

**MORFOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE *Corallina vancouverensis*  
(CORALLINALES, RHODOPHYTA) EN EL NOROESTE DE MÉXICO**

**MORPHOLOGY AND DISTRIBUTION OF *Corallina vancouverensis*  
(CORALLINALES, RHODOPHYTA) IN NORTHWEST MEXICO**

Rafael Riosmena-Rodríguez  
David Alfaro Siqueiros-Beltrones

Herbario Ficológico, Depto. Biol. Mar., UABCS  
Apartado postal 19 B  
La Paz, BCS  
México

*Recibido en septiembre de 1994; aceptado en febrero de 1995*

**RESUMEN**

Se analizó la morfología y distribución de *Corallina vancouverensis* Yendo, con el objetivo de determinar su distribución y variaciones morfológicas en el noroeste mexicano. Se recolectaron y analizaron 200 especímenes, y se revisaron muestras provenientes de diferentes herbarios, las cuales representaron 65 localidades. Asimismo, se recopilaron los registros bibliográficos para esta especie en la península de Baja California y el área continental de México. Las poblaciones de *C. vancouverensis* se distribuyen desde Alaska, hasta una localidad al sur de Todos Santos, BCS, conocida como Las Cabrillas. Se registraron nuevas localidades para esta especie en el golfo de California y se considera que su límite geográfico en el Pacífico noreste está alrededor del paralelo 23°N en ambas costas de la península de Baja California. Se cuestionan las relaciones taxonómicas derivadas de las tendencias morfológicas, ecológicas y de distribución que presenta esta especie con respecto a *C. pinnatifolia* y *C. frondescens*.

*Palabras clave:* *Corallina vancouverensis*, morfología, distribución, Pacífico noreste, nuevas localidades.

**ABSTRACT**

The morphology and distribution of *Corallina vancouverensis* Yendo was studied in order to determine its distribution limits and morphological variations in the northwestern coast of Mexico. Two hundred specimens were collected and analyzed, as well as samples from several herbaria, representing an overall total of 65 localities. The bibliographic records of this species in the Baja California Peninsula and mainland Mexico were also analyzed. Populations of *C. vancouverensis* are distributed from Alaska to Las Cabrillas, which is located south of Todos Santos, BCS. Several new localities are recorded for this species in the Gulf of California, and its southern limit in the Northeast Pacific is considered to lie within 23°N on both sides of the Baja California Peninsula. Furthermore, the taxonomic relationship of this species with *C. pinnatifolia* and *C. frondescens* is questioned based on morphological, ecological and distributional tendencies.

*Key words:* *Corallina vancouverensis*, morphology, distribution, Northeast Pacific, new localities.

## INTRODUCCIÓN

*Corallina vancouverensis* Yendo, 1902, es un alga coralina geniculada de la subfamilia Corallinoideae (Woelkerling, 1988). Se caracteriza por presentar un eje subcilíndrico en la base del talo que se aplana hacia las puntas. Crece en forma de matas con una ramificación pinnada opuesta en varios planos. La intergenicula presenta una relación largo-ancho de 1:1 mm, a partir de la cual nacen ramilletes en forma pinnada opuesta, anteniforme a lanceolada (Abbott y Hollenberg, 1976).

*Corallina vancouverensis* es quizá la única especie de coralina geniculada que tolera condiciones de desecación (Johansen, 1976). Ésta es una especie exclusiva del Pacífico noreste, considerada como perenne en la parte norte de su distribución, de Alaska al norte de California (Gabrielson *et al.*, 1990), y en la costa noroeste de la península de Baja California (Pacheco-Ruiz y Aguilar-Rosas, 1984; Aguilar-Rosas *et al.*, 1990). De hecho, los registros de este género para zonas tropicales y subtropicales del continente americano son exclusivamente de las costas del Atlántico (Wynne, 1986).

Según Dawson (1961), el límite sur de *C. vancouverensis*, dentro de la costa del Pacífico, es punta Lobos, cerca de Todos Santos, Baja California Sur. De acuerdo con Johansen (1976), su distribución geográfica abarca desde Alaska hasta Ecuador. Recientemente se registró la presencia de esta especie al sur de punta Lobos en una localidad llamada Los Cerritos (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1994). Dentro del golfo de California se ha reportado su presencia en la parte norte (Stewart, 1982), donde se encuentran otras dos especies, *C. pinnatifolia* (Manza) Dawson, 1953, y *C. frondescens* Postels y Ruprecht, 1840 (Norris, 1976; Huerta-Múzquiz y Mendoza-González, 1985; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1986; Mateo-Cid *et al.*, 1993). Sin embargo, hasta la fecha no se tiene una idea precisa de sus patrones de distribución geográfica y estacional. Asociado a esto y por la variabilidad de su morfología externa, existen dudas respecto a los límites

## INTRODUCTION

*Corallina vancouverensis* Yendo, 1902, is a geniculated coralline alga from the subfamily Corallinoideae (Woelkerling, 1988). It is characterized as having a subcylindrical axis at the base of the thallus that flattens towards the ends. It grows in beds with an opposite pinnate branching in many tiers. The intergenicula present a length-width ratio of 1:1 mm from which ramilli sprout in an opposite pinnate form, antenniform to lanceolate (Abbott and Hollenberg, 1976).

*Corallina vancouverensis* is perhaps the only species of geniculated coralline that tolerates desiccated conditions (Johansen, 1976). It is a species exclusive to the Pacific Northeast. It is considered as a perennial in the northern part of its distribution, from Alaska to northern California (Gabrielson *et al.*, 1990) and in the northwest coast of the Baja California Peninsula (Pacheco-Ruiz and Aguilar-Rosas, 1984; Aguilar-Rosas *et al.*, 1990). In fact, recordings of this genus in the tropical and subtropical zones of the American Continent are restricted exclusively to the Atlantic Coast (Wynne, 1986).

According to Dawson (1961), the southern limit of *C. vancouverensis* in the Pacific Coast is Punta Lobos, close to Todos Santos, Baja California Sur. According to Johansen (1976), its geographic distribution extends from Alaska to Ecuador. This species was recently recorded south of Punta Lobos in an area called Los Cerritos (Mendoza-González and Mateo-Cid, 1994). Its presence has been recorded in the northern part of the Gulf of California (Stewart, 1982) where two other species are found: *C. pinnatifolia* (Manza) Dawson, 1953 and *C. frondescens* Postels and Ruprecht, 1840 (Norris, 1976; Huerta-Múzquiz and Mendoza-González, 1985; Mendoza-González and Mateo-Cid, 1986; Mateo-Cid *et al.*, 1993). However, there is no precise definition of its geographic and seasonal patterns to date. Associated to this and its external morphologic variation, there are doubts about the

interespecíficos que definen su distribución, por lo menos para el golfo de California (Norris, 1976). Debido a lo anteriormente señalado y a la carencia de conocimientos más completos de la flora macroalgal del sur de la península, la variabilidad morfológica y el límite austral del género *Corallina* para el noroeste mexicano no han sido determinados. Esa información, coadyuvaría a comprender la estacionalidad y afinidad biogeográfica de la región sur de la península, dada su naturaleza transicional entre dos regiones biogeográficas (Dawson, 1960). Por tanto, el objetivo de este reporte es precisar los límites morfológicos y de distribución de *C. vancouverensis* para el noroeste mexicano, y analizar las diferentes modificaciones morfológicas que puede presentar esta especie templada en una clina ambiental como la que ocurre en el sur de la península de Baja California (Dawson, 1960).

## METODOLOGÍA

De 1987 a 1994 se realizaron recolecciones en 60 localidades al sur de la península de Baja California y en la costa continental del golfo de California (descritas por Riosmena-Rodríguez y Siqueiros-Beltrones, en prensa), a las cuales, a partir de 1992, se incorporaron localidades entre Todos Santos y Cabo San Lucas (fig. 1, números 1 al 5). Las recolecciones se realizaron tanto en la zona intermareal como en la submareal, donde se registró la presencia/ausencia de la especie, y se anotó la densidad de la ramificación (laxa *versus* densa) relacionadas con el ambiente (protegido *versus* expuesto). El material recolectado se fijó en una solución de agua marina con formol al 4%, se almacenó en bolsas negras de plástico y se trasladó al Herbario Ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), donde se depositó en la colección con los números de catálogo FBCS 3101 al 3131.

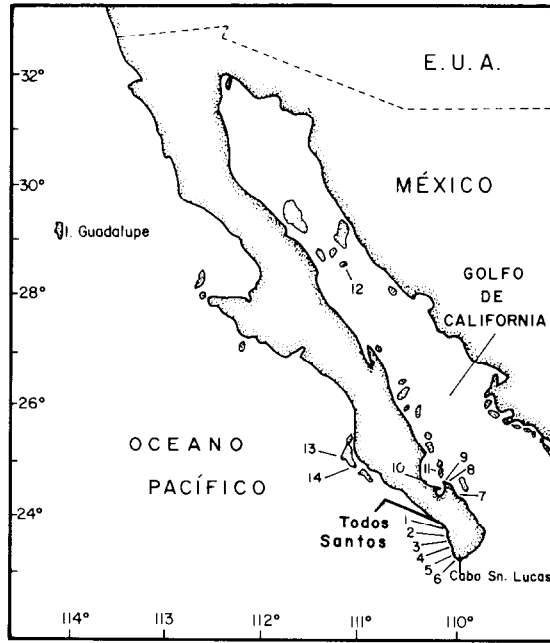
Además del material recolectado en las 65 localidades, se analizaron especímenes almacenados en los herbarios de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) [CMMEX], el Museo de

interspecific limits that define its distribution, at least in the Gulf of California (Norris, 1976). Due to the above and to the lack of a more complete understanding of the macroalgal flora south of the peninsula, the morphologic variability and austral limit of the genus *Corallina* in northwestern Mexico have not been determined. This information would help understand the seasonality and biogeographic affinity of the southern region of the peninsula, given its transitional nature between two biogeographic regions (Dawson, 1960). Thus, the objective of this report is to define the morphologic and distribution limits of *C. vancouverensis* in northwestern Mexico, and analyze the different morphological modifications that this temperate species presents in an environmental cline such as the southern region of the Baja California Peninsula (Dawson, 1960).

## METHODOLOGY

From 1987 to 1994, samplings were conducted in 60 locations in the southern region of the Baja California Peninsula and in the continental coast of the Gulf of California (described by Riosmena-Rodríguez and Siqueiros-Beltrones, in press). To these, locations between Todos Santos and Cabo San Lucas were added beginning in 1992 (fig. 1, numbers 1 to 5). The collections were made in the intertidal and subtidal zones and the presence/absence of the species was recorded. Branching density was also recorded (slack *versus* dense) related to the environment (protected *versus* unprotected). The collected material was fixed in a 4% formol sea water solution in black plastic bags and transported to the Phycological Herbarium of the *Universidad Autónoma de Baja California Sur* (UABCS) and placed in the collection under catalog numbers FBCS 3101 to 3131.

Apart from the material collected in the 65 locations, stored specimens were also analyzed from the herbaria of the *Facultad de Ciencias* of the *Universidad Autónoma de Baja California* (UABC) [CMMEX], the Museum of Natural History of Los Angeles County [LAM], the



**Figura 1.** Localidades de recolección campaña 1992: 1. Punta Lobos, 2. San Pedro, 3. Punta Pescadero, 4. Cerritos, 5. Las Cabrillas, 6. Migriño, y nuevos registros de *C. vancouverensis* en el noroeste mexicano: 7. El Sargento, 8. Calerita, 9. Balandra, 10. San Juan de La Costa, 11. San Gabriel, 12. I. San Pedro Mártir, 13. Punta Colorada, 14. Los Tronados.

**Figure 1.** Collection sites during the 1992 campaign: 1. Punta Lobos, 2. San Pedro, 3. Punta Pescadero, 4. Cerritos, 5. Las Cabrillas, 6. Migriño, and new recordings of *C. vancouverensis* in north-western Mexico: 7. El Sargento, 8. Calerita, 9. Balandra, 10. San Juan de La Costa, 11. San Gabriel, 12. I. San Pedro Mártir, 13. Punta Colorada, 14. Los Tronados.

Historia Natural del Condado de Los Ángeles [LAM], la Universidad de Michigan [MICH], la Universidad de California en Berkeley [UC] y la Universidad de Columbia Británica [UBC], (acrónimos citados de acuerdo con Holmgren *et al.*, 1981) (tabla 1).

Con el fin de observar el estado de desarrollo de los conceptáculos, porciones superiores y reproductivas de los especímenes provenientes de las recolecciones y diferentes herbarios, se procesaron éstos a través de una técnica histológica, de acuerdo con lo establecido por Riosmena-Rodríguez (1993). Se tabularon los promedios de varias características externas, como el largo total del talo, y el largo y anchos superior e inferior de la intergenícula, y se

University of Michigan [MICH], the University of California at Berkeley [UC] and the University of British Columbia [UBC] (acronyms cited according to Holmgren *et al.*, 1981) (table 1).

In order to observe the developmental state of the conceptacles, upper and reproductive parts of the specimens from the samplings and different herbaria, they were processed with a histological technique according to that established by Riosmena-Rodríguez (1993). The averages of various external characteristics were tabulated, such as total length of the thalli, upper and lower length and width of the intergenicula, and they were then separated into large regions (Riosmena-Rodríguez, 1991). Observa-

**Tabla 1.** Lista de especímenes representativos utilizados como referencia para este estudio (acrónimos de acuerdo con Holmgren *et al.*, 1981).**Table 1.** List of representative specimens used as reference in this study (acronyms according to Holmgren *et al.*, 1981).

| Número de catálogo | Localidad            | Fecha<br>(mes, día, año) | Determinó        |
|--------------------|----------------------|--------------------------|------------------|
| FBCS3101           | Balandra             | 01 30 88                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3102           | San Juan de la Costa | 03 20 89                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3103           | Calerita             | 08 26 88                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3111           | Sta. Rosaliita       | 09 21 89                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3113           | Cerritos             | 05 22 92                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3114           | Las Cabrillas        | 03 12 87                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3115           | Pescadero            | 03 12 87                 | R. Riosmena-R.   |
| FBCS3117           | San Pedro Mártir     | 20 04 91                 | R. Riosmena-R.   |
| LAM503266          | I. Guadalupe         | 12 18 49                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503267          | I. Cedros            | 10 30 51                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503266          | San Quintín          | 10 31 70                 | R. Setzer        |
| LAM503269          | I. San Benito        | 04 27 50                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503270          | Punta Baja           | 01 02 50                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503271          | San Benito           | 05 08 50                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503272          | I. Guadalupe         | 12 08 49                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503273          | I. Guadalupe         | 12 20 49                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503274          | I. Cedros            | 05 04 49                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503275          | Pta. Santa Eugenia   | 11 01 51                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503276          | B. Sanjuanico        | 05 01 50                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503277          | Millers's Landing    | 10 11 46                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503278          | I. Cedros            | 05 05 49                 | E. Y. Dawson     |
| LAM503279          | I. Cedros            | 10 30 51                 | E. Y. Dawson     |
| MICHs/n            | Pta. Malarrimo       | 04 16 51                 | E. Y. Dawson     |
| UC108220           | San Felipe           | 10 30 51                 | E. Y. Dawson     |
| UC925621           | Pta. Santa Rosaliita | 10 09 46                 | E. Y. Dawson     |
| UC925622           | I. Magdalena         | 03 08 49                 | E. Y. Dawson     |
| UC700639           | Guaymas              | 06 12 39                 | E. Y. Dawson     |
| UC700533           | Bahía Tepoca         | 02 04 40                 | E. Y. Dawson     |
| CMMEs/n            | San José             | 08 27 80                 | M. A. Aguilar-R. |
| CMMEs/n            | Raul's               | 09 06 81                 | L. E. Aguilar-R. |
| CMMEs/n            | Rosarito             | 09 06 81                 | L. E. Aguilar-R. |
| CMMEs/n            | I. Todos Santos      | 06 20 82                 | L. E. Aguilar-R. |
| CMMEs/n            | San Quintín          | 04 07 86                 | R. Aguilar-R.    |
| UBC                | I. Vancouver         | 08 20 88                 | J. L. Celestino  |
| UBC                | I. Vancouver         | 09 04 69                 | J. L. Celestino  |

segregaron por grandes regiones (Riosmena-Rodríguez, 1991). Adicionalmente, se incorporaron las observaciones de reportes florísticos recientes, así como de algunos clásicos, tanto de la península como del área continental (Aguilar-Rosas *et al.*, 1990; Dreckmann *et al.*, 1990; García de la Rosa, 1990; González-González, 1992; Mateo-Cid *et al.*, 1993; Norris, 1976; Rocha-Ramírez y Siqueiros-Beltrones, 1991; Serviere-Zaragoza, 1993; Stewart y Stewart, 1984).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 200 ejemplares, de los cuales los recolectados en zonas de alta y baja energía fueron morfológicamente muy similares entre sí para ambas costas, tanto en la zona intermareal como en la submareal. En el caso de los ejemplares provenientes de zonas de alta energía se observaron talos densamente ramificados de tallas similares, una relación largo-ancho superior de la intergenícula de 1:1.5-2.5, con ejes subcilíndricos que se van aplanando hacia las porciones superiores. En especial, en zonas con extrema dinámica, se observó mayor aplanamiento de los ejemplares, que repercutió en la posición de los conceptáculos, los cuales nacían en posición dorsal. Los ejemplares de aguas someras, como en Balandra, presentaron menor cantidad de ramificaciones en varios planos y una relación largo-ancho superior-inferior similar a la de algunas zonas desprotegidas. Un aspecto morfológico importante y de reciente revalorización taxonómica, que no ha recibido la atención debida para las especies de *Corallina* en el Pacífico noreste, es la forma de flecha invertida de las intergenículas del eje principal, con una base angosta de 0.5-1.5 mm, y una parte superior más amplia, de 1.5-2.5 mm.

Los especímenes estudiados provenientes del golfo presentaron una longitud total y una relación largo-ancho menor a los de latitudes correspondientes de la costa del Pacífico, contrario a lo observado en las especies del género *Amphiroa* (Riosmena-Rodríguez, 1991). Aunque los especímenes con mayor longitud se encuentran en latitudes superiores en la costa pacífica, la disminución de la longitud total en

tions from recent floristic reports on both the peninsula and continental area as well as from some classic literature were also incorporated (Aguilar-Rosas *et al.*, 1990; Dreckmann *et al.*, 1990; García-de-la-Rosa, 1990; González-González, 1992; Mateo-Cid *et al.*, 1993; Norris, 1976; Rocha-Ramírez and Siqueiros-Beltrones, 1991; Serviere-Zaragoza, 1993; Stewart and Stewart, 1984).

## RESULTS AND DISCUSSION

Two hundred samples were analyzed, of which those collected from both high and low energy zones were morphologically very similar in both the intertidal and subtidal zones. The specimens from the high energy zones presented similarly sized, highly dense thalli, a length-width ratio greater than the intergenicula 1:1.5-2.5, with subcylindrical axes that flatten towards the upper portions. A greater flattening of the specimens was observed in the extremely dynamic zones. This flattening affected the position of the conceptacles, which sprout in a dorsal position. The samples from shallow waters such as in Balandra, presented a greater amount of branches in various tiers and a similar upper-lower length-width ratio than in some unprotected zones. A recent taxonomic re-evaluation of an important morphological aspect of the species *Corallina* in the Northeast Pacific that has not received proper attention, is the inverted arrow shape of the intergenicula on the main axis, which has a narrow base of 0.5-1.5 mm and a wider upper part of 1.5-2.5 mm.

The specimens studied from the gulf presented a total length and length-width ratio less than those from corresponding latitudes in the Pacific Coast, contrary to that observed in species of the genus *Amphiroa* (Riosmena-Rodríguez, 1991). Although the longer species are found in higher latitudes in the Pacific Coast, the decrease in total length with respect to latitude supports the supposition that this would be compensated in biomass by the increase in the length-width ratio of the intergenicula, since it represents a total photosynthetic surface similar in volume to those in the North.

relación con la latitud hace suponer que se compensaría en biomasa con el aumento de la relación largo-ancho de la intergenicula, ya que representa una superficie fotosintética total similar en volumen a las del norte. Así, resultan ejemplares más robustos pero de menor longitud total. Dicha variación compensa fotosintéticamente la forma de la intergenicula en relación con el largo total, igual que su disposición en el ambiente (Taylor y Hay, 1982) ya que los individuos se organizan en microhábitats, formando matas densas bajo condiciones de exposición y matas laxas en sitios protegidos. Es posible que este comportamiento refleje diferentes condiciones de irradiancia (Algarra y Niell, 1987) y adaptaciones adicionales a la desecación (Taylor, 1985).

Dentro de los caracteres discriminantes de *C. vancouverensis* respecto a *C. frondescens* y *C. pinnatifolia* se encuentra la relación largo-ancho de la intergenicula y la posición superficial (dorsal) del conceptáculo (Abbott y Hollenberg, 1976). Sin embargo, en estudios recientes (Stewart, 1991) se ha considerado que son muy similares, de difícil segregación. Esta investigación sobre las modificaciones morfológicas asociadas a la latitud y tipo de hábitat apoya las ideas propuestas por Stewart (1991). Puesto que el patrón largo-ancho 2:1 en la intergenicula y la posición lateral del conceptáculo, que se suponen característicos de *C. frondescens* y *C. pinnatifolia*, también se pueden observar en *C. vancouverensis*, se cuestiona su segregación como especies independientes y se refuta, consecuentemente, su presencia dentro del golfo de California.

Lo anterior, aunado a la variabilidad de la forma de organización de los talos (laxa *versus* densa), obliga a interpretar funcionalmente los criterios que definen a las especies de este género (Cracraft, 1981) en el Pacífico mexicano. Teniendo una descripción completa de la anatomía externa e interna de las especies de *Corallina*, se podrían establecer criterios confiables y detectar otras características variables, como lo han demostrado Johansen y Colthart (1975), para establecer un número bien sustentado de especies en el área. De esta manera se

Samples are more robust but have a shorter total length. Said variation photosynthetically compensates the shape of the intergenicula in relation to total length, as well as their disposition in the environment (Taylor and Hay, 1982), since the individuals are organized in microhabitats, forming dense beds under unprotected conditions, and slack beds in protected areas. It is possible that this behavior reflects different conditions of irradiance (Algarra and Niell, 1987) and additional adaptations to desiccation (Taylor, 1985).

Some of the characteristics that separate *C. vancouverensis* from *C. frondescens* and *C. pinnatifolia* are the length-width ratio of the intergenicula and the superficial position (dorsal) of the conceptacle (Abbott and Hollenberg, 1976). However, in recent studies (Stewart, 1991) they have been considered to be very similar and difficult to segregate. This investigation which studies the morphological modifications associated to latitude and type of habitat supports the ideas proposed by Stewart (1991). Since the length-width ratio of 2:1 in intergenicula and the lateral position of the conceptacle, considered to be characteristics of *C. frondescens* and *C. pinnatifolia*, can also be observed in *C. vancouverensis*, its segregation as an independent species is questioned, and consequently its presence within the Gulf of California is refuted.

The above, together with the variability in the organizational shape of the thalli (slack *versus* dense), requires a functional interpretation of the criteria that define the species of this genus (Cracraft, 1981) in the Mexican Pacific. Reliable criteria could be established if a complete description of the external and internal anatomy of the species of *Corallina* existed, and other variable characteristics detected as demonstrated by Johansen and Colthart (1975) in establishing a well substantiated number of species in the area. In this manner, the overestimation of recognized species would be avoided as has happened with the genus *Amphiroa* in the region (Riosmena-Rodríguez and Siqueiros-Beltrones, in press).

evitaría la sobreestimación de especies reconocidas, como ha sucedido con el género *Amphiroa* en la región (Riosmena-Rodríguez y Siqueiros-Beltrones, en prensa).

### Nuevas localidades y estrategias de vida

Este estudio presenta nuevas localidades en las que *C. vancouverensis* se distribuye. Éstas son, en la costa oriental: San Pedro Mártir, San Juan de la Costa, Calerita, San Gabriel en isla Espíritu Santo (bahía de La Paz) y El Sargento en bahía de La Ventana; en la costa occidental: punta Pescadero y Las Cabrillas, al sur de Todos Santos, y punta Colorada y Los Tronados, en el área de bahía Magdalena (fig. 1).

Dentro de las nuevas localidades se observó un comportamiento diferencial entre los especímenes que crecen en lugares protegidos y lugares desprotegidos. Los individuos que se distribuyen en lugares desprotegidos, como Todos Santos y el área sur del golfo de California, presentaron un desplazamiento en la posición vertical hacia el intermareal inferior, aunque se ha considerado que esta especie se distribuye verticalmente en preferencia hacia el intermareal superior (Johansen, 1976). Los especímenes recolectados en el área al sur de Todos Santos y la mayoría de las estaciones dentro del golfo se ubican de la región intermareal inferior a la submareal. Esto probablemente se debe a que las condiciones de temperatura e irradiancia durante la mayor parte del año limitan su presencia a este nivel, ya que alcanzan valores muy superiores a sus límites de tolerancia, en contraste con las costas de California. Ello determina que *C. vancouverensis* permanezca expuesta por periodos más cortos en las zonas intermareal inferior y submareal.

Los especímenes estudiados, del área de la frontera con EUA hasta bahía Magdalena, mostraron uniformidad en tallas y proporción largo-ancho de la intergenicula así como una distribución verticalmente homogénea; mientras que los especímenes provenientes de localidades al sur presentaron disminución en longitud total, aumento en la relación largo-ancho (tabla 2) y desplazamiento vertical con una restricción hacia la zona submareal.

### New locations and life strategies

This study presents new locations in which *C. vancouverensis* is distributed. In the east coast these include: San Pedro Mártir, San Juan de La Costa, Calerita, San Gabriel in the Isla Espíritu Santo (Bahía de La Paz) and El Sargento in Bahía de La Ventana; and in the west coast: Punta Pescadero and Las Cabrillas south of Todos Santos, and Punta Colorada and Los Tronados in the area of Bahía Magdalena (fig. 1).

A differential behavior was observed in the new locations between the specimens that grow in protected and unprotected areas. The individuals that are distributed in unprotected zones, such as Todos Santos and the southern part of the Gulf of California, presented a displacement in the vertical position towards the lower intertidal; even though this species is considered to have a preferential vertical distribution towards the upper intertidal (Johansen, 1976). The specimens collected in the area south of Todos Santos and in the majority of the stations within the gulf are located in the lower intertidal to subtidal region. This is probably due to the temperature and irradiance conditions during the major part of the year, which limit its presence to this level since they reach values much greater than their tolerance levels, in contrast to those of the California coast. This determines that *C. vancouverensis* remains exposed for shorter periods in the lower intertidal and subtidal zones.

The specimens studied from the border zone of the USA to Bahía Magdalena showed uniformity in size and in the length-width ratio of the intergenicula, as well as a homogenous vertical distribution; while the specimens from southern locations presented a decrease in total length, an increase in the length-width ratio (table 2) and a restricted vertical displacement towards the subtidal zone.

In the east coast of the peninsula, the presence of erect axes of *C. vancouverensis* is restricted to low temperature periods (winter), when these are similar to those of the west coast, where the erect fronds are perennial. This behavior represents an adaptive-transitional



**Tabla 2.** Intervalos de variación geográfica y morfometría en *C. vancouverensis*.**Table 2.** Intervals of geographic variation and morphometry of *C. vancouverensis*.

| Localidad                   | LT (cm)       | LI (mm) | AIS (mm)  | AII (mm) |
|-----------------------------|---------------|---------|-----------|----------|
| Frontera B. Asunción        | (2) 6-10      | 1-2     | 1-2       | 1-1.5    |
| B. Magdalena                | (2) 4-6       | 1-1.5   | 0.7-1     | 0.5-0.7  |
| Todos Santos                | 1.8-4         | 0.7-1.5 | 0.7-1     | 0.7-1    |
| Sur del golfo de California | 1.6-4         | 1.1-2.0 | 1-1.5 (2) | 0.5-0.7  |
| Alto golfo de California    | (0.8) 1-5 (8) | 1-2     | 1-1.5     | 0.5-0.7  |

(LT = longitud total, LI = longitud intergenicular, AIS = ancho intergenicular superior, AII = ancho intergenicular inferior, N = 200; valores entre paréntesis como extremos y/o raros).

En la costa oriental de la península la presencia de ejes erectos de *C. vancouverensis* se restringe a los periodos de bajas temperaturas (invierno), cuando éstas son similares a los de la costa occidental, donde las frondas erectas son perennes. Este comportamiento representa una estrategia adaptativa transicional (Bock, 1981), que permite a una especie típicamente templada persistir a lo largo de una zona transicional como la península de Baja California.

La única localidad donde se observó *C. vancouverensis* creciendo a lo largo del año en lugares protegidos dentro de la bahía de La Paz es Balandra, donde también se ha registrado la presencia de *C. pinnatifolia* y *C. frondescens* (Huerta-Múzquiz y Mendoza-González, 1985). En el periodo visitado (1988-1994) sólo se encontraron ejes erectos de *C. vancouverensis* entre los meses de noviembre a marzo dentro de paredones excavados. Estos microhábitats con sombreado continuo provocan que la temperatura se mantenga constante durante el día e impide una irradiancia y evaporación extremas. En este caso se puede observar que la distribución de *C. vancouverensis* en el intermareal superior equivale a la de la costa de California (Abbott y Hollenberg, 1976). Ocasionalmente, se encontraron especímenes en el otoño dentro de la zona submareal de Balandra, asociados al sujetador de *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet y Thuret, 1876, en áreas sombreadas, pero sin continuidad, probablemente debido a las altas temperaturas que alcanza el agua durante la mayor parte del año.

strategy (Bock, 1981) that allows a typically temperate species to survive in a transitional zone such as the Baja California Peninsula.

Balandra is the only location where *C. vancouverensis* was observed to grow throughout the year in protected areas of Bahía de La Paz, where the presence of *C. pinnatifolia* and *C. frondescens* has also been reported (Huerta-Múzquiz and Mendoza-González, 1985). During the sampling period (1988-1994) erect axes of *C. vancouverensis* were found only between the months of November and March in the excavated walls. These continuously-shaded microhabitats cause the temperature to remain constant during the day and impede extreme irradiance and evaporation. In this case, it can be observed that the distribution of *C. vancouverensis* in the upper intertidal is the same as that in the California coast (Abbott and Hollenberg, 1976). Specimens were occasionally found during the fall in shady areas of the subtidal zone of Balandra, associated to the holdfast of *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet and Thuret, 1876. They were not continuous, however, probably due to the high temperatures that the water reaches during the major part of the year.

### Biogeography

Based on the presence of perennial populations of *C. vancouverensis*, its distribution along the Pacific Ocean was determined to extend from Alaska, USA, to Las Cabrillas, BCS. Within the Gulf of California, a continuous dis-

## Biogeografía

Con base en la presencia de poblaciones perennes de *C. vancouverensis*, se determinó su distribución a lo largo del océano pacífico, desde Alaska, EUA; hasta Las Cabrillas, BCS. Igualmente, dentro del golfo de California se observó una distribución continua desde Puerto Peñasco, Sonora, hasta El Sargento, BCS, en el paralelo 23°, con poblaciones presentes durante invierno y primavera en la parte media y sur. Éste podría considerarse su límite geográfico sur en el Pacífico noreste, ya que no existen reportes adicionales de dicha especie para latitudes inferiores.

Durante los cinco años de monitoreo en bahía de La Paz, se observaron individuos reproductivos ocasionalmente, por lo que suponemos que la permanencia de esta especie se debe a la regeneración a partir del sujetador (que permanece todo el año). Lo mismo se ha registrado para las poblaciones de *C. vancouverensis* en California (Stewart, 1989) y para *C. officinalis* var. *chilensis* (Decaisne) Kutzing, 1858 (Littler y Kauker, 1984) dentro de la costa del Pacífico. El patrón de distribución estacional invierno-primavera observado en este estudio también ha sido mencionado para bahía Concepción (Mateo-Cid *et al.*, 1993) y contrasta con el de la costa del Pacífico, donde permanecen los ejes erectos durante todo el año (Pacheco-Ruíz y Aguilar-Rosas, 1984; Aguilar-Rosas *et al.*, 1990).

Especies de naturaleza templada, como *C. vancouverensis*, presentan una amplia distribución y permanecen exitosamente en zonas subtropicales o transicionales, mediante estrategias morfológicas, estacionales y de ubicación vertical. Esto sustenta la estrecha relación propuesta entre los patrones biogeográficos y las tendencias filogenéticas dentro del orden Corallinales (Steneck, 1986; Woelkerling, 1991). Lo mismo se observa para la costa noroeste de México, donde ocurre una restricción en la distribución de las especies del género *Amphiroa* para la costa occidental de la península de Baja California, que se manifiesta en modificaciones de talla y tipo de reproducción (Riosmena-Rodríguez, 1991).

tribution was observed from Puerto Peñasco, Sonora, to El Sargento, BCS, at parallel 23°, with populations present during the winter and spring in the middle and southern portions. This could be considered as its southern geographic limit in the Northeast Pacific since no additional reports exist on said species in lower latitudes.

During the five years of monitoring in Bahía de La Paz, reproductive individuals were occasionally observed, and it can thus be assumed that the permanence of this species is due to the regeneration of the holdfast (that is present the entire year). The same has been recorded for populations of *C. vancouverensis* in California (Stewart, 1989) and *C. officinalis* var. *chilensis* (Decaisne) Kutzing, 1858 (Littler and Kauker, 1984) in the Pacific Coast. The seasonal winter-spring distribution pattern observed in this study has also been observed in Bahía Concepción (Mateo-Cid *et al.*, 1993) and contrasts with the Pacific Coast where erect axes are found during the entire year (Pacheco-Ruíz and Aguilar-Rosas, 1984; Aguilar-Rosas *et al.*, 1990).

Species from temperate environments, such as *C. vancouverensis*, present a wide distribution and successful growth in subtropical or transitional zones using morphological and seasonal strategies as well as a vertical position. This supports the strict ratio proposed between the biogeographic patterns and phylogenetic tendencies within the order Corallinales (Steneck, 1986; Woelkerling, 1991). The same has been observed in the northeast coast of Mexico where the distribution of the species of the genus *Amphiroa* is restricted to the west coast of the Baja California Peninsula. This is manifested in modifications in the size and type of reproduction (Riosmena-Rodríguez, 1991).

## ACKNOWLEDGEMENTS

We appreciate the lending of herborized samples of *C. vancouverensis* by Robert Gustafson from the Museum of Natural History of Los Angeles County, Raúl Aguilar-Rosas from the *Facultad de Ciencias Marinas* of the UABC, Michael Wynne from the University of Michigan, Paul Silva from the University of

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el préstamo de ejemplares herborizados de *C. vancouverensis* a Robert Gustafson del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Raúl Aguilar-Rosas de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC, Michael Wynne de la Universidad de Michigan, Paul Silva de la Universidad de California, en Berkeley (además de su hospitalidad), y Robert Scagel y Celestino de Oliveira de la Universidad de Columbia Británica. Dení Rodríguez de la Facultad de Ciencias de la UNAM y dos revisores anónimos hicieron atinadas sugerencias y correcciones al manuscrito. Finalmente, agradecemos al personal del Herbario Ficológico de la UABCS su imprescindible apoyo en la recolección y catalogación de especímenes y, sobretudo, la participación de Alejandra Ángeles-Pérez durante todas las etapas del estudio.

## REFERENCIAS

- Aguilar-Rosas, R., Pacheco-Ruíz, I. y Aguilar-Rosas, L.E. (1990). Algas Marinas de las Islas Todos Santos, Baja California, México. **Ciencias Marinas**, 16(2): 117-129.
- Abbott, I.A. and Hollenberg, G.J. (1976). **Marine Algae of California**. Stanford University Press, Stanford, 827 pp.
- Algarra, P. and Niell, F.X. (1987). Structural adaptations to light receptions in two Morphotypes of *Corallina elongata* Ellis and Solander. **PSZNI: Marine Ecology**, 8(30): 253-261.
- Bock, W.J. (1981). Functional-adaptative analysis in evolutionary classification. **Amer. Zool.**, 21: 51-20.
- Cracraft, J. (1981). The use of functional and adaptative criteria in phylogenetic systematics. **Amer. Zool.**, 21: 21-36.
- Dawson, E.Y. (1960). Symposium: The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine biotas. A review of the ecology, distributions, and affinities of the benthic flora. **Syst. Zool.**, 9(3-4): 93-100.
- California at Berkeley (as well as his hospitality) and Robert Scagel and Celestino de Oliveira from the University of British Columbia. Dení Rodríguez from the *Facultad de Ciencias* of the UNAM and two anonymous reviewers made sound suggestions and corrections in the manuscript. Finally, we thank the personnel from the Phycological Herbarium of UABCS for their indispensable support in collecting and cataloging the samples, especially the participation of Alejandra Ángeles-Pérez during all the phases of the study .
- English translation by Jennifer Davis.
- 
- Dawson, E.Y. (1961). A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to Galapagos Islands. **Pac. Sci.**, 15(3): 370-461.
- Dreckmann, K.M., Pedroche, F.F. y Senties, A. (1990). Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. **Bol. Soc. Bot. Mex.**, 50: 19-42
- Gabrielson, P.W., Scagel, R.F. and Widdowson, T.B. (1990). Keys to the benthic marine algae and seagrasses of British Columbia, southeast Alaska, Washington and Oregon. **Phycological Contributions**, 4: 187 pp.
- García de la Rosa, O. (1990). Transplante experimental para la repoblación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en bahía Asunción, BCS, México. Tesis de licenciatura, **Universidad Autónoma de Baja California Sur**, La Paz, BCS, México, 106 pp.
- González-González, J. (1992). Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del Pacífico tropical mexicano. Tesis doctoral, **Universidad Nacional Autónoma de México**, México, DF, México, 167 pp.
- Holmgren P.K., Keuken, W. and Schofield, E.K. (1981). Index Herbariorum. Herbaria of the World. 7th Ed., **Regnum Veg.**, 106: 1-452.
- Huerta-Múzquiz, M.L. y Mendoza-González, C. (1985). Algas marinas de la parte sur de la bahía de La Paz, Baja California Sur. **Phytologia**, 59(1): 35-57.

- Johansen, H.W. (1976). Family Corallinaceae. In: A. Abbott and G.J. Hollenberg (eds), **Marine Algae of California**. Stanford Univ. Press, California, 379-419 pp.
- Johansen, H.W. and Colthart, B.J. (1975). Variability in articulated coralline algae (Rhodophyta). **Nova Z. Kryptogamen**, 26: 135-149.
- Littler, M.M. and Kauker, B.J. (1984). Heterotrichy and survival strategies in red algae *Corallina officinalis*. **L. Bot. Mar.**, 27: 37-44.
- Mateo-Cid, L.E., Sánchez-Rodríguez, I., Rodríguez-Montesinos, Y.E. y Casas-Valdez, M.M. (1993). Estudio Florístico de las algas marinas bentónicas de bahía Concepción, BCS, México. **Ciencias Marinas**, 19(1): 41-60.
- Mendoza-González, A.C. y Mateo-Cid, L.E. (1986). Flora marina bentónica de la costa noreste del Estado de Sonora, México. **Phytologia**, 60:414-427.
- Mendoza-González, A.C. y Mateo-Cid, L.E. (1994). Algas Marinas bentónicas de Todos Santos, BCS, México. **Acta Botánica Mexicana**, 29: 31-48.
- Norris, J.N. (1976). Taxonomy of marine algae in the north part of the Gulf of California. Ph.D. thesis, **University of California**, Santa Barbara, USA, 595 pp.
- Pacheco-Ruíz, I. y Aguilar-Rosas, L.E. (1984). Distribución estacional de Rhodophyta en el noroeste de Baja California. **Ciencias Marinas**, 10(3): 67-80.
- Riosmena-Rodríguez, R. (1991). Taxonomía y variación espacio-temporal de las especies del género *Amphiroa* Lamouroux (Corallinales; Rhodophyta) en la región sur de la Península de Baja California. Tesis de licenciatura, **Universidad Autónoma de Baja California Sur**, La Paz, BCS, México, 109 pp.
- Riosmena-Rodríguez, R. (1993). Una propuesta de técnica histológica para el procesamiento de algas coralinas (Corallinales; Rhodophyta). **Rev. Inv. Cient., UABCS**, 4 (1): 1-9.
- Riosmena-Rodríguez, R. and Siqueiros-Beltrones, D.A. (in press). Taxonomy of the genus *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta) in the southern Baja California Peninsula, Mexico. **Phycologia**
- Rocha-Ramírez, V. y Siqueiros-Beltrones, D.A. (1991). El herbario ficológico de la UABCS: Elenco florístico de macroalgas para Balandra en la bahía de la Paz, BCS, México. **Rev. Inv. Cient., UABCS**, 2(1): 13-33.
- Serveiere-Zaragoza, E. (1993). Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Tesis doctoral, **Universidad Nacional Autónoma de México**, México, DF, 71 pp.
- Steneck, R.S. (1986). The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptive strategies. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 17: 273-303.
- Stewart, J.G. (1982). Anchor species and epiphytes in intertidal algal turf. **Pac. Sci.**, 36(1): 45-59.
- Stewart, J.G. (1989). Establishment, persistence and dominance of *Corallina* (Rhodophyta) in algal turf. **J. Phycol.**, 25(3): 436-446.
- Stewart, J.G. and Stewart, J.R. (1984). Marine algae of Guadalupe Island, Mexico, including a check list. **Ciencias Marinas**, 10(2): 129-147.
- Stewart, J.G. (1991). **Marine Algae and Seagrasses of San Diego County**. A publication of the Sea Grant College, Univ. California, 197 pp.
- Taylor, P.R. and Hay, M.E. (1982). Functional morphology of intertidal seaweeds: adaptive significance of aggregate *versus* solitary forms. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, 18: 295-302.
- Taylor, P.R. (1985). The influence of sea anemones on the morphology and productivity of two intertidal seaweeds. **J. Phycol.**, 21: 335-340.
- Woelkerling, Wm. J. (1988). **The Coralline Red Algae: an Analysis of the Genera and Subfamilies of Non-geniculate Corallinaceae**. British Museum (Natural History), London, Oxford University Press, Oxford, XI + 268 pp.
- Woelkerling, Wm. J. (1991). The species-pair hypothesis and nongeniculate coralline red

algae: a note of caution. **J. Phycol.**, 27:  
78 pp.

Wynne, M.J. (1986). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. **Can. J. Bot.**, 64: 2239-2281.