

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ASCIDIAS DE LOS FONDOS ROCOSOS DE LA BAHÍA DE CUAJINIQUIL, COSTA RICA

Nidya Nova-Bustos¹, Aida C. Hernández-Zanuy² y Rigoberto Viquez-Portuguez¹

¹ Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica. milquita@gmail.com

² Instituto de Oceanología, Avenida Primera Número 18406 entre 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

Las ascidias de la costa del Pacífico centroamericano están muy poco estudiadas a pesar de que este grupo se destaca entre los miembros de la fauna bentónica de los fondos duros de la región. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo es conocer la distribución y abundancia de las ascidias en los fondos rocosos de la bahía de Cuajiniquil. Se ofrecen datos de la densidad (individuos por metro cuadrado de fondo) de las ascidias solitarias *Rhopalaea birkelandi* (Tokioaka) y *Ascidia ceratodes* (Huntsman) a 5, 10 y 15 m de profundidad en tres transectos perpendiculares a la costa que se ubicaron en Isla David, Bajo Rojo y Bajo Viejón, sitios costeros de la bahía de Cuajiniquil, en el noroeste de Costa Rica. Otras tres especies de ascidias coloniales *Didemnum moseleyi* (Herdman), *Lissoclinum caulleryi* (Ritter y Forsyth) y *Polyandrocarpa tinctoria* (Van Name) forman parte de los fondos rocosos de esta bahía a profundidades mayores de 10 m. El dendrograma de similitud (coeficiente de similitud de Jaccard) muestra elevada semejanza entre los transectos ubicados en Bajo Viejón e Isla David. La diferencia entre la profundidad de 5 m y las de 10 y 15 m es significativa ($H=6.24$, $gI=2.51$, $p=0.04$). En Bajo Rojo sólo se encontraron ascidias solitarias con una densidad promedio 10 veces menor que en los otros dos sitios. Las diferencias pudieran estar relacionadas con la menor disponibilidad de sustrato provocada por las algas pardas que cubren la mayor parte del fondo en Bajo Rojo y/o con la mayor estabilidad ambiental de las comunidades de fondos duros que se encuentran en los bordes de la boca de la bahía, más expuestos al intercambio con el océano y alejados del impacto que los sedimentos provenientes del río Cuajiniquil pudiera estar provocando en el centro de la bahía.

PALABRAS CLAVE: Distribución, Abundancia, Ascidias, Densidad, Bahía Cuajiniquil.

ABSTRACT

Distribution and abundance of the rocky bottom ascidians of Cuajiniquil Bay, Costa Rica. The ascidians of the Central-American Pacific coast are poorly studied, although this group is one of the most important members of the benthic fauna of this region. The present study shows data of density (individuals per square meter) of the solitary ascidians *Rhopalaea birkelandi* (Tokioaka) and *Ascidia ceratodes* (Huntsman), at 5, 10 and 15 m deep in three transects perpendicular to the coast. These transects were located in Isla David, Bajo Rojo and Bajo Viejón, coastal areas of Cuajiniquil Bay, northeast coast Costa Rica. Other three species of colonial ascidians, *Didemnum moseleyi* (Herdman), *Lissoclinum caulleryi* (Ritter y Forsyth) and *Polyandrocarpa tinctoria* (Van Name), are part of the benthic

communities of the rocky bottoms of this bay at depths greater than 10 m. The cluster analysis (using Jaccard similarity coefficient) shows a high similarity between transects located at Bajo Viejón and Isla David. The difference between 5, 10 and 15 m deep is significant ($H= 6.24$, $gI= 2.51$, $p= 0.04$). In Bajo Rojo only solitary ascidians were found with an average density ten times lower than other sites. These differences could be related to lower substratum availability due to the stronger competition with brown algae which covers most of the sea bottom at Bajo Rojo and/or the higher environmental stability of the hard bottom communities that are usually found on the edges of the higher part of the bay, greatly exposed to oceanic waters and away from impacts that sediments from the Cuajiniquil river could be producing in the middle part of the bay.

KEY WORDS: Distribution, Abundance, Ascidians, Density, Cuajiniquil Bay.

INTRODUCCIÓN

Las ascidias de la costa del Pacífico centroamericano están muy poco estudiadas a diferencia de la fauna cercana correspondiente al Pacífico de Norteamérica, la que en los últimos años ha recibido una atención especial como parte del estudio de organismos bioinvasores (Abbott y Newberry, 1980; Lambert, 1993; Lambert y Lambert, 1998, 2003). Sólo algunos trabajos (Van Name, 1945; Tokioka, 1971, 1972; Abbott y Newberry, 1980) mencionan la presencia de este grupo en la costa occidental de América Central.

En Costa Rica las ascidias han recibido poca atención, resultando muy escasos los estudios de este grupo desde el punto de vista taxonómico y nulos los estudios ecológicos, a pesar de que este grupo resalta entre los miembros de la fauna bentónica de los fondos duros de la región (Tokioka, 1972). En la costa del Pacífico costarricense sólo Tokioka (1972) señala 13 especies de ascidias que fueron colectadas en playa del Coco en 1970. La falta de conocimientos del bentos marino en la costa del Pacífico, la ausencia de estudios previos sobre ascidias en Costa Rica, y la abundancia y longevidad de las ascidias solitarias en estas costas, motivó la presente investigación cuyo objetivo es evaluar la abundancia y distribución de estos organismos en la bahía de Cuajiniquil, como contribución al conocimiento de la diversidad de especies y a la línea base ambiental marina de Costa Rica.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la bahía de Cuajiniquil, área marino-costera del Pacífico noroeste de Costa Rica (Figura 1), en tres transectos perpendiculares a la costa que fueron ubicados en sitios conocidos como Bajo Rojo [Sitio 1: ($10^{\circ}57'45''$ N y $85^{\circ}44'03''$ W)], Isla David [Sitio 2: ($10^{\circ}57'46''$ N y $85^{\circ}85'43''$ W)] y Bajo Viejón [Sitio 3: ($10^{\circ}57'32''$ N y $85^{\circ}43'75''$ W)]. Los muestreos se realizaron de julio a octubre del 2006, incluyendo parte del llamado “veranillo” (períodos secos de

más de tres días que ocurren en los meses de julio y agosto), y septiembre cuando se producen las mayores lluvias (Manso *et al.*, 2005).

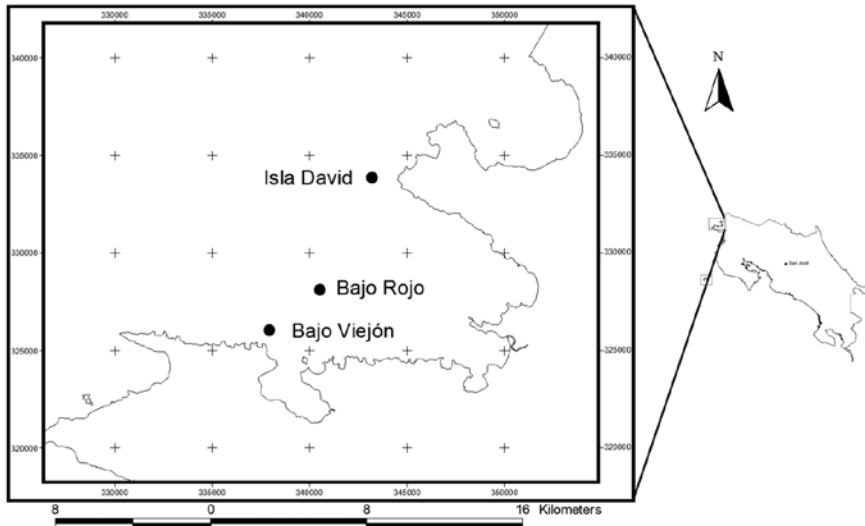


Figura 1. Ubicación geográfica de los tres sitios de muestreo (Sitio 1: Bajo Rojo, Sitio 2: Bajo Viejón y Sitio 3: Isla David) estudiados en la bahía de Cuajiniquil, en la costa noroeste de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

A través de buceo autónomo, en cada transecto y a cada profundidad se colocaron tres cuadrantes al azar sobre el fondo (marcos de aluminio de 1 x 1 m), en cada sitio de muestreo, en los cuales se contó el número de ascidias solitarias por especie. De cada una de las especies (solitarias y coloniales) se colectaron entre 10 y 20 ejemplares (siempre que fue posible) para su identificación en el laboratorio. Los muestreos fueron realizados una sola vez en cada transecto entre julio y octubre de 2006.

Las características del biotopo señalando las peculiaridades físicas del sustrato de cada sitio (grietas, fisuras o pequeñas ondulaciones) y de la biota asociada, se anotaron en una tablilla junto a los datos de las especies. La densidad de ascidias como indicador de abundancia se ofrece en número de individuos por metro cuadrado (ind/m²).

Para comparar los tres sitios estudiados y las tres zonas (profundidades de 5, 10 y 15 m) se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos (Statgraphics 1994-1997). Se aplicó el coeficiente de similitud de Jaccard con un $\alpha= 0.05$, empleando el programa InfoStat (2002) y se construyó un dendrograma de similitud con el método de encadenamiento completo utilizado para medir el grado de semejanza entre dos muestras según las especies compartidas entre sitios.

Para la colecta, anestesiado y fijación de las ascidias se utilizó el método propuesto por Monniot y Monniot (1972). La identificación se realizó consultando los trabajos de Van Name (1945), Tokioka (1971, 1972), Abbott y Newberry (1980) y Vásquez y Young (1996).

RESULTADOS

Caracterización de las zonas de estudio y abundancia de las ascidias

Las características físico-biológicas de los tres sitios estudiados se muestran en la Tabla 1. El fondo es duro en los tres sitios y a las tres profundidades estudiadas, fundamentalmente rocoso cubierto por algas pardas y verdes así como por el coral *Tubastraea coccinea* (Lesson).

Tabla 1. Características físico-biológicas de los tres sitios estudiados.

Sitio	Tipo de fondo	Biota
Sitio 1 Bajo Rojo	Fondo rocoso, muy regular, con ondulaciones leves y con escasas fisuras, bastante homogéneo desde 5 hasta 15 m, perfil que se ubica en la pared interna de un promontorio rocoso que se eleva desde los 32 m hasta la superficie, frente a la costa central de la bahía de Cuajiniquil. Las ascidias, se ubican directamente sobre la roca tanto en posición horizontal como diagonal y vertical.	Algas pardas y verdes (muy abundantes); cubren la mayor parte del fondo.
Sitio 2 Isla David	Fondo rocoso con muy leves ondulaciones, liso pero con grietas también lisas en su interior y muy angostas, lo que dificulta la extracción de los ejemplares de ascidias. Se encuentra de la costa del extremo norte de la bahía de Cuajiniquil con una inclinación de 45°. Las ascidias, se ubican ya sea en el suelo rocoso horizontal, diagonal o vertical.	Algas pardas y verdes no muy abundantes. Presencia de <i>Tubastraea coccinea</i> .
Sitio 3 Bajo Viejón	Fondo rocoso muy homogéneo de la costa hacia mayores profundidades con una inclinación menor de 25° y ondulaciones leves, grietas numerosas lisas y muy angostas. Las ascidias, se ubican ya sea en el suelo rocoso horizontal, diagonal o vertical.	Algas pardas y verdes no muy abundantes. <i>Tubastraea coccinea</i> muy abundante.

En Bajo Rojo se destaca la abundancia de algas verdes y pardas, siendo estas últimas los organismos que cubren la mayor parte del fondo. En el Bajo Viejón e Isla David el coral *T. coccinea* se destaca por su colorido y abundancia, mayor en el primer sitio que en el segundo.

Las ascidias estuvieron presentes en los tres sitios y en las tres profundidades estudiadas (Tabla 2). Sólo se identificaron cinco especies, dos solitarias y tres coloniales, estas últimas no aparecieron en el sitio 1 (Bajo Rojo).

Tabla 2. Especies de ascidias identificadas en los tres sitios de la bahía de Cuajiniquil a tres diferentes profundidades (5, 10 y 15 m).

Especie	Sitio 1			Sitio 2			Sitio 3		
	Bajo Rojo			Isla David			Bajo Viejón		
	5 m	10 m	15 m	5 m	10 m	15 m	5 m	10 m	15 m
<i>Ascidia ceratodes</i>	X			X	X	X		X	X
<i>Didemnum mosseleyi</i>					X	X		X	X
<i>Lissoclinum caulleryi</i>						X			X
<i>Polyandrocarpa tinctoria</i>					X	X		X	X
<i>Rhopalaea birkelandi</i>	X	X	X	X	X	X		X	X

Las mayores densidades de ascidias solitarias (sumando el número de ejemplares de las dos especies en los tres cuadrantes) en las tres profundidades en cada sitio se presentaron en Isla David (41 ind/m²) seguidas por Bajo Viejón (35 ind/m²), ambos sitios con una densidad casi 10 veces mayor que la encontrada en Bajo Rojo. La ascidia *Rhopalaea birkelandi* es la más abundante en los tres sitios, alcanzando valores de (36 ind/m²) en Isla David, seguidas por las encontradas en Bajo Viejón (32 ind/m²), particularmente a profundidades de 10 y 15 m (Tabla 3).

Como se observa en la Tabla 3, las densidades totales de ascidias solitarias (sumando el número de ejemplares de las dos especies en cada cuadrante) aumentan con la profundidad (6 ind/m² a 5 m; 42 ind/m² a 10 m y 43 ind/m² a 15 m). Las diferencias de densidades entre la profundidad de 5 m y las de 10 y 15 m son significativas (H= 6.24, gl= 2.51, p= 0.04). El dendrograma obtenido a partir del coeficiente de similitud de Jaccard (Figura 2) mostró que entre las zonas 2 y 3 hay 60 % de similitud con relación al número de especies, en cambio entre la zona 1 y 3 sólo se encontró un 29 % de similitud.

Tabla 3. Conteos de las dos especies de ascidias solitarias en bahía Cuajiniquíl (*Rhopalaea birkelandi* y *Ascidia ceratodes*). N: número de individuos sumados en tres cuadrantes, Dm: densidad promedio (ind/m²), DE: Desviación estándar.

Sitio de muestreo	Especie	5 m						10 m						15 m						TOTAL		
		1	2	3	N	Dm	DE	1	2	3	N	Dm	DE	1	2	3	N	Dm	DE	N	Dm (ind/m ²)	
Bajo Rojo	<i>Rhopalaea birkelandi</i>	12	0	0	12	4	6.93	9	0	0	9	3	5.2	7	0	0	7	2.33	4.04	28	3.11	10.21
	<i>Ascidia ceratodes</i>	9	0	0	9	3	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	5.2
	Total de individuos	21	7	12.1	21	7	12.1	9	3	5.2	9	3	5.2	7	2.33	4.04	37	4.11	15.41			
Isla David	<i>Rhopalaea birkelandi</i>	17	17	0	34	11.33	9.81	32	30	36	98	33	3.06	54	70	71	195	65	9.54	327	36.3	154.05
	<i>Ascidia ceratodes</i>	0	0	4	4	1.33	2.31	8	7	6	21	7	1	4	6	12	22	7.33	4.16	47	5.22	21.66
	Total de individuos	38	12.67	8.41	38	12.67	8.41	119	40	14.2	119	40	14.2	217	72.3	32.26	374	41.6	74.28			
Bajo Viejo	<i>Rhopalaea birkelandi</i>	0	0	0	0	0	0	40	47	36	123	41	5.57	15	72	84	171	57	36.86	294	32.7	147.65
	<i>Ascidia ceratodes</i>	0	0	0	0	0	0	15	12	0	27	9	7.94	0	0	0	0	0	0	27	3	15.59
	Total de individuos	0	0	0	0	0	0	150	50	19	150	50	19	171	57	39	321	35.7	67			
TOTAL	<i>Rhopalaea birkelandi</i>	46	230	373																		
	Dm	5.1	25.56	41.44																		
	DE	17	59.92	102.32																		
	<i>Ascidia ceratodes</i>	13	48	22																		
Dm	1.4	5.33	2.44																			
DE	4.5	14.2	12.7																			

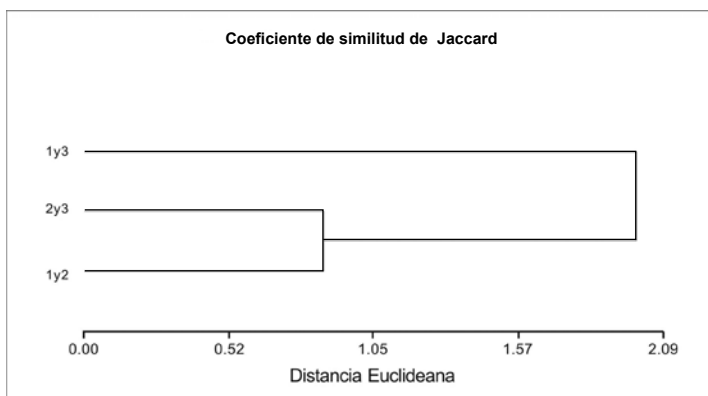


Figura 2. Coeficiente de similitud de Jaccard para las especies presentes en las tres áreas de muestreo (Sitio 1: Bajo Rojo, Sitio 2: Bajo Viejón y Sitio 3: Isla David).

DISCUSIÓN

En la bahía de Cuajiniquil la abundancia de ascidias solitarias que alcanza valores superiores a 60 ind/m² y hasta 84 ind/m² como valor máximo medido en un cuadrante en Isla David, pudiera estar relacionada con varios factores. En primer lugar, las ascidias, al igual que la mayoría de los organismos filtradores, son abundantes en localidades donde hay elevada disponibilidad de alimento disuelto en la columna de agua y condiciones hidrológicas favorables, según los requerimientos ecológicos de cada especie. Estas condiciones son comunes en las bahías (Monniot y Monniot, 1985; Hernández-Zanuy, 1999).

La abundancia de ascidias solitarias encontrada en la bahía de Cuajiniquil (área marginal del afloramiento de Papagayo) pudiera estar relacionada con el aporte de nutrientes tanto provenientes de la corriente de California y los afloramientos que en la zona ocurren (Acuña *et al.*, 1997; Jiménez, 2001), como de los arrastres del río Cuajiniquil y de los manglares que bordean la costa. La abundancia de la ascidia solitaria *R. birkelandi* en la costa pacífica de Costa Rica fue señalada anteriormente por Tokioka (1971) a partir de las colectas realizadas por el Dr. Birkeland en playa del Coco en 1970. Aunque en el mencionado estudio no se ofrecen datos cuantitativos y no es posible realizar una comparación detallada, nuestros resultados indican que 36 años después, esta ascidia continúa siendo uno de los miembros más sobresalientes de la comunidad bentónica del Pacífico de Costa Rica.

El género *Rhopalaea* en general es considerado por Monniot y Monniot (1985) como un relictos de la fauna cuaternaria, lo que condiciona su presencia en

fondos por debajo de la termoclina estival (a partir de 20 m) (Ramos y Ros, 1990). La mayor abundancia de *R. birkelandi* se encontró en Isla David donde la pendiente del fondo es muy abrupta ($>45^\circ$) y en las profundidades mayores (10-15 m), donde generalmente la temperatura del agua es menor.

En Bajo Rojo las poblaciones de ascidias son diferentes a las encontradas en los otros dos sitios estudiados, en éste sólo se encontraron ascidias solitarias y con muy poca densidad. En este sitio la biota acompañante también difiere de la observada en los otros dos sitios. Los ejemplares del coral *T. coccinea*, muy abundantes en los otros dos sitios, no aparecieron y las algas pardas cubrían la mayor parte del fondo, aspecto también diferente en los otros dos sitios donde, a pesar de encontrar algas, éstas no ocupaban la mayor parte del fondo marino. La elevada cobertura de algas sobre un fondo rocoso coralino es un indicador de estrés ambiental producido por contaminación orgánica en la zona.

Con relación a la comparación entre sitios, las medidas de similaridad (Figura 2) muestran una notoria correspondencia entre los sitios 2 y 3, probablemente por la distribución agregada de las poblaciones de ascidias a lo largo de los sitios de muestreo en general o por la disponibilidad, tipo y distribución de sustrato duro apto para la colonización de estos individuos. Además, según Bassey (2010), Isla David y Bajo Viejón son comunidades coralinas sobre arena, a diferencia de Bajo Rojo que es un arrecife de coral masivo.

El éxito de las ascidias *R. birkelandi* y *A. ceratodes* también pudiera estar vinculado a las características de la túnica de estas dos especies. En el caso de *A. ceratodes* numerosos estudios demuestran particularidades químicas de la túnica que evitan la depredación de los organismos (Frank y Hodgson, 2000; Frank, 2003), lo que ha sido muy documentado para otras especies de ascidias (Parry, 1984). Sin embargo, *R. birkelandi* presenta una túnica lisa, totalmente desprovista de organismos epibiontes e incrustaciones, debido a sus características bioquímicas como alta acidez y altos contenidos de vanadio que la protegen contra la colonización y depredación (Stoecker 1978, 1980a, 1980b).

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este trabajo se contó con el financiamiento del Proyecto FIDA (Vicerrectora Investigación) denominado “Determinación de actividades farmacológicas y elucidación de estructuras químicas en los macroinvertebrados (esponjas, corales blandos y ascidias) en algunas zonas del Pacífico y Caribe de Costa Rica”, de la Universidad Nacional de Costa Rica, y con la colaboración del Instituto de Oceanología del CITMA, Cuba. Agradecemos el apoyo de las dos instituciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, D. P. y A. T. Newberry. 1980. Urochordata: The tunicates. 177-226. En: Morris R. H., D. P. Abbott y E. C. Haderlie (Eds.). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press, Stanford, EE. UU. 690 p.
- Acuña, J. A., J. Cortés y M. M. Murillo. 1997. Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 44 (3)/45 (1): 463-470.
- Bassey, G. 2010. Evaluación ecológica de los arrecifes y comunidades coralinas de las islas Murciélago y sección norte de la península de Santa Elena en el Pacífico de Costa Rica. Tesis M. Sc., Univ. Nacional de Costa Rica, Heredia. 132 p.
- Frank, P. 2003. The vanadium environment in blood cells of *Ascidia ceratodes* is divergent at all organismal levels: an XAS and EPR spectroscopic study. J. Inorg. Biochem., 94: 59-71.
- Frank, P. y K. O. Hodgson. 2000. Defining chemical species in complex environments using K-edge X-ray absorption spectroscopy: vanadium in intact blood cells and Henze solution from the tunicate *Ascidia ceratodes*. Inorg. Chem., 39: 6018-6027.
- Hernández-Zanuy, A. 1999. Ascidiás de las bahías Vita y Jururú, Costa NE de Cuba. Ciencias del Mar UAS, 2: 1-14.
- Infostat. 2002. Infostat Version 1.1. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jiménez, C. 2001. Arrecifes y ambientes coralinos de bahía Culebra, Pacífico de Costa Rica: aspectos biológicos, económico-recreativos y de manejo. Rev. Biol. Trop., 49 (2): 215-231.
- Lambert, G. 1993. Three new species of stolidobranch ascidians (Chordata: Ascidiacea) from the California continental shelf. Proc. Calif. Acad. Sci., 48 (4): 109-118.
- Lambert, C. C. y G. Lambert. 1998. Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. Mar. Biol., 130: 675-688.
- Lambert, C. C. y G. Lambert. 2003. Persistence and differential distribution of non-indigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. Mar. Ecol. Prog. Ser., 259: 145-161.
- Manso, P., W. Stolz y J. Fallas. 2005. El régimen de la precipitación en Costa Rica. Rev. Ambientico, 144: 7-8.
- Monniot, C. y F. Monniot. 1972. Clé mondiale des genres d'ascidies. Arch. Zool. Exp. Gén., 113: 311-367.
- Monniot, F. y C. Monniot. 1985. Ascidies littorals de Guadalupe. IX. Caracteristiques des populations. Ecologie, Rapports avec la faune mondiale. Tethys, 11 (3-4): 203-213.
- Parry, D. 1984. Chemical properties of the test of ascidians in relation to depredation. Mar. Ecol. Prog. Ser., 17: 279-282.
- Ramos, A. A. y J. D. Ros. 1990. Tipos biológicos de ascidias litorales de sustrato duro. Bentos, 6: 283-299.
- Statgraphics. 1994-1997. Statgraphics Plus for Windows 3.0. Statistical Graphics Corp. Warrenton, EE. UU.
- Stoecker, D. 1978. Resistance of a tunicate to fouling. Biol. Bull., 155: 615-626.
- Stoecker, D. 1980a. Distribution of acid and vanadium in *Rhopalaea birkelandi* Tokioka. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 48: 277-281.

- Stoecker, D. 1980b. Relationships between chemical defense and ecology in benthic ascidians. Mar. Biol. Prog. Ser., 3: 257-265.
- Tokioka, T. 1971. A new species of *Rhopalaea* from the Pacific coast of Costa Rica (Tunicate, Ascidiacea). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 19 (2/3): 119-122.
- Tokioka, T. 1972. On small collection of ascidians from the Pacific coast of Costa Rica. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 19 (2/3): 119-122.
- Van Name, W. G. 1945. The North and South American ascidians. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 81:1-476.
- Vásquez, E. y C. M. Young. 1996. *Rhopalea clonery* (Ascidiacea, Cionidae), a new deep-water ascidian from the coastal waters of British Columbia. J. Zool. Lond., 238: 599-610.

FECHA DE RECEPCIÓN: 12/08/2008

FECHA DE ACEPTACIÓN: 06/04/2010