

ISBN: 970-27-0770-6

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD ALGAL EN LA COSTA SUR DE JALISCO, MÉXICO.**R. Mireya Hernández-Herrera⁽²⁾, Silvia E. Ibarra-Obando⁽¹⁾, Ma. del Refugio Mora-Navarro^{(2)*},****⁽¹⁾ Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Km. 107 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, 22860, México.****⁽²⁾ Laboratorio de Ficología, Departamento de Botánica, Universidad de Guadalajara. Apdo. postal 139, Zapopan, Jalisco, 452110, México.*****correspondencia del autor. tel: 36820003. e-mail: rosalmir@yahoo.com, mrmora@cucba.udg.mx****Resumen**

La estructura de la comunidad macroalgal y su relación con factores ambientales (estación, localidad y ambientes) fueron analizados para la costa sur de Jalisco, México. El estudio se realizó en 1997, durante las estaciones de lluvias y secas, en 5 localidades y 4 ambientes particulares descritos para el Pacífico Tropical Mexicano (PTM): riscos, canales de corriente, pozas de marea y plataformas mixtas. Se utilizó estadística multivariada para explorar la contribución de las variables ambientales antes mencionadas. Los resultados fueron comprobados estadísticamente usando la prueba de ANOSIM (Análisis de Similitud). La composición y cobertura se incluyeron al análisis de la estructura de la comunidad. Se realizó un análisis biogeográfico para el PTM usando el coeficiente de Cheney (1977) y el Índice de similitud de Jaccard. Los resultados indicaron que los 3 factores ambientales ejercen una influencia en la estructura observada, la estación en el primer nivel jerárquico, formaron dos grupos (lluvias y secas). Para el grupo de lluvias, los ambientes estuvieron en segundo nivel jerárquico y la localidad en tercero. Éste no fue el caso para el grupo de secas, en el cual no se separó el efecto de los dos factores. Un total de 95 especies fueron identificadas, con 40 nuevos registros. Las algas rojas fueron dominantes. Los riscos fueron el ambiente mejor representado, con el número más alto de especies. Jalisco, así como el PTM, fue caracterizado por una flora de amplia distribución. La similitud entre estados del PTM no estuvo relacionado con la distancia geográfica entre estados vecinos.

Palabras Claves: Macroalgas, Comunidades, Ambientes particulares, Pacífico Tropical Mexicano.

Introducción

A partir de los años 70, los investigadores mexicanos han realizado cada vez más estudios ficológicos a lo largo de nuestro extenso litoral. En algunos casos, han realizado

una aproximación regional, buscando tendencias generales en la distribución de las especies, así como la caracterización de comunidades algales. Éste es el caso del Pacífico Tropical Mexicano (PTM), en el cual un muestreo intensivo desde Nayarit (20°N), hasta Chiapas (15°N) (figura 1), permitió la identificación de 10 ambientes generales, dentro de estos ambientes las condiciones como tipo de sustrato, pendientes, desniveles, el régimen de marea, las corrientes locales y la ubicación con respecto a la línea de costa, determinan la existencia de ambientes particulares según (González-González, 1992). Los ambientes generales incluyen acantilados; puntas rocosas; afloramientos rocosos; morros o grandes riscos; bahías o playas somera con sustrato arenoso, rocoso o mixto; áreas con grandes plataformas rocosas sumergidas, someras; bahías o playas con sustrato arenoso, cantos rodados o roca; grandes extensiones de costa con playas y dunas; áreas con los sustratos artificiales formando rompeolas, escolleras, muelles; lagunas costeras, estuarios mangles; bocas o deltas de ríos. Los ambientes particulares incluyen riscos; plataformas rocosas; pozas de marea y canales de corriente (González-González, 1992).

Desde el punto de vista florístico, el PTM aparece como una región relativamente pobre en comparación con la costa pacífica de Baja California, y el Golfo de California (González-González, 1993). Las corrientes principales que influyen la zona son la corriente de California y la corriente Norecuatorial del Pacífico, (Badan-Dangon, 1988).

En Jalisco, los estudios sobre macroalgas se han realizado principalmente en la región sur, donde el área está dominada por costa rocosa. La mayoría de los estudios han puesto énfasis en aspectos florísticos y taxonómicos, solamente algunos tienen una orientación más ecológica (González-González, 1992, 1993; Serviére-Zaragoza, 1993; León-Álvarez y González-González, 1993; León-Tejera *et al.* 1993). Como parte de un proyecto de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, se tuvo la oportunidad de estudiar la estructura de la comunidad de las macroalgas en 5 localidades de la zona sur del estado, representando diversas condiciones ambientales. Tres factores ambientales se consideraron que ejercen influencia en la estructura de la comunidad: estación del año, localidad y ambientes particulares (González-González, 1992). La hipótesis fue que los ambientes particulares son el factor más importante en la estructura de las comunidades.

Area de estudio

El estado de Jalisco es parte del PTM. El clima es semicálido subhúmedo con dos estaciones definidas: lluvias (Junio-Octubre), y secas (Noviembre-Mayo). La temperatura media anual y de la precipitación son 22-29°C y 800-1600 mm por año respectivamente. La plataforma continental es muy estrecha o inexistente. Las playas se caracterizan por su alta energía. El tipo de marea es mixto con una desigualdad diurna en las bajamares, (0.5-1.5 m). Las playas presentan zonas rocosas constituidas de rocas metamórficas, así como playas arenosas que están limitadas por zonas rocosas (González-González, 1993; Serviére-Zaragoza, 1993).

El área de estudio está situada entre 19°14'N - 104°46'W y 19°26'N - 105°01'W, incluye las localidades de Careyitos (C), La Mora (M), El Tamarindo (T), Majaguas (J) y El Palmito (P) (figura 1). Se caracterizó los ambientes particulares de las localidades según el criterio de González-González (1992) (tabla 1).

Material y metodos

Durante 1997, las macroalgas fueron colectadas de la zona intermareal, se realizaron dos colectas en la estación seca (mayo y noviembre), y una en la estación de lluvias (agosto). Se establecieron transectos paralelos y perpendiculares a la línea de costa. La unidad de muestreo fue un cuadrado de 0.25m^2 . El numero de transectos y cuadrantes estuvo definido por el tipo de ambiente en que se muestreo.

Las especies fueron identificadas usando las claves taxonómicas de Abbott y Hollenberg (1976); Dawson (1953, 1954, 1958, 1960, 1961); Taylor (1945) y Norris y Johansen (1981).

Para identificar diferencias y semejanzas en las comunidades algales en función de la estación, la localidad y los ambientes particulares, se utilizaron técnicas multivariadas. Primero se aplicó una clasificación jerárquica (CLUSTER) empleando el algoritmo UPGA (Unweighted Pair Group Average) con la matriz de Similitud de Bray-Curtis. Los resultados de la formación de los grupos fueron evaluados con una grafica de ordenamiento de muestras usando la técnica MDS (Non-metric Multidimensional Scaling) (Clarke, 1993; Clarke y Green, 1988;). El valor del coeficiente de estrés < 0.2 se considera satisfactorio (Clarke 1993). Los porcentajes de disimilitud entre grupos y similitud en el interior de los mismos, así como la contribución de cada especie a estas diferencias, se determinaron mediante la prueba (SIMPER) (Porcentaje de Similitud) (Clarke y Warwick, 1994). Debido a que los análisis multivariados son solamente exploratorios, la confirmación estadística se demostró, con la prueba de Análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía a un nivel de la significancia del 5%. Los análisis de MDS, SIMPER y ANOSIM se realizaron con la versión Primer 4.0 del software (Clarke y Warwick, 1994).

El análisis de la estructura de la comunidad se basó en los ambientes particulares, incluyendo la composición y abundancia (cobertura), expresada como porcentaje total de cobertura y porcentaje relativo de cobertura.

Para determinar la afinidad biogeográfica de las especies de Jalisco se siguieron los criterios de Lüning (1990), que hace referencia a especies de afinidad templada, tropical, o de amplia distribución, y Cheney (1977), que se basa en el coeficiente $(R+C)/P$, donde R = Rhodophyta, C = Chlorophyta, y P = Phaeophyta, y clasifica la flora como templada, tropical o mixta, los valores mayor de 6 corresponden a las regiones tropicales, mientras que valores menor a 3 a las regiones templadas, y los valores intermedios representan una flora mixta.

La flora descrita en este estudio fue comparada con lo reportado para los otros estados del PTM. El coeficiente de Cheney fue utilizado para determinar la afinidad biogeográfica de las especies de cada estado y el índice de la similitud de Jaccard (Ludwing y Reynolds, 1988) para determinar la similitud florística entre ellos.

Resultados

El cluster del ciclo anual (figura no mostrada) indicó la presencia de dos grupos a un nivel de similitud del 10%: muestras de la estación de lluvias y secas. Estos grupos fueron evidentes en la grafica MDS, con un estrés asociado de 0.26 (figura 2). El porcentaje de disimilitud entre ambos grupos fue del 92%. Las especies que mas contribuyeron a la separación de estos grupos fueron *Chaetomorpha antennina* y *Chnoospora minima*, las cuales tuvieron la contribución más fuerte durante la estación de lluvias y *Sargassum*

liebmanii, durante la estación de secas. La prueba ANOSIM de una vía confirmó que existe una diferencia significativa entre estos grupos, con $R = 0.0117$ ($p = 0.5\%$).

Cuando se analizó al grupo de la estación de lluvias detalladamente, se formaron 4 subgrupos en un nivel de la semejanza del 10% (figura no mostrada): subgrupo 1 (pozas de marea); subgrupos 2 y 3 (riscos de diferentes localidades) y 4 (canales de corriente). Se confirmaron estos subgrupos en la gráfica MDS, con un estrés asociado de 0.16 (figura 3). El porcentaje de disimilitud entre grupos varió entre 96.5 y 99.7%. Las dos especies que desempeñaron un papel importante en la diferenciación de los subgrupos fueron como sigue: *Padina gymnospora* y *Ulva lactuca* (subgrupos 1 y 2); *P. gymnospora* y *Ch. antennina* (subgrupos 1 y 3); *Ch. antennina* y *U. lactuca* (subgrupos 2 y 3); *C. minima* y *P. gymnospora* (subgrupos 1 y 4); *C. minima* y *U. lactuca* (subgrupos 2 y 4) y *C. minima* y *Ch. antennina* (subgrupos 3 y 4). La prueba ANOSIM una vía confirmó la diferencia entre ambientes particulares, con $R = 0.42$ ($p = 0.1\%$). Las pruebas a posteriori indicaron que los ambientes que diferían entre sí eran riscos de canales de corriente ($p = 1.4\%$); riscos de pozas de marea ($p = 1.9\%$), y canales de corriente de pozas de marea ($p = 4.8\%$).

El grupo de la estación de secas también mostró 4 subgrupos a un nivel de similitud del 10% (cluster no mostrado): los subgrupos 1 y 2 formados por la mayoría de las muestras de los riscos del El Tamarindo y de Majaguas; el subgrupo 3 muestras de la Mora y de El Tamarindo, y el subgrupo 4 por riscos. La grafica MDS mostró también estos 4 subgrupos para quienes el efecto de ambientes particulares no se pudo separar de las localidades. El factor de estrés asociado fue 0.23 (figura 3). Aunque la prueba de SIMPER calzó un alto porcentaje de disimilitud entre grupos, 89.5 y 96.9%, la prueba de ANOSIM no pudo confirmar diferencias significativas entre los subgrupos, $R = 0.14$ ($p = 5.37\%$). Mediante el análisis multivariado fue evidente que la estación fue la primer variable determinante en la estructura de la comunidad de las macroalgas, seguida por los ambientes particulares.

El análisis de la estructura de la comunidad se basó en los ambientes particulares. Un total de 95 especies fueron identificadas, perteneciendo a 3 divisiones, 14 órdenes, 22 familias y 37 géneros. El arreglo sistemático fue de cuerdo a Wynne (1986). Las algas rojas fueron las dominantes, con 59 especies, seguidas por las algas verdes con 20, y algas cafés con 16, de este total, 40 especies fueron nuevos registros para Jalisco (Hernández-Herrera, 2000). El análisis de la estructura de la comunidad fue realizado con 80 especies cuya cobertura total fue $> 1\%$.

En términos generales, los riscos fueron el ambiente con el número más alto de especies, las algas rojas fueron las especies dominantes en los 4 ambientes (tabla 2). Los riscos fueron el ambiente que mostró mayor número de especies exclusivas (figura 4). Un total de 30 especies de algas rojas fueron exclusivas de un ambiente particular, mientras que las algas verdes presentaron ocho especies, y las algas cafés solamente cinco.

La división Rhodophyta representó el 43%, Chlorophyta el 31% y la Phaeophyta el 26% de cobertura total. A lo largo del ciclo anual 10 especies fueron las más constantes y abundantes, determinando en gran medida la estructura de la comunidad. De éstas, *Ch. antennina* y *C. minima* fueron las dominantes (figura 5).

El porcentaje de cobertura total fue mas alto en las pozas de marea 28%, seguido por los canales de corriente 25%, las plataformas mixtas 24%, y los riscos el 22%. Las algas rojas presentaron los porcentajes mas altos en las pozas de marea y en los canales de corriente y las algas verdes en las plataformas mixtas. Las 5 especies que presentaron el

mayor porcentaje de cobertura en cada uno de los ambientes particulares se presentan en la tabla 3.

La mayoría de las especies para Jalisco fue clasificada de amplia distribución con un total de 52, mientras que 30 fueron tropicales y 13 especies de afinidad templada. El análisis por ambiente mostró un resultado similar, la mayoría de la especies de amplia distribución son exclusivas de un solo ambiente.

La comparación realizada de las especies de los diferentes estados del PTM, mostró que Jalisco y Oaxaca son los estados con mayor riqueza de especies, según el Coeficiente de Cheney (1977), confirmó que el PTM esta constituido principalmente por una flora mixta, siendo Guerrero el único estado con valor menor a 3, característico de la región templada (tabla 5). La afinidad florística entre los siete estados de PTM mostró que la mayor similitud ocurre entre Jalisco y Oaxaca y la más baja entre Jalisco y Chiapas. También se encontró afinidad alta entre sitios vecinos como el caso de Michoacán y Colima. En general, Chiapas tiene los valores más bajos de la afinidad (tabla 6). Con los datos de la matriz se realizó un dendograma de agrupación, en el cual se observa que a un nivel de similitud del 76% se formaron tres grupos: 1) Chiapas, como grupo aislado; 2) Guerrero y Michoacán, y 3) Oaxaca-Jalisco y Colima-Nayarit (figura 6). Un total de 40 nuevos registros se reportan para Jalisco. Trabajos anteriores (Serviére-Zaragoza, 1993, 1996, Enciso-Padilla *et al.* 1995, Aguilar *et al.* 1998) reportaron 80 especies para Jalisco y actualmente se pueden mencionar un total de 120.

Discusión

El empleo de estadística multivariada permitió entender el papel que desempeñan los tres factores ambientales considerados. En un primer nivel jerárquico, se identificó la estación, separando las muestras de la estación de lluvias y secas. Dentro de cada uno de estos dos grupos, se encontró cierta dificultad para separar ambientes de localidades. Para las muestras de la estación de lluvias, se pudo demostrar que los ambientes particulares estuvieron en segundo nivel jerárquico, mientras que para las muestras de la estación de secas no se pudo separar un factor del otro. Esto puede ser consecuencia del número bajo de muestras recolectadas en algunos de los ambientes particulares. Cuando se comparó el número de los cuadrantes colectados en las pozas de marea con los cuadrantes de los riscos, un problema del submuestreo llegó a ser evidente. Para comprobar esta posibilidad, se realizó un ANOSIM cruzado de dos vías (localidades y estación) usando solamente las muestras de los riscos, por ser el ambiente mejor muestreado. Esta prueba nos mostró que la estructura de la comunidad de macroalgas fue determinada por las localidades $R = 0.38$ ($p = 0.1\%$), donde La Mora fue similar a Majaguas y Majaguas también fue similar a El Tamarindo. En este caso fue posible separar el efecto de ambos factores, se concluyó que un muestreo más intensivo en algunos de los ambientes particulares, específicamente en las pozas de marea, podría separar el efecto de las localidades de los ambientes. Toda esta información, nos conduce a desechar la hipótesis planteada, ya que llegó a ser evidente que los tres factores ambientales desempeñan un papel en la determinación de la estructura de las comunidades de las macroalgas en la costa sur de Jalisco.

A pesar de que en este estudio solamente 5 localidades del litoral de Jalisco fueron muestreadas, un total de 40 nuevas especies fueron registradas, acentuando la necesidad de un continuo control para la descripción completa de la ficoflora marina de esta región. Este aumento en el número de la especie encontradas tuvo un efecto en el valor de la riqueza.

González-González (1992), considera el PTM como región baja de biodiversidad en comparación con la costa pacífica de Baja California y el Golfo de California, debido a las temperaturas del agua más altas (sobre 28°C). Por lo que se considera que la baja diversidad de macroalgas del PTM resulta del reducido número de estudios existentes y que esto sea revisado en un futuro, cuando una gran cantidad de sitios sean incluidos.

La cobertura y la diversidad de las macroalgas no está relacionada solamente con los factores ambientales, tales como luz, temperatura del agua y sustrato (Waaland, 1977; Wolfe y Harlin, 1988b), también con la estacionalidad (Sears y Wilce, 1975; Tittley 1985). De esta manera, cada especie exhibe un patrón de abundancia estacional de acuerdo a sus características fenológicas y los requerimientos ambientales para su desarrollo. La abundancia de macroalgas mostró diferencias estacionales en respuesta a condiciones ambientales. Éste fue el caso de *Ch. antennina*. y *C. minima*, fueron las más abundantes durante la estación de lluvias, aunque no se hizo caso de otras variables que hayan contribuido a la estacionalidad observada. Como ciclos biológicos ya mencionados (Wolfe y Harlin, 1988b; Mathieson, 1989; Lüning, 1993). En este estudio, el número de especies fue mayor durante la estación de secas, cuando la temperatura del agua fue menor (23°C), lo cual concuerda con Huerta-Muzquiz y Mendoza-González (1985); Sánchez-Rodríguez *et al.* (1989); Mateo-Cid *et al.* (1993) y Núñez-López (1996) para Bahía Magdalena, Bahía de La Paz, y Bahía Concepción (Baja California Sur), de las cuales 51 especies estuvieron presentes durante la estación de secas, 10 durante la estación de lluvias, y 34 estuvieron presentes todo el año. Este patrón estacional es lo opuesto a lo reportado para Sinaloa, Nayarit y Colima (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991, 1992), y Mendoza-González *et al.* (1994). Estos autores explican que durante la estación seca (noviembre a mayo) la disminución de especies se debe a la exposición y el efecto sobre la desecación, altas temperaturas del aire y la excesiva luminosidad, (ya que durante esta época del año las mareas vivas se presentan del medio día al atardecer) todos los factores dan por resultado una reducción del número a la especie observadas.

Los cambios en la composición de las especies y distribución en los diversos ambientes particulares reflejan la combinación única de variables ambientales, o microambientes, presente en cada caso (González-González, 1992, 1993; Serviére-Zaragoza, 1993; León - Tejera *et al.* 1993; Serna, 1996). Los riscos fueron el ambiente con el número más alto de especies, lo cual concuerda con Serviére-Zaragoza (1993) y Mendoza-González *et al.* (1994) para Nayarit y Jalisco. Aun cuando los riscos presentaron el mayor número de especies, la cobertura fue baja, pues las especies que se presentaron fueron de talla pequeña y de acuerdo con su morfología y forma de crecimiento, no cubren grandes áreas; algunas de ellas se presentaron como epifitas. Las pozas de marea y las plataformas mixtas presentaron la cobertura más alta, evidenciando una flora diferente y/o condiciones favorables del crecimiento.

No es de sorprenderse que la mayoría de las especies encontradas son de amplia distribución, pues el PTM está bajo influencia de la corriente de California y la corriente Norecuatorial (Badan-Dangon, 1998). Las zonas de la transición se conocen por su alta riqueza de especies (Bolton *et al.* 1991). Murray *et al.* (1980) analizaron la flora agal de California, y notaron que la riqueza de especies de algas rojas y cafés se incrementa de norte al sur, con la máxima diversidad de bajo de Punta Concepción. Esto resulta no solamente de las diversas regiones oceanográficas, sino también de la heterogeneidad del hábitat. La dominancia de algas rojas y la reducción en el número de algas cafés a lo largo de la península de Baja California ha sido reportada por Sánchez-Rodríguez *et al.* (1989),

Mateo-Cid *et al.* (1993), y Aguilar-Rosas *et al.* (1990). Serviére-Zaragoza (1993), mostraron la coexistencia de especies tropicales y subtropicales de la familia Gelidiaceae en la porción norte de Jalisco.

Durante 1997, las temperaturas del agua 4°C arriba de lo normal fueron registradas como resultado del ENSO (Trasviña *et al.* 2000) los efectos negativos del EL Niño en los Kelps gigantes de California fueron documentados por Zimmerman y Robertson (1985), Tegner y Daylton (1991) y Tegner *et al.* (1996) entre otros. Es evidente que una flora de amplia distribución tiene posibilidades mejores de tolerar la tensión termal impuesta por este acontecimiento oceanográfico. La presencia de aguas más calientes pudo haber favorecido la presencia de *Giffordia saundersii*, esta especie tropical fue registrada por primera vez para la costa de Jalisco durante este estudio. La presencia de una flora amplia distribución para el PTM también fue confirmada por el uso de coeficiente de Cheney (1977), como la mayoría de sus valores estaban entre 3 y 6, correspondiendo a una flora mixta (elementos tropicales y templados) (tabla 5). Mientras que Murray *et al.* (1980) reporta un aumento en el coeficiente de Cheney de 4.2 a 41-42° N y 5.3 en 32-33° N. En este estudio se encontró el mismo valor de 4.1 en ambos extremos del PTM, pero con valores de 2.3 a 16-17° N (tabla 5). Se considero que el valor de 2.3 para Guerrero sea resultado del reducido número de estudios realizados en esta zona, mas que la presencia de una flora templada. Esta limitación tiene un efecto en el análisis florístico de la afinidad también, pues es difícil entender cómo los dos estados vecinos de Chiapas y de Oaxaca, tienen un valor tan bajo de similitud (35.64), mientras que Oaxaca y Jalisco tienen valor alto (93.88) (tabla 6 y figura 6).

Referencias

- Abbott I. A. and G.J. Hollenberg. 1976. Marine algae of California. Stanford University Press, Stanford, California. 827 pp.
- Aguilar-Ramírez R. N., Gaspar-Figueroa A., Mora-Navarro M. y I. Enciso-Padilla. 1998. Algas Marinas de la Costa Sur de Jalisco. México. Boletín, IBUG. 5: 1-3.
- Aguilar-Rosas R., Aguilar-Rosas L.E. y N.A. Ramos-Jardón. 1990 Análisis biogeográfico del orden Laminariales (Phaeophyta) en las costas de la península de Baja California, México. Invest. Mar. CICIMAR 5: 107-121.
- Badan-Dangon A. 1998. Coastal circulation from the Galápagos to the Gulf of California Coastal Segment (7,E) In: The Sea, Volume 11(Ed. By A.R. Robinson & K. H. Brink), pp. 315-343. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Bolton J.J., Stegenga H. and R.J. Anderson. 1991. The seaweeds of False Bay. Trans. R. Soc. S. Afr. 47: 605-610.
- Cheney D.F. 1977. RyC/P-A new an improved ration for comparing seaweed floras. J. Phycol. 13 (Supplement):12.
- Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Aust. J. Ecol. 18: 117-143.
- Clarke K.R. and R.H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 213-226.
- Clarke K.R. and R.M. Warwick. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, U.K. 144 pp.
- Dawson E.Y. 1953a. Marine red algae of Pacific Mexico. I. Bangiales to Corallinaceae.

- Subf. Corallinoideae. California. Allan Hancock Pac. Exped. 7: 1-239.
- Dawson E.Y. 1954. Marine red algae of Pacific Mexico. II. Cryptonemiales (Cont.) Allan Hancock Pac. Exped. 14: 241-397.
- Dawson E.Y. 1958. Notes on Pacific coast marine algae VII. Bull. South. Calif. Acad. Sci. 57 (2):65-80.
- Dawson E.Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. III. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. Pac. Nat. 2: 1-125
- Dawson E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. IV. Gigartinales. Pac. Nat. 2: 191-341.
- Enciso-Padilla I., Aguilar-Ramírez N., Mora-Navarro M.R. y A. Gaspar-Figueroa. 1995. Macroalgas de la zona intermareal de Melaque, Jalisco. México. Boletín, IBUG 3: 41-52.
- González-González J. 1992. Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del Pacífico Tropical Mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 167 pp.
- González-González J. 1993. Comunidades algales del Pacífico Tropical In: Biodiversidad marina y costera de México (Ed. by S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González), 420-443 pp. CONABIO y CIQRO, México.
- Hernández-Herrera R.M. 2000. Estructura de las comunidades algales intermareales de la costa sur de Jalisco, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) Ensenada Baja California, México. 95 pp.
- Huerta-Múzquiz L y C. Mendoza-González. 1985. Algas marinas de la parte sur de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Phytologia 59: 35-57.
- León-Álvarez D. y J. González-González. 1993. Algas Costrosas del Pacífico Tropical. In Biodiversidad marina y costera de México, (Ed. by S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González), pp. 456-474. CONABIO y CIQRO, México.
- León-Tejera H., Fragoso D. León-Álvarez D., Candelaria C., Serviére-Zaragoza E. and González-González J. 1993. Characterization of tidal pool algae in the Mexican Tropical Pacific coast. Hidrobiología. 260/261:197-205.
- Ludwing, J.A. and Reynolds J.F. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York. 337 pp.
- Lüning K. 1990. Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology. Wiley Interscience, U.S.A. 527.
- Lüning K. 1993. Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. Hidrobiología. 1:1-14.
- Mateo-Cid L.E. y A.C. Mendoza González. 1991. Algas marinas bentónicas de la costa del estado de Colima, México. Acta Bot. Mex. 13:9-30.
- Mateo-Cid L.E. y A.C. Mendoza González. 1992. Algas Marinas Bentónicas de la Costa Sur de Nayarit, México, Acta Bot. Mex. 20: 13-28.
- Mateo-Cid L.E., Sánchez I.R., Rodríguez E. M. y V.M.M. Casas. 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, Baja California Sur. México. Cienc. Mar.19: 41-60.
- Mathieson A.C. 1989. Phenological patterns of Northern New England seaweeds. Bot. Mar. 32: 419-438.
- Mendoza González A.C., Mateo-Cid L.E. y L. Huerta-Muzquiz. 1994. Algas Marinas bentónicas de Mazatlán, Sinaloa, México. Acta Bot. Mex. 27: 99-115.

- Murray S.N., Littler M.M and I.A. Abbott. 1980. Biogeography of the California marine algae with emphasis on the Southern California Island. In: The California Island: Proceedings of a Multidisciplinary Symposium (Ed. by D.M. Power) pp. 325-339. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara California.
- Norris J.N. and H.W. Johansen. 1981. Articulated coralline algae of the Gulf of California, México, I: *Amphiroa Lamourox*. *Smithson. Contrib. Mar. Sci.* 9: 1-29.
- Núñez-López R. A. 1996. Estructura de la comunidad de macroalgas de la laguna San Ignacio, Baja California Sur México (1992-93). Tesis Maestría en Ciencias. CICIMAR. IPN. 99 pp.
- Sánchez-Rodríguez I., Fajardo C.L. y P.C. Oliverio. 1989. Estudio florístico estacional de las algas en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Invest. Mar. CICIMAR* 4: 16-35.
- Sears J. R. and R.T. Wilce. 1975. Sublitoral benthic marine algae of southern Cape Cod and adjacent Islands: seasonal periodicity, associations, diversity and floristic composition. *Ecol. Monogr.* 45: 365-377.
- Serna-Paredes J. 1996. Variación estacional de la comunidad algal de un canal de corrientes en Playa Las Cuatas, Guerrero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 130 pp.
- Serviére-Zaragoza E. 1993. Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 146 pp.
- Serviére-Zaragoza E., Rodríguez-Vargas D. y J. González-González. 1993. Ficoflora de la región de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. In: Biodiversidad marina y costera de México. (Ed. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González) pp.745-485. CONABIO y CIQRO México.
- Taylor W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock. Expeditions to the Galapagos Island. *Allan Hancock Pac. Exped.* 12: 1-528.
- Tegner M.J. and P.K. Dayton. 1991. Sea urchins, El Niño, and the long term stability of Southern California kelp forest communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 77: 49-63.
- Tegner M. J., Dayton P. K., Edwards P.B. and K.L. Riser. 1996. Is there evidence for long-term climatic change in Southern California kelp forest? *California Cooperative Oceanic Fisheries Invest. Rep.* 37: 111-126.
- Tittley I. 1985. Zonation and seasonality of estuarine benthic algae: artificial embankments in the River Thames. *Bot. Mar.* 28: 1- 8.
- Trasviña A., Lluch-Cota D., Filonov A.E y A. Gallegos. 2000. Oceanografía y El Niño. In: Los impactos de El Niño en México (Ed. by Magaña R.V.) pp. 69-101. Dirección General de Protección Civil. Secretaría de Gobernación, México.
- Waaland J.R. 1977. Common seaweeds of the Pacific coast. Pacific Search Press, Washington. 120 pp.
- Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosystems. MacMillan Publishing, Co., New York 385 pp.
- Wolfe J.M y M.M. Harling. 1988a. Tidepools in Southern Island, U. S. A. I. Distribution and seasonality of macroalgae. *Bot. Mar.* 31: 525-536.
- Wolfe J.M and M.M. Harling. 1988b. Tidepools in Southern Island, U. S. A. II. Species diversity and similarity analysis of macroalgal communities. *Bot. Mar.* 31: 537-546.
- Wynne M.J. 1986. A Checklist of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot.* 64: 2239-2281.

Zimmerman R.C. and D.L. Robertson. 1985. Effects of El Niño on local hydrography and growth of the giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, at Santa Catalina Island, California. *Limnology & Oceanography* 30: 1298-1302.

Listado de tablas

Tabla 1. Identificación de los ambientes particulares por localidad según González-González (1992).

Tabla 2. Composición de las especies de macroalgas en los cuatro ambientes particulares.

Tabla 3. Porcentaje de cobertura de las 5 especies más importantes por ambiente particular.

Tabla 4. Riqueza de especies y coeficiente de Cheney (1977) para los estados que forman el PTM.

Tabla 5. Matriz de la similitud de Jaccard para los estados del PTM.

Listado de figuras

Figura 1. Ubicación del PTM, desde Nayarit (20°N), hasta Chiapas (15°N). y localización geográfica del sitio de muestreo.

Figura 2. Gráfica MDS para el ciclo anual.

Figura 3. Gráfica MDS para el grupo de la estación de lluvias.

Figura 4. Número de especies por ambiente particular.

Figura 5. Porcentaje de cobertura de las 10 especies conspicuas de macroalgas.

Figura 6. Cluster para los estados del PTM.

Tablas

Tabla 1. Identificación de los ambientes particulares por localidad según González-González (1992).

| Ambientes Particulares | C | M | T | J | P |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| Riscos | X | X | X | X | X |
| Plataformas rocosas | | X | X | | |
| Pozas de marea | X | X | X | | |
| Canales de corriente | X | X | X | | X |

Tabla 2. Composición de las especies de Macroalgas en los cuatro ambientes particulares.

| ESPECIES | Riscos | Canales | Pozas | Plataformas |
|--|--------|---------|-------|-------------|
| DIVISION CHLOROPHYTA | | | | |
| <i>Bryopsis galapagensis</i> Taylor (1945) | | | | * |
| <i>Bryopsis pennatula</i> J. Agardh (1847) | * | | | |
| <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>Peltata</i> Eubank (1946) | * | * | * | * |
| <i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing (1849) | * | * | * | * |
| <i>Chaetomorpha linum</i> (O. Muller) Kützing (1845) | * | | | * |
| <i>Cladophora laetivirens</i> Kützing en Van den Hoek (1982) | * | | | * |
| <i>Cladophora microcladioides</i> Collins (1909) | | | | * |
| <i>Cladophora vagabunda</i> (Linneaus) Van den Hoek (1982) | | | * | * |
| <i>Codium dichotomun</i> (Hudson) S.F. Gray | * | * | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <i>Codium santamariae</i> Taylor (1945) | * | | | |
| <i>Codium simulan</i> Setchell & Gardner (1924) | * | | | |
| <i>Enteromorpha crinita</i> Nees (1920) | * | | | |
| <i>Enteromorpha flexuosa</i> J. Agardh (1883) | | | | * |
| <i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linneaus) Nees(1920) | * | * | | |
| <i>Enteromorpha prolifera</i> J. Agardh (1883) | * | * | | |
| <i>Halimeda discoidea</i> Decasine (1842) | | * | | |
| <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey (1849) | * | * | | |
| <i>Ulva dactylifera</i> Setchell & Gardner (1920) | * | * | | |
| <i>Ulva expansa</i> Setchell & Gardner (1920) | * | * | | |
| <i>Ulva lactuca</i> Linneaus (1753) | * | * | * | * |
| DIVISION PHAEOPHYTA | | | | |
| <i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss (1817) | * | * | * | * |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derbes & Soiler (1856) | | * | * | |
| <i>Colpomenia</i> (Roth) sp. | | | * | * |
| <i>Dictyopteria deliculata</i> (Lamoroux) Schneider(1975) | | | * | |
| <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamoroux (1809) | * | | * | |
| <i>Dictyota divaricata</i> Lamoroux (1809) | | | * | |
| <i>Giffordia saundersii</i> Hollenberg & Abbott (1966) | * | | | |
| <i>Giffordia</i> (Batters) sp | | * | | |
| <i>Padina aff. Caulescens</i> Thivy in W. Taylor (1939) | * | * | * | |
| <i>Padina caulescens</i> Thivy in W. Taylor (1945) | | * | | |
| <i>Padina durvillaei</i> Bory (1827) | * | * | * | |
| <i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder (1871) | * | * | * | * |
| <i>Padina</i> (Lamoroux) sp | * | * | | |
| <i>Sargassum liebmanii</i> J. Agardh (1847) | * | * | * | * |
| <i>Sargassum howellii</i> Setchell (1937) | * | * | | |
| <i>Sphacelaria mexicana</i> Taylor | | | * | |
| DIVISION RHODOPHYTA | | | | |
| <i>Anhfeltiopsis concinna</i> J. Agardh (1947) | * | * | | |
| <i>Amphiroa dimorpha</i> Lemoine (1929) | * | * | * | * |
| <i>Amphiroa franciscana</i> Taylor (1934) | | * | | |
| <i>Amphiroa hancockii</i> W. Taylor | | * | | |
| <i>Amphiroa mexicana</i> Taylor (1945) | * | * | * | * |
| <i>Amphiroa misakiensis</i> Yendo (1902) | | * | | |
| <i>Amphiroa rigida</i> Lamoroux (1916) | * | * | | * |
| <i>Amphiroa</i> Lamoroux sp 1 | * | * | | * |
| <i>Amphiroa</i> Lamoroux sp 2 | | | | * |
| <i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne (1822) | * | * | * | * |
| <i>Ceramium caudatum</i> Setchell & Gardner (1924) | | | | * |
| <i>Ceramium flaccidum</i> (Kützing) Ardissonne | * | * | * | * |
| <i>Ceramium ovalonae</i> Dawson (1950) | * | | | |
| <i>Ceramium zacaе</i> Setchell & Gardner (1937) | | | * | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <i>Gelidiella ligulata</i> Dawson (1949) | | * | | |
| <i>Gelidium arborescens</i> Gardner (1927) | * | * | | |
| <i>Gelidium filicinum</i> Bory (1828) | | * | | |
| <i>Gelidium flacinum</i> Lamoroux | | | * | |
| <i>Gelidium lingulatum</i> Kützing (1868) | | * | | |
| <i>Gelidium</i> (Lamoroux) sp 1 | * | * | | |
| <i>Gelidium</i> (Lamoroux) sp 2 | * | * | | |
| <i>Chondria arcuata</i> Hollenberg (1945) | | * | | |
| <i>Gracilaria foliifera</i> (Forsskal) Borgesen | * | * | * | |
| <i>Gracilaria cylindrical</i> (Borgesen)Schneider (1975) | * | * | | |
| <i>Gracilaria spinigera</i> Dawson (1949) | | * | | |
| <i>Gracilaria textorii</i> (Suringard) J. Agardh (1876) | * | | | |
| <i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) Hoew (1914) | * | * | * | * |
| <i>Grateloupia filicina</i> (Lamoroux) C. Agardh (1822) | * | | | |
| <i>Grateloupia prolongata</i> J. Agardh (1847) | * | * | | * |
| <i>Grateloupia</i> (C. Agardh) sp | | | | * |
| <i>Gymnogongrus crustiforme</i> Dawson (1961) | * | | | |
| <i>Gymnogongrus leptophyllus</i> J. Agardh (1876) | * | | | |
| <i>Gymnogongrus linearis</i> J. Agardh (1851) | * | | | |
| <i>Gymnogongrus platyphyllus</i> (C. Agardh) | * | | | |
| <i>Gymnogongrus</i> (Martius) sp. | * | | | * |
| <i>Herposiphonia littoralis</i> Hollenberg (1970) | * | | * | |
| <i>Herposiphonia secundata af. tenella</i> Hollenberg (1980) | | * | | |
| <i>Herposiphonia secundata</i> (C. Agardh) Falkenberg | * | | * | * |
| <i>Hypnea pannosa</i> J. Agardh (1847) | * | | | * |
| <i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing (1849) | * | * | * | * |
| <i>Jania adhaeresn</i> Lamoroux (1816) | * | * | * | * |
| <i>Jania crassa</i> Lamoroux (1821) | | * | * | |
| <i>Jania tenella</i> Lamoroux | * | * | * | * |
| <i>Jania tenella var. tenella</i> Lamoroux | | | * | |
| <i>Jania longiarthra</i> Dawson (1953) | * | * | * | |
| <i>Jania unguata</i> Yendo (1920) | * | * | * | |
| <i>Jania</i> (Lamoroux) sp | * | | | * |
| <i>Laurencia hanconckii</i> Dawson (1944) | * | | * | |
| <i>Litophyllum</i> (Philippi) sp | * | * | | |
| <i>Murrayellopsis dawsonii</i> Post (1962) | | | | * |
| <i>Polysiphonia bajacali</i> Hollenberg (1961) | * | | | |
| <i>Polysiphonia confusa</i> Hollenberg (1961) | * | * | | |
| <i>Polysiphonia hendryi</i> Gardner (1927) | * | | | |
| <i>Polysiphonia johnstonii</i> Setchell & Gardner (1924) | * | | | |
| <i>Polysiphonia johnstonii var. concinna</i> (Hollenberg)(1944) | * | * | * | |
| <i>Polysiphonia pacifica</i> Hollenberg (1942) | | | | * |
| <i>Pterosiphonia dendroidea</i> Falkenberg (1901) | * | | | |

| | |
|---|---|
| <i>Rhodymenia californica</i> Kylin & Link (1931) | * |
| <i>Tayloriella dictyurus</i> (J. Agardh) Kylin (1941) | * |

Tabla 3. Porcentaje de cobertura de las 5 especies más importantes por ambiente particular.

| Especies | Riscos | Pozas | Canales | Plataformas |
|--|--------|-------|---------|-------------|
| <i>Amphiroa mexicana</i> | | 8.00 | | 9.06 |
| <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> | | | | 18.13 |
| <i>Chaetomorpha antennina</i> | 15.56 | | 6.61 | |
| <i>Chnoospora minima</i> | 7.97 | | 7.77 | |
| <i>Dictyopteris deliculata</i> | | | 4.84 | |
| <i>Enteromorpha intestinalis</i> | | | | 6.25 |
| <i>Gracilaria cilíndrica</i> | | 7.14 | | |
| <i>Halimeda discoidea</i> | | | 4.25 | |
| <i>Hypnea pañosa</i> | | | | 7.50 |
| <i>Hypnea spinella</i> | 4.76 | | | |
| <i>Jania longiarthra</i> | | 8.23 | | |
| <i>Jania tenella</i> | | 13.65 | | |
| <i>Padina gymnospora</i> | | 15.14 | | |
| <i>Sargassum liebmanii</i> | 3.24 | | 9.10 | |
| <i>Tayloriella dictyurus</i> | 5.10 | | | |
| <i>Ulva lactuca</i> | | | | 7.19 |

Tabla 4. Riqueza de especies para los estados del PTM y coeficiente de Cheney (1977).

| Estados | Chlorophyta | Phaeophyta | Rhodophyta | Total | (R+C)/P |
|-----------|-------------|------------|------------|-------|---------|
| Nayarit | 31 | 24 | 69 | 124 | 4.1 |
| Jalisco | 36 | 29 | 112 | 177 | 5.1 |
| Colima | 27 | 23 | 77 | 127 | 4.5 |
| Michoacán | 13 | 12 | 46 | 71 | 4.9 |
| Guerrero | 6 | 15 | 29 | 50 | 2.3 |
| Oaxaca | 41 | 26 | 99 | 166 | 5.3 |
| Chiapas | 12 | 7 | 17 | 36 | 4.1 |

Tabla 5. Matriz de la similitud de Jaccard para los estados del PTM.

| | Nayarit | Jalisco | Colima | Michoacán | Guerrero | Oaxaca | Chiapas |
|-----------|---------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------|
| Nayarit | 100.00 | 79.18 | 91.36 | 75.94 | 60.24 | 82.27 | 47.37 |
| Jalisco | | 100.00 | 83.55 | 57.26 | 44.05 | 93.88 | 33.80 |
| Colima | | | 100.00 | 71.72 | 56.50 | 86.69 | 44.17 |
| Michoacán | | | | 100.00 | 77.69 | 59.92 | 67.29 |
| Guerrero | | | | | 100.00 | 46.30 | 69.77 |
| Oaxaca | | | | | | 100.00 | 35.64 |
| Chiapas | | | | | | | 100.00 |



Figura 1. Ubicación del Pacífico Tropical Mexicano, desde Nayarit (20°N), hasta Chiapas (15°N) y localización geográfica del sitio de muestreo. N = Nayarit; C = Colima; M = Michoacán; G = Guerrero; O = Oaxaca y CH = Chiapas.

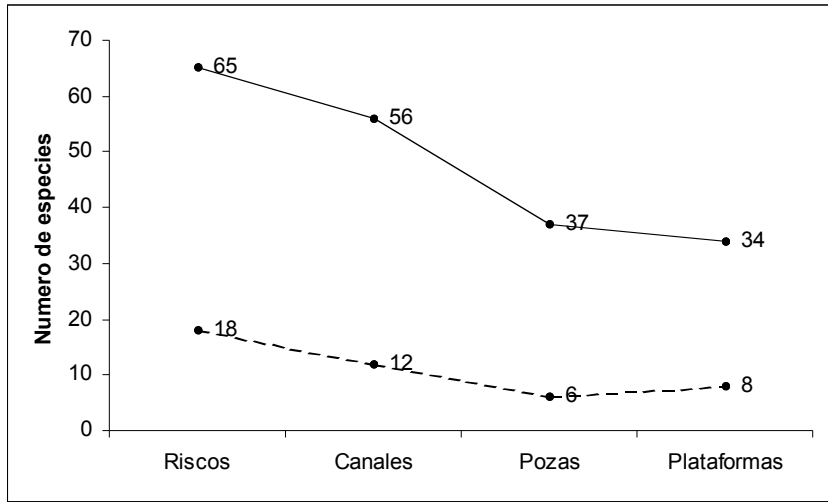


Figura 4. Número de especies por ambiente particular. La línea continua corresponde al número total de especies; la línea punteada al número de especies exclusivas.

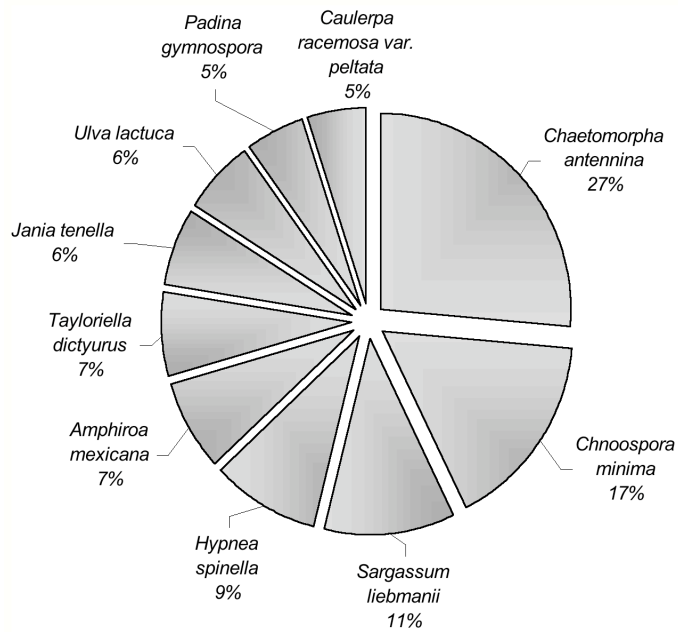


Figura 5. Porcentaje de cobertura de las 10 especies más conspicuas de macroalgas.

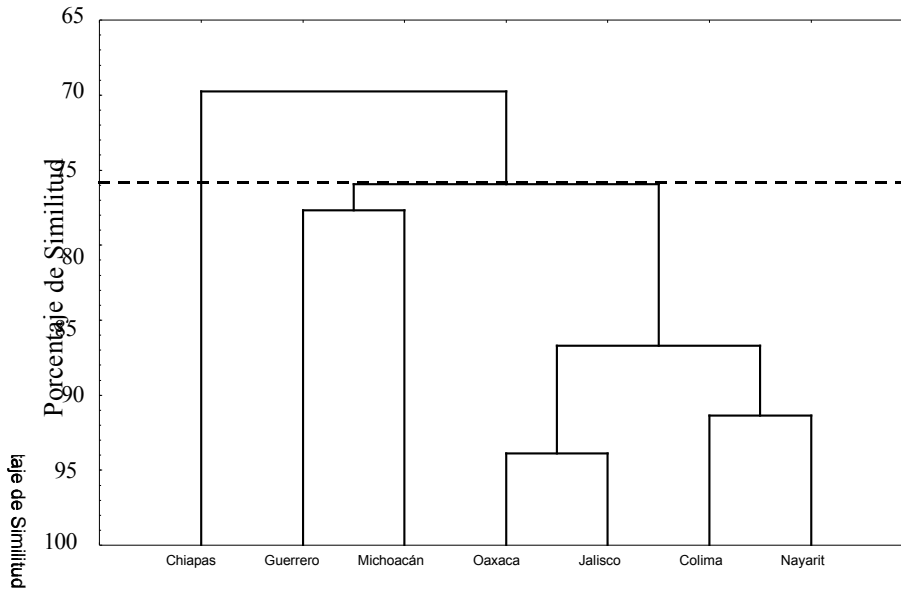


Figura 6. Cluster para los estados del Pacífico Tropical Mexicano. A un nivel de similitud de 76%, 3 grupos fueron identificados: 1)Chiapas; 2)Guerrero-Michoacán y 3)Oaxaca-Jalisco y Colima-Nayarit.