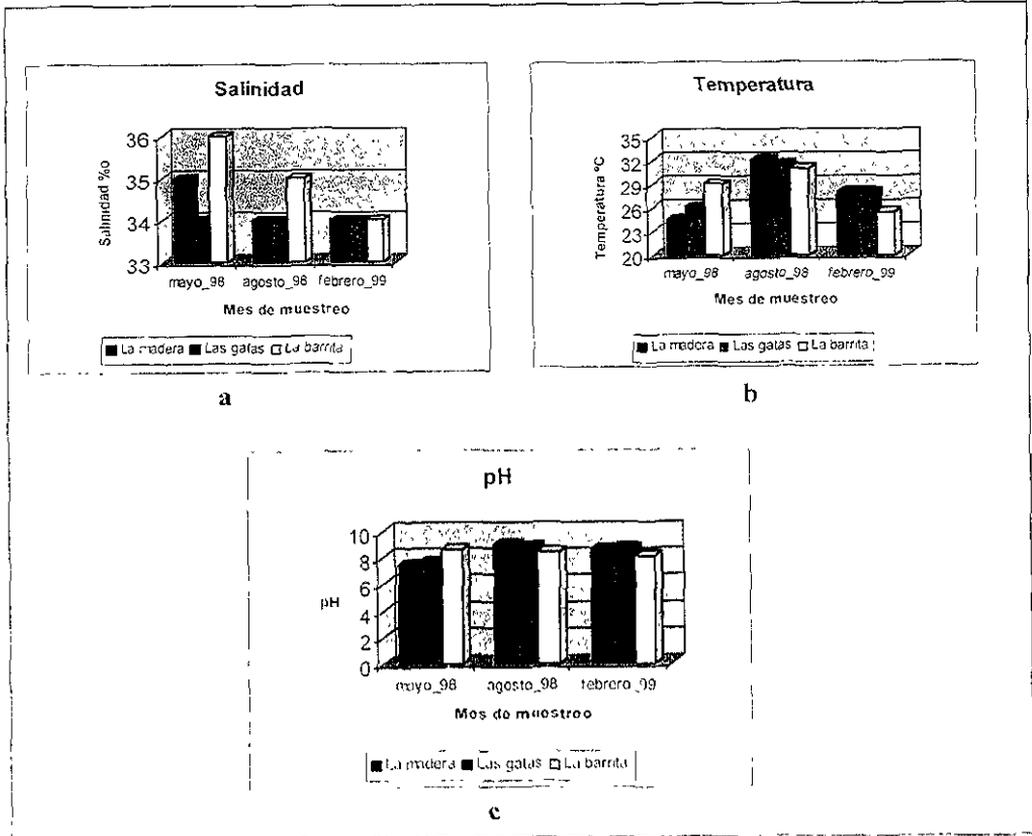


Figura 2 Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontró pozas de marea. a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH

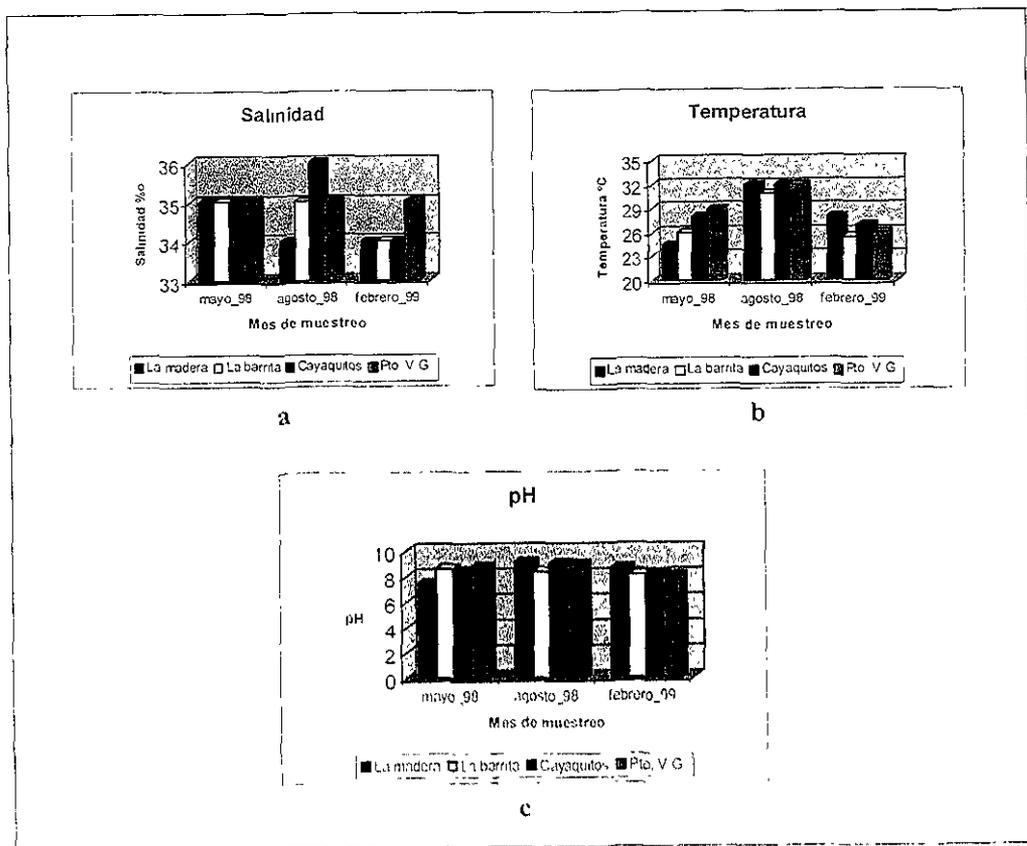
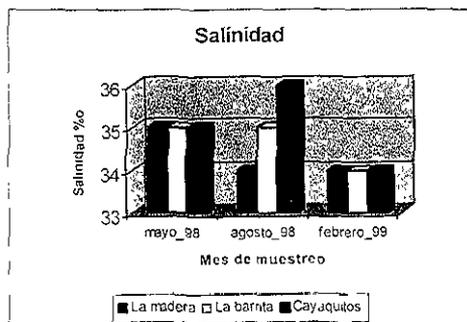
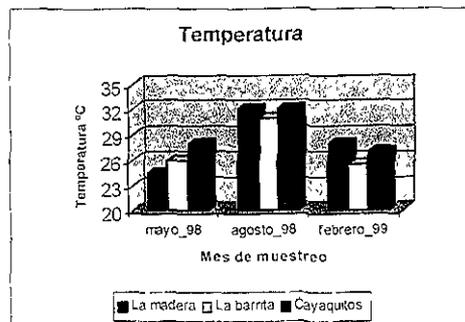


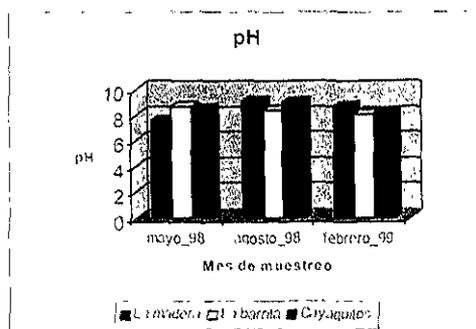
Figura 3 Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontró riscos expuestos al oleaje. a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH.



a



b



c

Figura 4. Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontró canales de corriente a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH

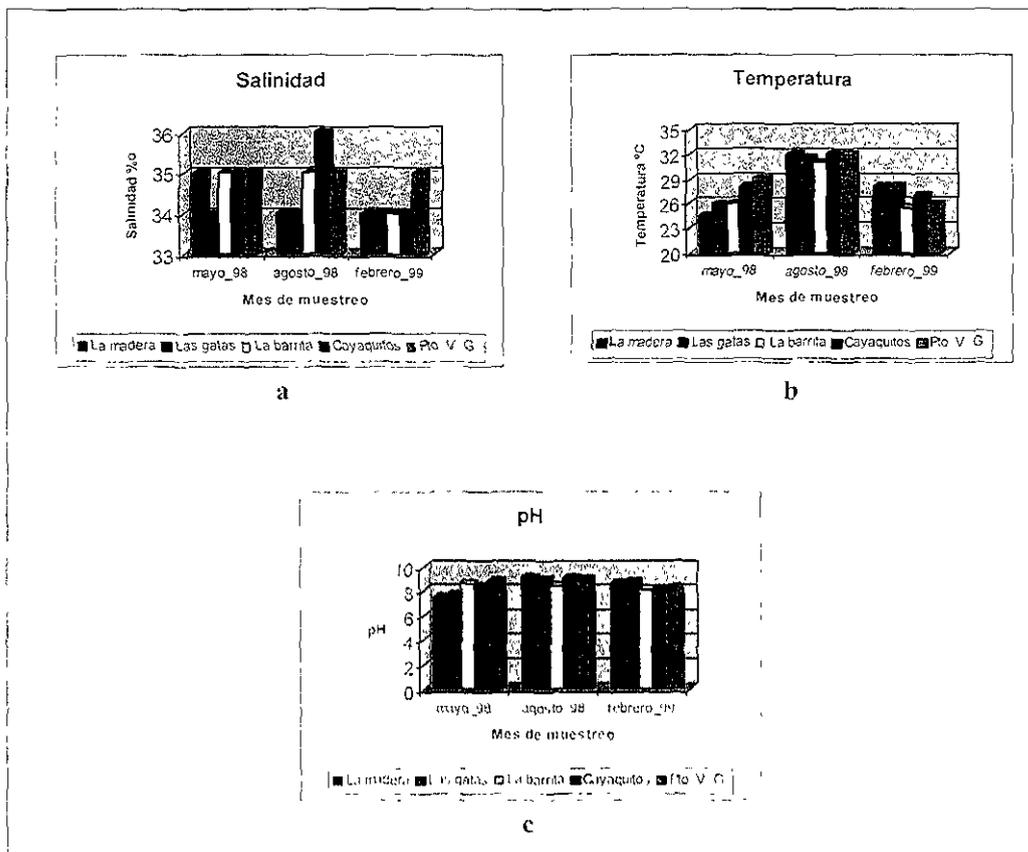


Figura 5. Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontraron rocas sumergidas. a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH

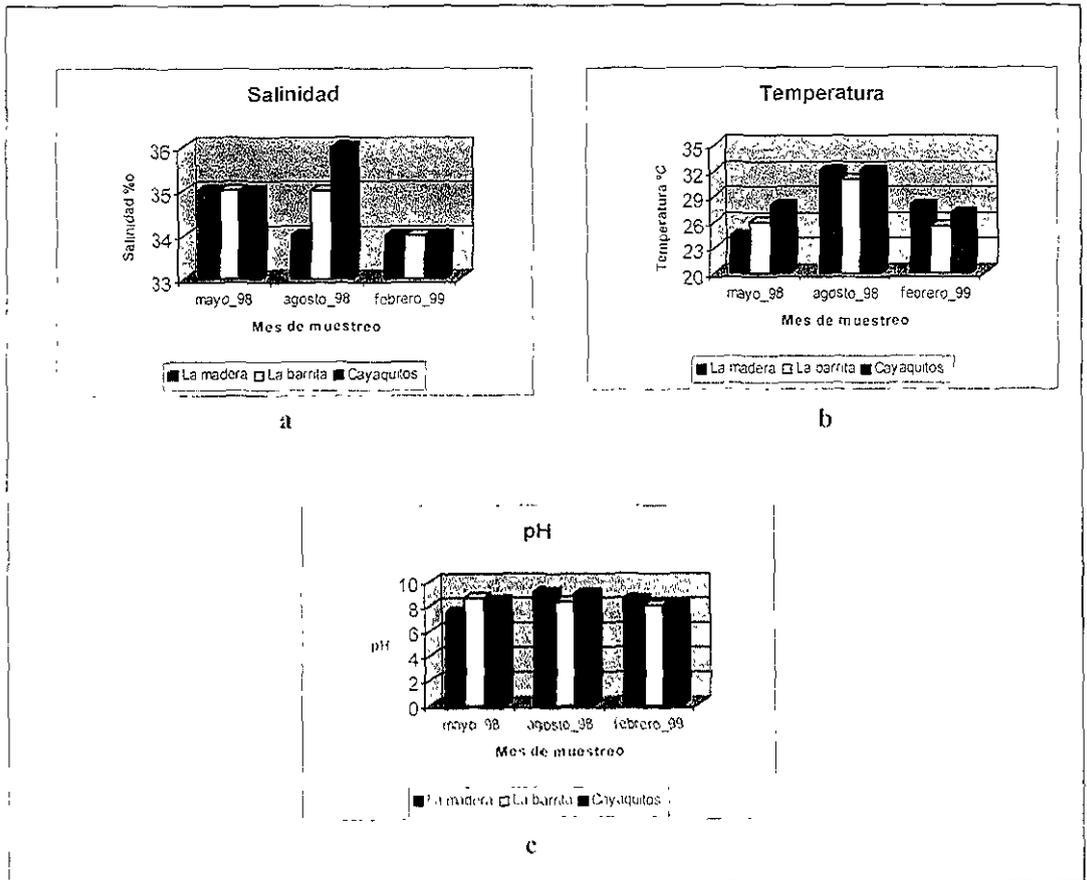
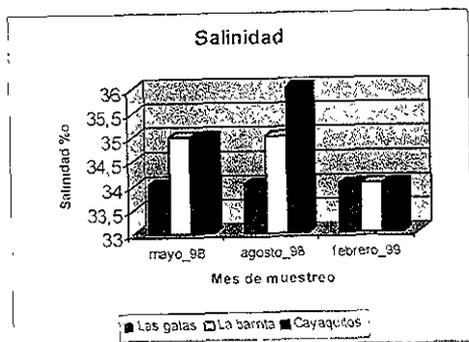
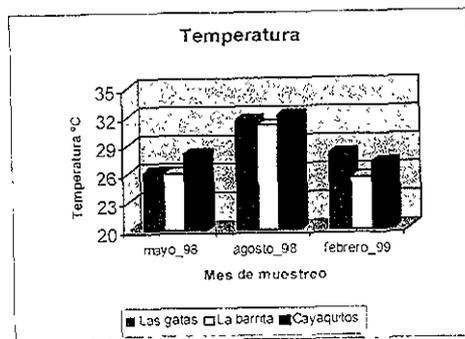


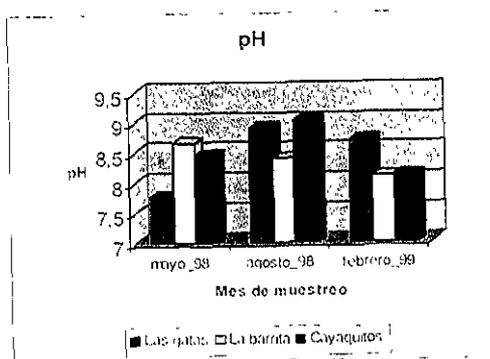
Figura 6. Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontraron recovecos. a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH



a

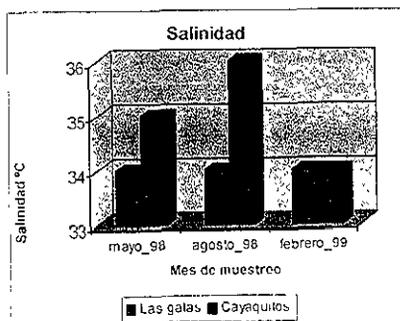


b

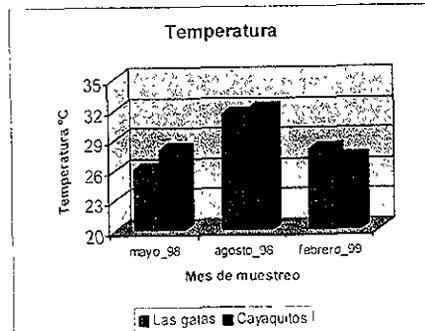


c

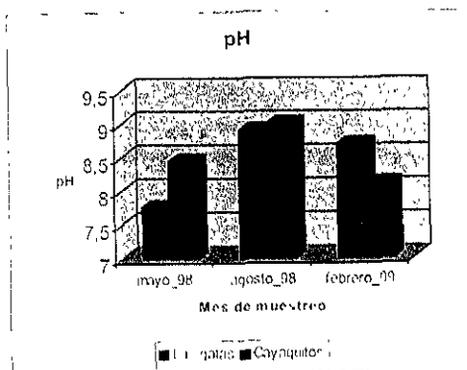
Figura 7 Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontraron plataforma rocosa. a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH



a



b



c

Figura 8 Variación de los parámetros físicos tomados en los diferentes meses de muestreo comparando el comportamiento de cada uno de ellos, en las localidades donde se encontraron rocas expuestas al oleaje directo a) Salinidad, b) Temperatura y c) pH

Con lo anterior se observa que las condiciones ambientales que prevalecen en general dentro de los microambientes en los que viven y se desarrollan cada una de las especies del género dentro del área de estudio son las siguientes (Tabla 2):

Tabla 2. Condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de las especies de *Padina*.

Especies	Condiciones ambientales generales
<i>Padina crispata</i> Thivy	Se localiza en la zona intermareal somera, parcialmente descubierta durante la bajamar, más o menos expuesta a la fuerza del oleaje (no muy frecuente) y en zonas protegidas de la rompiente directa, tienen una exposición continua a arrastres, corrientes y turbulencias debido al efecto del oleaje, su textura es blanda y generalmente se encuentran sobre sus talos algunos huevos de invertebrados.
<i>Padina durvillei</i> Bory	Su textura es dura o coriácea lo que hace que se encuentre generalmente en la zona de rompiente directa con exposición a arrastres, corrientes y turbulencias más fuertes que las otras especies, esto es provocado por el efecto del oleaje y en raras ocasiones se le localiza en zonas protegidas y con temperaturas un poco más elevadas, cuando se le localiza sobre riscos, queda expuesta a la desecación por muy breves periodos, sobre las láminas de esta especie se encuentran larvas y huevecillos de invertebrados.
<i>Padina Dawson mexicana</i>	La textura de esta especie es muy blanda, por lo que frecuentemente es encontrada en zonas someras y ampliamente protegidas del oleaje, permanentemente sumergidas, no tolera estar expuesta a la desecación por periodos prolongados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En Playa la Madera, se lograron determinar tres especies del género *Padina* (*P. crispata* Thivy, *P. durvillei* Bory y *P. mexicana* Dawson) distribuidas en todos los microambientes (Tabla 1).

Durante mayo de 1998, se observó que las tres especies se encontraban de forma abundante, esto por la apreciación de manchones distribuidos uniformemente, y las condiciones ambientales de temperatura del agua y pH fueron las más bajas registradas (Cuadros 1 – 4), la salinidad se registró más alta que en las otras salidas, estos parámetros se mantienen homogéneos en todos los microambientes de esta localidad por el constante oleaje que no permite que haya variaciones notables.

Por otra parte en agosto de 1998, se observó una considerable disminución de las poblaciones de *P. mexicana*, ahora los manchones se presentaron de manera aislada, lo cual parece coincidir con una serie de cambios en los parámetros físicos, es decir, se da un incremento considerable en la temperatura de 24.5 a 32°C cuando la temperatura promedio anual reportada por Weare *et al.* (1981) es de 28 °C; el pH se incrementa de 7.5 a 9.11, no así en la salinidad, la cual en vez de aumentar disminuye de 35 psu a 34 psu manteniéndose casi sin variación (Figuras 2 – 6), además se observa un incremento en el nivel de marea y la intensidad del oleaje, el cual se vuelve más fuerte debido a los vientos. También se ven reducidas las poblaciones de *P. crispata* al igual que las de *P. mexicana*; por el contrario *P. durvillei* siguió presente y de forma abundante, y, al igual que en el mes de mayo se localiza con mayor frecuencia en zonas donde la rompiente de las olas es directa.

En febrero de 1999 se encontraron condiciones notablemente diferentes a los meses anteriores, la mayoría de los microambientes registrados estaban descubiertos o con muy poco aporte de agua y en algunos casos sin ella (Lámina 5), incluso algunos talos de *Padina* que permanecieron en los microambientes descubiertos, se encontraron calcinados por la energía solar, por lo que *P. mexicana* y *P. crispata* disminuyeron aún más comparándose

con el mes de agosto hasta llegar a ser sumamente escasas. La temperatura y el pH se ven nuevamente disminuidos, aunque no tanto como en el mes de mayo de 1998 (Cuadros 1 – 3), a pesar que este muestreo se realizó en la época fría del año, y, la salinidad se mantiene igual que en el mes de agosto, a 34 psu.

Finalmente durante el mes de septiembre de 1999, se observó como la temperatura del agua se mantuvo en 28° C, como en el mes de febrero, pero la salinidad disminuyó de una manera considerable de 34 a 32 psu (Cuadros 3 y 4), saliéndose un poco del intervalo normal reportado por Dawes (1986), el cual se encuentra entre 33 y 37 psu, esto ocurre posiblemente por la gran cantidad de precipitación pluvial ocurrida durante agosto y septiembre de 1999 en las costas del Pacífico. También se vuelve a encontrar la zona con marea alta, y se hallaron únicamente talos muy pequeños de *P. durvillei*, y, *P. crispata* y *P. mexicana* no se detectaron en esta época del año.

En Playa las Gatas, la mayoría de los microambientes se encuentran en una zona protegida, debido a que el oleaje rompe en una barra de rocas, la cual provoca una disminución considerable de la intensidad de las olas.

En mayo al igual que en playa la Madera se obtuvieron los datos de temperatura y pH más bajos, no así de salinidad, ya que esta última se registró aparentemente constante en los tres muestreos (Cuadros 1 – 3). En esta playa se encontraron dos especies *P. crispata* y *P. mexicana*, esta última fue la más abundante.

Para agosto 1999 disminuyeron las dos especies, al mismo tiempo que se dio un incremento en la temperatura del agua y pH (Cuadro 2), una apreciación similar la realiza Pacheco-Ruíz y Zertuche-González (1996), quienes mencionan que la temperatura y la biodiversidad muestran una relación inversa, es decir, cuando la temperatura es alta la diversidad disminuye. En este mes también se observó un incremento en el nivel de marea, lo que no permitió que quedaran descubiertos los microambientes.

Posteriormente en febrero de 1999, la marea fue mucho más baja que en los muestreos anteriores, y de la misma manera que en la localidad anterior, los microambientes estaban descubiertos por el nivel de agua y se hallaron talos de manera aislada de las dos especies.

Playa la Barrita fue de las localidades que permitió observar un mayor número de microambientes, en los que estuvieron presentes las tres especies.

En mayo 1998 se detectaron pozas de marea que permanecieron aisladas momentáneamente del aporte de agua y en ellas se observó claramente la variación de los parámetros ambientales, por ejemplo, la temperatura del agua que se registró en los demás microambientes en este mes fue de 26 °C (Figuras 2 – 7), y en las pozas de marea aisladas se elevó tres grados hasta llegar a 29 °C (Figura 2), la salinidad aumentó de 35 a 36 psu y el pH se elevó de 8.6 a 8.8 esto se puede explicar debido a que hay una mayor evaporación, debido a la energía solar, la cual provoca el incremento de temperatura, y por consecuencia se concentran más las sales y el pH también se eleva; la especie encontrada bajo estas condiciones fue *P. durvillei*, y generalmente las pozas de marea que son lugares protegidos se encuentran habitados por *P. mexicana*.

En agosto la mayoría de los microambientes se encontraron sumergidos, a excepción de algunos riscos que eran cubiertos de manera intermitente por las olas, esto fue debido al incremento del nivel de marea; aquí también disminuyeron las poblaciones de *P. crispata* y *P. mexicana*, y se mantuvo abundante *P. durvillei*, es decir, los manchones de esta especie continuaron presentes de manera uniforme, a pesar que los parámetros ambientales también se mantuvieron altos (Cuadro 2).

Posteriormente en febrero de 1999 una gran parte de la playa rocosa donde se localizan los microambientes habitados por *P. crispata* y *P. mexicana* se encontraron expuestos a la insolación directa, por lo que en esta ocasión no se encontraron estas especies, ya que parece que no toleran estas condiciones. En cambio *P. durvillei* se mantiene abundante en las zonas que permanecen sumergidos.

Por otro lado, en septiembre de 1999, después de una serie de alteraciones climatológicas que azotaron las costas de Guerrero, se observó que la mayoría de los microambientes fueron alterados, ya que algunos se encontraron cubiertos por restos de vegetación terrestre los cuales fueron arrastrados por el mar, y hubo una disminución drástica de las poblaciones de *P. durvillei*, observándose unos cuantos talos aislados, mientras que las otras dos especies no se encontraron, a pesar que el nivel del mar era alto y los microambientes si estaban cubiertos; aquí también los parámetros vuelven a disminuir y uno muy notable es la salinidad, la cual de 35 psu bajó a 32 psu (Cuadros 1 - 4).

En **Playa Cayaquitos** también se caracterizaron varios microambientes. En mayo de 1998 se encontraron las tres especies y el comportamiento fue similar a las otras localidades (Cuadro 1); en esta localidad se hallaron muy pocas zonas protegidas, y en ellas se encontró *P mexicana* pero de forma escasa ya que esta especie al parecer prefiere lugares tranquilos que no reciban oleaje fuerte y sin mucha turbidez.

En agosto cuando todos los parámetros aumentan (Cuadro 2); las poblaciones de *P. crispata* y *P mexicana* disminuyeron considerablemente, y *P durvillei* nuevamente se presenta de manera abundante.

Para febrero de 1999, nuevamente se nota una disminución de los tres parámetros registrados (Cuadro 3), y parece favorecer el establecimiento de *P. durvillei*, no así a las otras dos especies, las cuales durante el muestreo no se encontraron.

En septiembre 1999, los parámetros se mantienen casi sin variaciones con respecto al mes de febrero (Cuadros 3 y 4) y la única especie encontrada fue *P. durvillei* pero de manera escasa y aislada.

La última localidad visitada fue **Puerto Vicente Guerrero**, aquí se dificultó mucho el muestreo por las características que se presentan, una de ellas es el oleaje intenso; en mayo se logró encontrar *P durvillei*, la única especie que parece soportar estas condiciones ambientales. En agosto, fue imposible el muestreo, debido a que la intensidad del oleaje se

incrementó al igual que el nivel de marea, y en este mes no se logró observar ninguna especie. En febrero, se da una notable disminución del nivel de marea, así como de los parámetros temperatura y pH, en cuanto a la salinidad, en esta localidad se mantiene casi sin variación, y algunos riscos que en las salidas anteriores se encontraban cubiertos por el nivel del mar, quedaron parcialmente descubiertos y se logró ver claramente la existencia únicamente de poblaciones de *P. durvillei*.

Finalmente durante el mes de septiembre en 1999, nuevamente estos riscos quedaron cubiertos por el nivel del mar dificultando el muestreo, por lo que no se observó ninguna especie.

DISCUSIÓN

En general entre los microambientes de las cinco localidades se presentan diferencias marcadas en los cuatro muestreos. Al hacer la comparación entre mayo y agosto de 1998 (tiempo en el que se registró “El Niño”) se ve una variación notable tanto en temperatura como en el pH, y por otra parte, la salinidad se mantiene casi sin variación y dentro de los límites normales reportados por Dawes (1986). También se nota un cambio en el nivel de marea, la intensidad y frecuencia del oleaje, esto concuerda con las apreciaciones de Gallegos *et al.* (1984) quienes mencionan que durante la presencia de “El Niño” ocurre un desplazamiento de las aguas hacia la costa, el nivel del mar se incrementa hasta en 45 cm y provoca un cambio en las poblaciones del género, por ejemplo *P. durvillei* que resiste más la fuerza de las olas se registró más abundante y *P. mexicana* a quien se le localiza en zonas tranquilas, generalmente en pozas de marea protegidas se vio disminuida.

Los muestreos realizados durante 1998 cuando se presentó este fenómeno, permiten decir que las poblaciones de *Padina* se vieron favorecidas, sobretodo por las condiciones de marea y oleaje, factores importantes que permitieron ver una zonación de las especies del género.

Las últimas dos expediciones a campo se llevaron a cabo durante la aparición del fenómeno “La Niña”, el cual como se sabe, provoca los efectos contrarios al “Niño”, es decir se produce un enfriamiento de las aguas del Pacífico y el nivel de marea disminuye de manera considerable (de la Lanza, *com. per.*), esto fue muy notable en el mes de febrero. Debido a estos fenómenos, las poblaciones del género *Padina* se vieron disminuidas.

Por otro lado la información sobre parámetros ecológicos extraída de los herbarios visitados no fue de gran utilidad, porque en el momento de la recolecta no se realizan las mediciones de los parámetros, debido a que la mayoría de las investigaciones en México se enfocan hacia estudios de tipo florístico.

CONCLUSIONES

Se observó que la influencia del conjunto de factores ambientales determina los patrones de distribución dentro de un ambiente algal, lo que permite que las diferentes especies presenten distintos límites de tolerancia a dichos factores.

Con base en las observaciones realizadas durante las cuatro salidas a campo se corrobora la hipótesis planteada y se puede decir que, se registró la mayor abundancia de las especies en el mes de mayo de 1998, cuando las condiciones de temperatura del agua y pH fueron las más bajas registradas (Cuadros 1 – 4), y conforme aumenta la temperatura y el pH, las poblaciones *P. crispata* y *P. mexicana* se vieron disminuidas. Por otra parte *P. durvillei* se mantiene abundante, pero, al disminuir la temperatura, el pH y principalmente la salinidad, también disminuye de manera considerable, lo cual quiere decir que al presentarse una variación importante en los factores, las poblaciones algales se ven alteradas; un ejemplo de esto se observa en agosto de 1998 y en septiembre de 1999 donde se encontraron condiciones similares de oleaje y nivel de marea, pero no se detectó ni la misma abundancia ni las mismas especies. Por otra parte, el oleaje si parece ser uno de los factores importantes que determina la distribución de las especies dentro de un ambiente algal.

En general se puede decir que las diferentes especies del género *Padina* responden a ciertas condiciones del ambiente; por ejemplo *P. durvillei* es una especie que generalmente se localiza en los microambientes donde la rompiente es directa, esto puede explicar en parte la consistencia del talo el cual es más duro o coriáceo que *P. crispata* o *P. mexicana*, por el contrario *P. mexicana*, muestra afinidad por las zonas tranquilas, es decir, donde el oleaje ha disminuido en gran medida su intensidad; por otro lado, a *P. crispata*, se le puede localizar en aquellos microambientes donde la fuerza del oleaje es moderada, pero nunca en las zonas donde la rompiente es directa.

Las especies del género *Padina* juegan un papel muy importante desde el punto de vista ecológico, debido a que se les encuentra relacionadas a una gran cantidad de especies tanto

de algas como de otros organismos asociados a ellas, de aquí la importancia de preservar las especies.

Finalmente, es importante no pasar por alto las características del ambiente donde se desarrollan las algas, ya que son necesarias para realizar una propuesta en el manejo de los recursos, lo cual es indispensable, debido al ritmo en que están desapareciendo muchas especies en la actualidad.

Padina crispata Thivy



Padina durvillei Bory



Padina mexicana Dawson



Especies de *Padina* que habitan en las costas de la porción central del estado de Guerrero.

Lámina I



a) Poza de marea aislada momentáneamente del aporte continuo del agua. Localidad Playa la Barrita estado de Guerrero



b) Riscos expuestos al oleaje directo. Localidad Puerto Vicente Guerrero, Municipio de Papanao Gro.



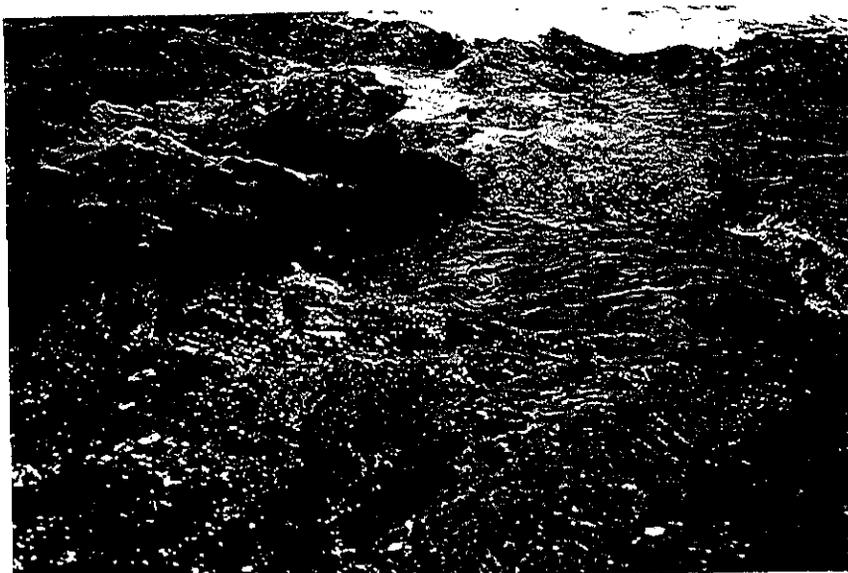
e) Canal de corriente. Localidad Playa la Barrita, Municipio de Petatlán Gro.



d) Barra coralina Localidad Playa las Gatas, Municipio de Zihuatanejo Gro.



e) Rocas sumergidas, Playa Cayaquitos, Municipio de Papanao Gro.



f) Recoveco Playa la Barrita Municipio de Petatlán Gro.



g) Playa la Madera, Municipio de Zihuatanejo Gro. agosto de 1998



h) Playa la Madera, Municipio de Zihuatanejo Gro. febrero de 1999.

LITERATURA CITADA.

Ayala, T. O. 1991. *Oceanografía Física. Pacífico Tropical Mexicano*. In De la Lanza G. (compiladora). *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor S. A. 569 pp.

Candelaria, S. C. F. 1985. *Caracterización de la ficoflora de la localidad de Puerto Escondido, Gro.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM, México. 162 pp.

Candelaria, S. C. F. 1996. *Macroalgas del estado de Guerrero*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias UNAM. México 229 pp.

Carranza-Edwards, A; M Gutiérrez-Estrada & R. T. Rodríguez. 1975. *Unidades Morfo-Tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas* Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. México. 21: 81 - 88

Darley, W. M. 1987. *Biología de las algas*. LIMUSA. México. 236 pp.

Dawes, C. J. 1986. *Botánica Marina*. LIMUSA. México. 673 pp.

Dawson, E. Y. 1946. *Lista de las algas marinas de la costa pacífica de México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México. 7: 167-215.

Dawson, E. Y. 1949. *Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa pacífica de México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural México. 9: 215-255.

Dreckmann, M. K. 1998. *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del Atlántico Mexicano*. Encuadernación Técnica Editorial, S. A. de C. V. CONABIO. México. 140 pp.

Figueroa de Contin, E. 1980. Atlas Geográfico e Histórico del Estado de Guerrero. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 171 pp.

Flamand, S. C. L. 1991. Oceanografía geológica. Pacífico tropical mexicano. In De la Lanza (compiladora). Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor S. A. 569 pp.

Feldman, J. 1951. Ecology of marine algal. In Smith, G. M. (ed.) Manual de Phycology Chronica Botanica. Co. Waltham, Massachusetts. USA. pp. 313-334.

Gallegos, A. G., E. G. de la Lanza, F. Ramos y M. Guzmán. 1984. The 1982-83 warm episode in the offshore waters of Guerrero, Mexico (North-Eastern Tropical Pacific Ocean). Revista de Geofísica. 21:43-55.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México. 177 pp.

González-González, J. 1987. Las algas marinas de México. Ciencias 9: 16-25

González-González, J. 1992a. Estudio Florístico Ecológico de Ambientes y Comunidades Algales del Litoral Rocoso del Pacífico Tropical Mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 152 pp.

González-González, J. 1992b flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. Ciencias. 6: 13-33.

González-González, J. 1993. Comunidades algales del Pacífico tropical. pp 420-423 En: S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO y CIQRO. México. 865 pp.

González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Candelaria, D. León-Álvarez, E. S. Zaragoza y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (Nomenclator) y bibliografía

indexada de las algas bentónicas marinas de México, UNAM. México. Cuadernos del Instituto de Biología "29". 492 p.

Hoek, C. Van de-, D.C. Mann & H. M. Johns. 1995. *Algae. An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press. 623 pp

Hubbs, C. L. & G. I. Roden. 1964. *Oceanography and marine life along the Pacific Coast of Middle America*. pp. 143 –186. In: Wauchope R. (Ed). *A Handbook of Middle American Indians* University of Texas Press. Texas USA.

Inman, D. J. y C. E. Nordstrom. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coast. *Journal Geology*. 70: 1-21.

Lee, R. E. 1989. *Phycology*. Cambridge University Press. USA. 645 pp.

Lewis, J. R. 1964 *The ecology of rocky shores*. University Press, Londres.

Margalef, R. 1980. *Ecología*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 951 pp.

McCreary, J. 1976. Eastern tropical ocean response to changing wind systems: with application to El Niño. *Journal Physics Oceanography*. 6:632-645.

Miller, F. R. 1984. Anomalías de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico Oriental Tropical y algunas consecuencias que se pueden presentar en la pesca del atún durante El Niño de 1982-83. *Revista Com. Perm. Pacífico Sur*. 15:67-83.

Newell, R. C. 1986. El Niño: An approach towards equilibrium temperature in the tropical Eastern Pacific. *Journal Physics Oceanography*. 16:1338-1342.

Nultsch, W. & J. Pfau 1979. Occurrence and biological role of light-induced chromatophore displacements in seaweeds. *Marine Biology*. 51. 77-82.

Ortega, M. M. 1984. Catálogo de las algas continentales recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México. 566 pp.

Ortega, M. M.; J. L. Godínez; M. M. R. Ruvalcaba. 1993. Una clave de campo de las algas pardas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe

Pacheco-Ruiz, I. & Zertuche-González, J. A. 1996. Brown algae (Phaeophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, México. *Hydrobiologia* 326/327:169-172.

Round, F. E. 1981. The ecology of algae. Cambridge University Press. Inglaterra. 629 pp.

Secretaría de Marina. 1979. Derrotero de la Costa Pacífica de México y lugares adyacentes. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento marítimo, Secretaría de Marina. México 347 pp.

Weare, B. C., P. T. Strub y M. D. Samuel. 1981. Annual mean surface heat fluxes in the Tropical Pacific Ocean. *Journal Physics Oceanography*. 11: 705-717.

Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Co. USA. 743 pp

Whitney, D. L. & Darley W. M. 1979. A Method for the determination of Chlorophylla in samples containing degradation products. *Limnology Oceanography* 24: 183-186.

Wyrski, K. 1965. Corrientes superficiales del Océano Pacífico Oriental Tropical. *Bull Am. Trop Tuna Com* 9: 270 - 295.