

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

IMPACTO DEL CULTIVO DE COBIA (<i>RACHYCENTRUM CANADUM</i>) SOBRE LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS DEL OESTE DE BAHÍA DE COCHINOS, CUBA. Alexander Lopeztegui Castillo, Pascual Rodríguez Cruzata y Diana Martínez Coello	7
EFFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE <i>LIPPIA ALBA</i> SOBRE <i>COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIODES</i> (PENZ) PENZ Y <i>SACC.</i> EN FRUTOS DE GUAYABA (<i>PSIDIUM GUAJAVA L.</i>). Clemencia Guédez, Luis Cañizalez, Carmen Castillo y Rafael Olivar	21
ADHERENCIA Y FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA SOBRE SUPERFICIES ABIÓTICAS LISAS EN <i>STAPHYLOCOCCUS SPP.</i> AISLADOS DE QUESOS ARTESANALES E INDUSTRIALES. Jhoandry Rivera Salazar, Velina Aranaga Natera, Gisela Reyes Hernández, Orlans Vega Luzardo, Luigi Ciancio Zerpa, Lorena Atencio de Guíñez e Irene Zabala Díaz.	38
MORFOLOGÍA DE LA PIEL DE <i>THECADACTYLUS RAPICAUDUS</i> (REPTILIA: SQUAMATA: GEKKONIDAE). Ana Morán de Alvarez, Zulamita Medina de Aguilar, Teresa Martínez Leones, Alfredo Briceño y Magareth Voelger	56
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES	70

Vol.52, Nº 1, Abril 2018

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA
PUBLICADA POR LA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA



IMPACTO DEL CULTIVO DE COBIA (*RACHYCENTRUM CANADUM*) SOBRE LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS DEL OESTE DE BAHÍA DE COCHINOS, CUBA

Alexander Lopeztegui Castillo*, Pascual Rodríguez Cruzata y Diana Martínez Coello

Centro de Investigaciones Pesqueras

Calle 246 No. 503 e/ 5ta. Ave. y Mar, Santa Fe, Playa. La Habana. CP. 19100. Telf. (53) 72097875

*: autor para correspondencia; sasha@cip.alinet.cu

Resumen

Con el objetivo de inferir el nivel de impacto del cultivo experimental de cobia (*Rachycentrum canadum*) en Bahía de Cochinos, se estimó el estado general de las comunidades biológicas tras un año de comenzada la experiencia (2014-2015). En transeptos de banda (100x2=200m²) se muestrearon las comunidades bentónicas arrecifales y los peces de fondo, en transeptos circulares los peces pelágicos. Además de los corales (densidad, composición por especies y blanqueamiento), se incluyó el porcentaje de sustrato cubierto por sedimento, macroalgas y cianobacterias. Tanto en 2014 como en 2015, el género más reportado fue *Agaricia* (cinco especies) y las colonias más frecuentes fueron de *Siderastrea siderea*. Otros géneros abundantes fueron *Orbicella-Montastraea* (cuatro especies) y *Mycetophyllia* (cinco especies). La densidad de corales en 2015 resultó similar a la encontrada en 2014. La cobertura vegetal se incrementó ligeramente hacia los transeptos menos profundos (escala espacial) y hacia 2015 (escala temporal) aunque no se detectaron diferencias significativas. Los géneros mejor representados fueron *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Udotea* y *Dictyota*. La presencia de cianobacterias no presentó diferencias entre años, sin embargo, la incidencia de blanqueamiento se incrementó significativamente para 2015. La abundancia y diversidad de peces se elevaron en 2015 (S=30; N=845) respecto a 2014 (S=21; N=161), lo cual sugiere que la actividad de cultivo influye positivamente en la ictiofauna del lugar. El estado de las comunidades bentónicas arrecifales no refleja un elevado nivel de estrés, se infiere entonces que el impacto de la actividad de cultivo no es considerable.

Palabras clave: cultivo de cobia; impacto ambiental; comunidades bentónicas.

Impact of the cobia (*rachycentrum canadum*) culture cages on biological communities of the western of bay of pigs, cuba

In order to infer the impact of experimental cobia culture (*Rachycentrum canadum*) on Bay of Pigs, the overall state of biological communities was estimated after a year of experience (2014-2015). In band transects (100x2=200m²) the benthic reef communities and the bottom fish were sampled and in circular transects the pelagic fish. In addition, to corals (density, species composition and bleaching), the percentage of substrate covered by sediment, macroalgae and cyanobacteria was included. In both years, 2014 and 2015, the most reported genus was *Agaricia* (five species) and the most frequent colonies were of *Siderastrea siderea*. Another abundant genera were *Orbicella-Montastraea* (four species) and *Mycetophyllia* (five species). The coral density in 2015 had a similar value ($p=0.766$) found in the 2014. Vegetation cover increased slightly towards the lower transects (spatial scale) and towards 2015 (temporal scale), although no significant differences were detected. The best represented genera were *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Udotea* and *Dictyota*. The presence of cyanobacteria did not show differences between years, however the incidence of bleaching increased significantly in 2015. The abundance and diversity ($S=30$, $N=845$) compared to 2014 ($S=21$; $N=161$), suggesting that the cultivation activity has a positive influence in local ichthyofauna. The state of benthic reef communities does not reflect a high level of stress, it is inferred then that the impact of culture activity is not significant.

Key words: cobia cultivation, environmental impact, benthic communities.

Introducción

Los atributos que caracterizan la comunidad bentónica de determinada zona son empleados con frecuencia para inferir algunas particularidades del régimen hidrodinámico o la magnitud de la influencia de determinado factor. La abundancia y distribución de muchas de las especies del bentos ha sido relacionada con algún tipo de contaminación o la acción de agentes estresantes (Alcolado y Herrera-Moreno 1987, Alcolado 1999, Zaixso 2002). Los corales, integrantes de la comunidad bentónica fundamentalmente en fondos duros, han sido descritos como indicadores ecológicos que proveen información y contribuyen a la interpretación de los fenómenos que determinan la estructura y estado del ecosistema (Alcolado et al. 2009, Busutil et al. 2011). Por esta razón, han sido empleados para estimar el efecto de la influencia antrópica (contaminación) o natural (huracanes, calentamiento global) sobre los ecosistemas marinos.

Entre los indicadores más importantes para evaluar y monitorear el estado de un arrecife, se encuentran la variación en el cubrimiento del sustrato, los reportes de mortalidad, la presencia y magnitud de enfermedades, la riqueza de especies y

el número de colonias de coral, entre otros (Garzón *et al.* 2001). Según De la Guardia y González-Sansón (1997), la composición por especies puede emplearse como única variable para estimar cambios en un arrecife. Particularmente la proporción entre la superficie de sustrato cubierta por macroalgas (carnosas) y corales pétreos (formadores de arrecife), también se ha empleado con tales fines. En este caso, los arrecifes con elevado daño se encuentran en una fase dinámica en que las macroalgas dominan con respecto a los corales (Bruno *et al.* 2009).

Las actividades acuícolas, especialmente los cultivos, se han incrementado sustancialmente en el ámbito internacional. Particular atención ha comenzado a prestársele a los cultivos en instalaciones lejos de la costa, los cuáles brindan la posibilidad de desarrollar a gran escala esta actividad. No obstante, debido al colapso de algunas pesquerías y al deterioro ambiental generalizado, se ha incrementado el interés también en los cultivos terrestres y aquellos desarrollados cerca de la costa. La cobia *Rachycentrum canadum* (Linnaeus, 1766), es reportada por varios autores como una de las especies más prometedoras para la industria acuícola internacional, cuyo cultivo ha sido ensayado en varios sistemas tanto cerca como lejos de la zona costera (Benetti *et al.* 2006, 2007). Es una especie que naturalmente habita en aguas de la plataforma cubana, por lo que su cultivo en dicho país implica menos riesgos que aquellos previstos para territorios en que se considera una especie introducida (Castellanos-Galindo *et al.* 2016).

La bahía de Cochinos, costa Suroccidental, es una de las bahías más profundas de Cuba, con corrientes de marea que no alcanzan una magnitud significativa (Betanzos *et al.* 2013). Es considerada una de las bahías más limpias debido fundamentalmente a la reducida existencia de asentamientos poblacionales costeros y grandes industrias. En ella los arrecifes coralinos se consideran saludables y se encuentran bien desarrollados sobre todo en la parte Este (Caballero *et al.* 2004). Debido a que en el sector Oeste de esta bahía se ejecuta, por primera vez en Cuba, el cultivo experimental (a pequeña escala) de cobia *Rachycentrum canadum* (Zeiformes: Rachycentridae), el presente trabajo tiene como objetivo estimar el estado general de la comunidad bentónica en el sitio de cultivo de cobia en bahía de Cochinos e inferir el nivel de impacto de esta primera experiencia con la especie.

Material y Métodos

El sitio para el establecimiento de esta primera fase experimental de cultivo (engorde) de *R. canadum* en Cuba, se ubicó en el sector Noroeste (NW) de bahía de Cochinos (Fig. 1A). Se inició el cultivo a principios del segundo semestre del año 2014, con dos jaulas flotantes de estructura cilíndrica cada una con 19 m de diámetro y 8 m de profundidad. En cada una de éstas se comenzaron a cosechar 1230 ejemplares.

En los fondos del sitio en cuestión se encontró tanto sustrato duro como fondo blando. El sustrato duro estuvo constituido fundamentalmente por corales pétreos (vivos o muertos), los fondos blandos estuvieron representados por se-

dimento fango-arenoso. El muestreo de las comunidades biológicas se realizó a partir de la evaluación de la comunidad coralina y el censo de los peces, asociados al fondo y en la columna de agua. Excepto para los peces pelágicos (en la columna de agua), el muestreo se realizó mediante la ubicación de seis transeptos de banda ($100 \times 2 = 200 \text{ m}^2$), tres a una profundidad entre 33 y 25 m y tres entre 23 y 15 m (Fig. 1B).

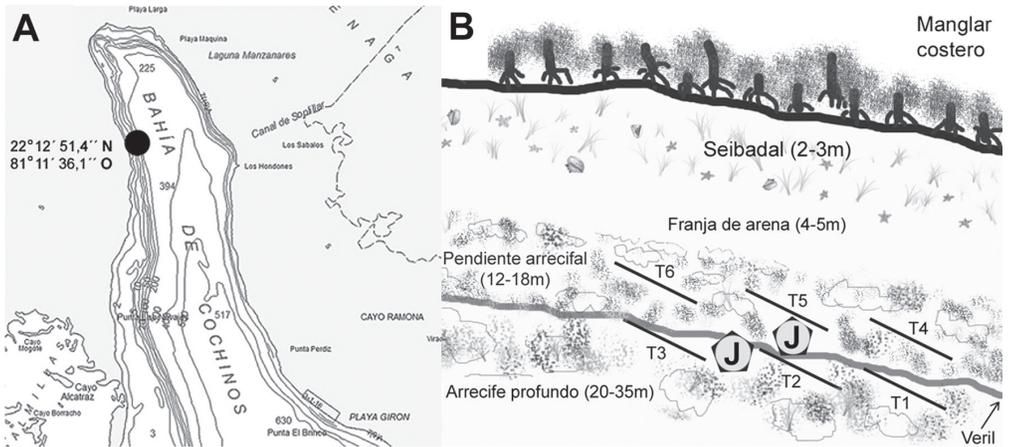


Figura 1. Sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum* en Bahía de Cochinos, Cuba. A: Ubicación geográfica del sitio; B: Representación esquemática de la ubicación de los transeptos para el muestreo de comunidades biológicas. J: jaula de cultivo; T: transepto.

Dentro de los transeptos tuvo lugar la evaluación coralina (densidad, composición por especies y blanqueamiento). Se contabilizaron además los peces de hábitos bentónicos que se avistaron, diferenciando los mismos en herbívoros y carnívoros. Sumado a esto, se realizó la cuantificación del porcentaje de sustrato cubierto de modo que, bajo de la línea media de cada transepto, el área quedó definida por: macroalgas, fondo blando con o sin cianobacterias, y corales. Las macroalgas se registraron por grupo morfofuncional clasificándolas en carnosas, calcáreas, costrosas y césped. El recorrido de los transeptos se realizó mediante buceo autónomo (SCUBA). Se ejecutó además, en apnea, la observación general del estado de los fondos de las zonas someras más cercanas al sitio de cultivo.

El censo de organismos bentónicos se realizó según varios indicadores y procedimientos sugeridos en metodologías internacionales para evaluación rápida de sistemas arrecifales (AGRR 2013). El muestreo de la comunidad coralina se apoyó en el empleo complementario de un marco cuadrado de 1 m de lado (Weinberg 1981), situado a razón de 10 unidades por transepto (un marco cada 10 m siempre a la izquierda de la línea media de cada transepto). Dentro de cada marco se registró la diversidad en términos de riqueza de especies (S), el número de colonias blanqueadas, y la abundancia coralina, que se expresó en número total de colonias por transepto (N) excepto al comparar entre años, que fue expresada como densidad (colonias/m²).

Los peces pelágicos fueron muestreados mediante transectos circulares a una profundidad de 10 m encima de cada transecto de banda. En todos los casos (peces y comunidades bentónicas) el recuento y la identificación de organismos se realizaron apoyados en imágenes fotográficas tomadas en tiempo real. Las comparaciones múltiples, luego de comprobar las premisas de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk's, significación $p < 0,05$) se realizaron mediante un ANOVA unifactorial (F) para datos normales y una prueba múltiple de Kruskal-Wallis (KW-H) para datos no paramétricos (no ajustados a una distribución normal). Las comparaciones pareadas (entre años), se realizaron mediante la prueba t-student ya que todos los datos que se compararon cumplieron con las premisas de normalidad.

Resultados

Se identificaron en total 34 especies de corales pétreos (31 en 2014 y 34 en 2015) y se contaron como promedio (2014-2015) 1037 colonias de coral. Tanto en el 2014 como en el 2015 el género de coral mejor representado fue *Agaricia* (cinco especies) y las colonias más frecuentes fueron de *Siderastrea siderea*. Otros géneros bien representados fueron *Orbicella-Montastraea* (cuatro especies) y *Mycetophyllia* (cinco especies). En 2014, al igual que en 2015, las colonias que representaron más de un 4% del total pertenecieron a 11 especies, las cuáles son prácticamente las mismas en ambos casos y constituyeron alrededor del 75% de las colonias contadas en cada año (Fig. 2).

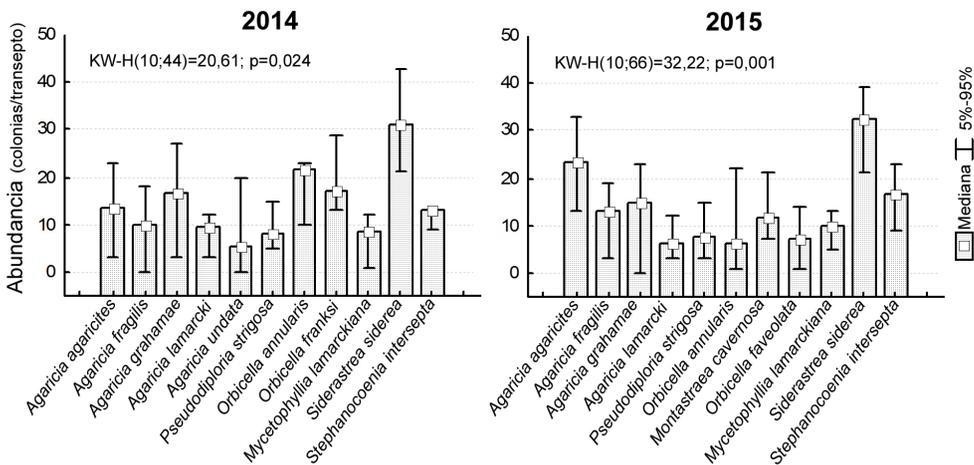


Figura 2. Abundancia de las especies coralinas que constituyeron más de un 4% del total en cada año, al principio (2014) y al final (2015) del cultivo de *Rachycentrum canadum* en Bahía de Cochinos.

De manera general, la abundancia (densidad) de corales en 2015 presentó valores estadísticamente similares a los encontrados en 2014 (Fig. 3).

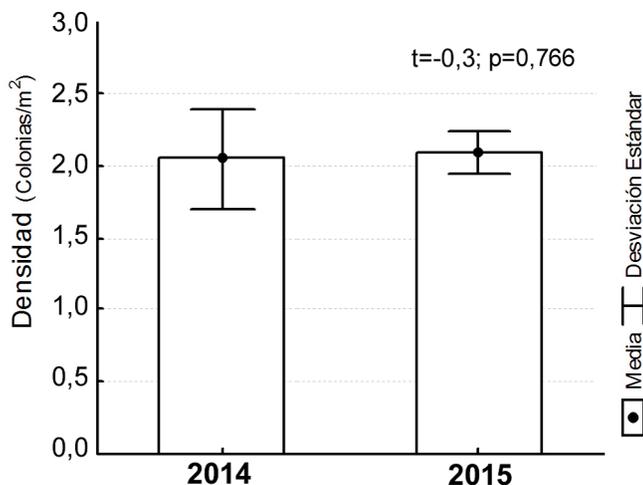


Figura 3. Comparación estadística de la densidad de corales encontrada en el sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum* al iniciarse (2014) y al culminar (2015) la actividad en Bahía de Cochinos.

Teniendo en cuenta ambos años de muestreo, el análisis de lo encontrado en los transectos más profundos (T1, T2 y T3), permitió corroborar que éstos tienen una estructura similar en la que aproximadamente el 45% del sustrato está formado por sedimento areno-fangoso. La cobertura vegetal, formada principalmente por macroalgas de los géneros *Halimeda* y *Rhypocephalus*, constituyó el 3% del sustrato. El resto de los transectos (T4, T5 y T6), ubicados en una menor profundidad, también presentaron similar estructura entre sí con un cubrimiento coralino de aproximadamente el 80% en cada caso. El cubrimiento algal resultó con un valor (4%) mayor al encontrado en los transectos más profundos, encontrándose además un mayor número de géneros representados (*Halimeda*, *Penicillus*, *Rhypocephalus*, *Udotea* y *Dictyota*).

La cobertura vegetal promedio en septiembre de 2015 resultó baja (3,5%) y no varió significativamente entre transectos, aunque se incrementó ligeramente ($p=0,061$) con respecto al 1,5% encontrado en septiembre de 2014. La presencia de cianobacterias, fundamentalmente sobre los sedimentos fango-arenosos también resultó ligeramente mayor en 2015; aunque tampoco se detectaron diferencias significativas ($p=0,156$). El valor promedio (ambos años) de esta variable refleja que sólo el 5,1% del sustrato blando presenta cianobacterias.

A pesar de las diferencias en cuanto al cubrimiento, el número de colonias de coral registrado en los transectos menos profundos, o en los más próximos a las jaulas, fue estadísticamente similar a aquel encontrado a mayor profundidad, o en los transectos más alejados (Fig. 4).

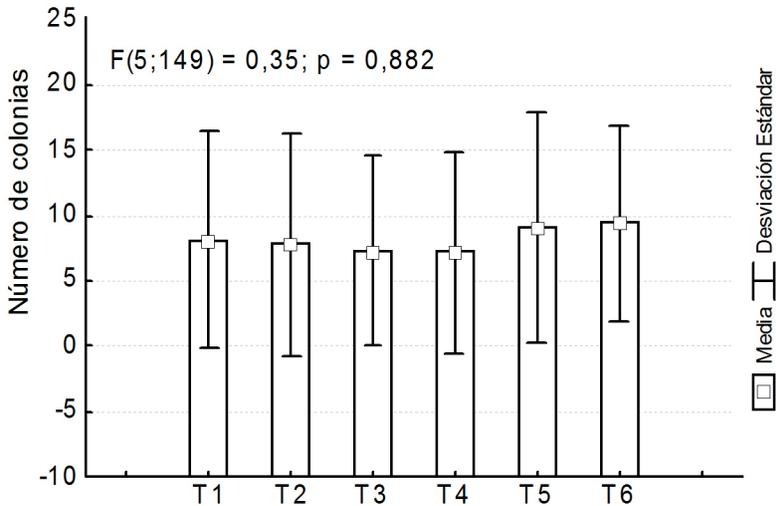


Figura 4. Abundancia de corales, por transecto (T), en el sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum* en Bahía de Cochinos.

Sin embargo, la presencia de corales total o parcialmente blanqueados, tanto en los transectos más cercanos a las jaulas como en los restantes, ha aumentado significativamente entre 2014 y 2015 (Fig. 5).

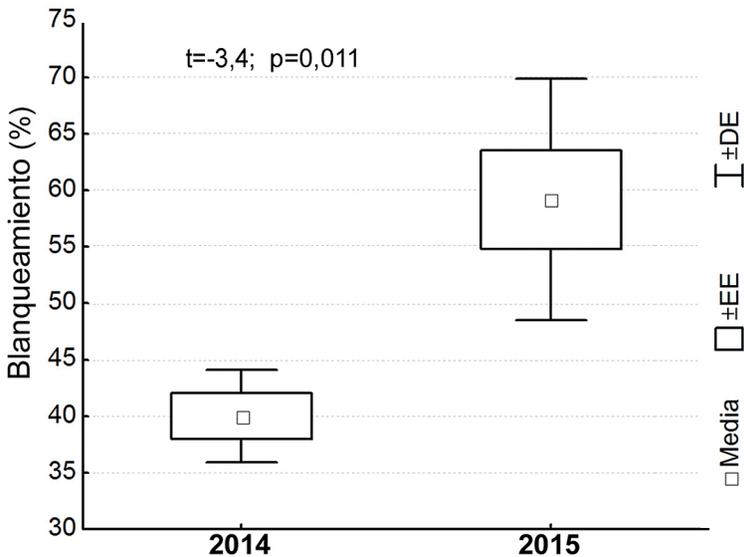


Figura 5. Comparación de la presencia de blanqueamiento coralino entre los años 2014 y 2015 en el sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum* en Bahía de Cochinos. DE: desviación estándar; EE: error estándar.

Tanto la abundancia como la diversidad de peces se elevaron con respecto a los valores obtenidos al inicio del cultivo en septiembre de 2014 ($S=21$; 161 peces contados). En septiembre de 2015 la riqueza de especies fue de $S=30$ y se contabilizaron en total 845 ejemplares, de los cuáles el mayor porcentaje (30%) correspondió a *Ocyurus chrysurus* (rabirrubia). Altas representatividades tuvieron también las especies *Acanthurus coeruleus* (barbero azul) y *Caranx ruber* (cibi), con un 11,6 y un 11,2% respectivamente. En la Figura 6 se presentan las abundancias de las especies que constituyeron más de un 1% (más de cinco ejemplares) del total, que fueron 15 de las encontradas en 2014 y 18 de las 30 encontradas en 2015.

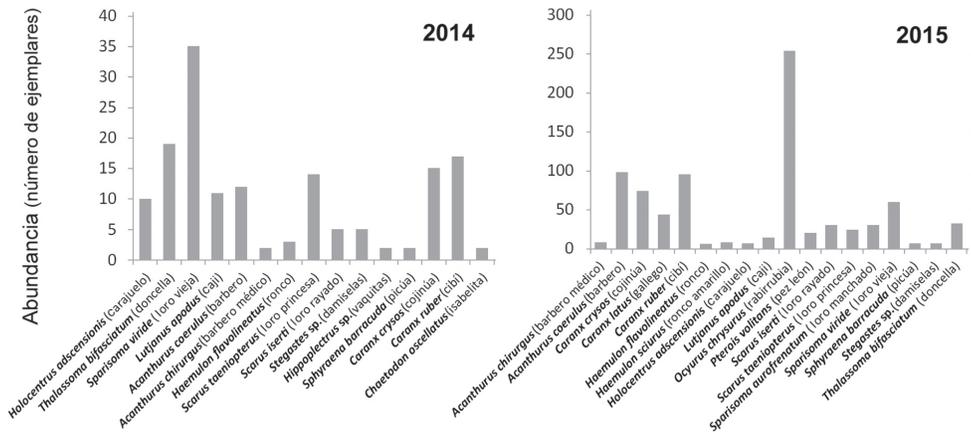


Figura 6. Especies de peces cuya abundancia representó más de un 1% del total de peces encontrados en el sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum* en Bahía de Cochinos.

A pesar de que el incremento en la diversidad de especies de peces para el 2015 fue ligero ($p>0,05$), la abundancia (densidad) de éstos sí se incrementó significativamente (Fig. 7), basado fundamentalmente en especies depredadoras (carnívoras) como las rabirrubias y las cojinúas.

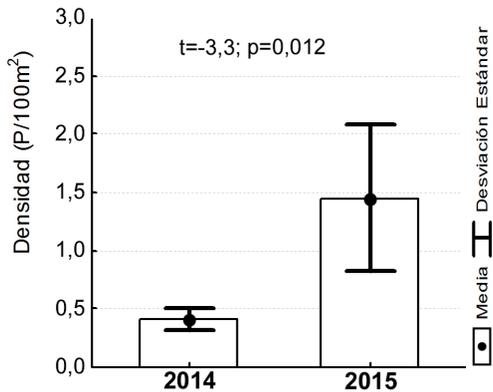


Figura 7. Comparación de la densidad de peces (P) en el sitio de cultivo de *Rachycentrum canadum*, al iniciar (2014) y al culminar (2015) la actividad en Bahía de Cochinos.

Discusión

En sentido general las especies de corales más abundantes coinciden con las reportadas por Caballero (2002), Castellanos-Iglesias *et al.* (2004) y González-Ferrer (2004) para biotopos similares en arrecifes ubicados en zonas relativamente limpias. Los géneros de corales mejor representados y las especies más frecuentes, son similares entre ambos años. Esto es indicativo de que la comunidad coralina no ha variado significativamente su composición luego de implementado el cultivo de *R. canadum*.

La similitud encontrada entre transeptos en cuanto a la abundancia de corales y a los porcentajes de cubrimiento, también sugiere el bajo impacto de la actividad de cultivo. Los transeptos ubicados justo debajo (o muy cerca) de las jaulas (T2 y T5) presentaron parámetros estadísticamente semejantes a aquellos más alejados (T1 y T6), en los que la afectación, si existiera, debería ser menor o nula teniendo en cuenta la intensidad de las corrientes.

La incidencia de blanqueamiento, sin embargo, tuvo un aumento significativo y es algo negativo para la satisfactoria dinámica del ecosistema. Esto, aunque pudiera estar reforzado por los efectos negativos del cultivo, se considera que tiene más relación con otros factores estresantes a nivel local, como las variaciones de salinidad y temperatura (Vega-Sequeda *et al.* 2017). Actualmente, a nivel internacional se reporta un aumento en la intensidad y frecuencia de fenómenos de blanqueamiento, vinculado al aumento global de la temperatura (Baker *et al.* 2008, Heron *et al.* 2016, Hughes *et al.* 2017).

No obstante, la existencia de tejido aún vivo en las colonias blanqueadas (observación personal) sugiere que por el momento son bajas las mortalidades por esta causa. El blanqueamiento es el fenómeno mediante el cual los corales expulsan, debido a un estrés elevado, las zooxantelas simbiotas que le proporcionan color y derivados metabólicos esenciales. Ante este evento es frecuente que los corales sólo mueran si persiste el disturbio, de otro modo (si desaparece el factor estresante) son capaces de reincorporar las zooxantelas y continuar su vida (Hughes *et al.* 2017).

En el área muestreada bajo los transeptos no se avistaron ejemplares de langosta comercial (*Panulirus argus*) ni erizos *Diadema antillarum*, utilizados en otros estudios como indicadores de buena condición en el hábitat. No obstante, tampoco se encontraron desechos sólidos. La observación visual de los fondos en zonas someras aledañas (entre 1 y 3 m de profundidad), permitió constatar la presencia de pastos marinos de densidad media (estimación cualitativa) formados fundamentalmente por *Thalassia testudinum*. Se observaron además numerosos ejemplares de cobo (*Lobatus gigas*) y estrellas de mar (*Oreaster reticulatus*). En menor medida fueron avistados quincontes (*Cassia flammea*) y pepinos de mar. La mayoría de estas especies tienen en el medio natural una distribución parcheada, no obstante, su presencia y abundancia (estimación cualitativa) sugieren la buena condición del entorno.

La cobertura vegetal estuvo dominada por algas verdes (Clorophyta) en su mayoría de composición calcárea. Los géneros *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhipocephalus* y *Udotea* (en ese orden) fueron los mejores representados. Este hecho, teniendo en cuenta la todavía baja diversidad y abundancia de peces herbívoros (fundamentalmente loros y barberos), apoya la hipótesis de que el ecosistema, al menos en las profundidades estudiadas, no se encuentra sometido regularmente a elevadas concentraciones de nutrientes.

El avistamiento de cianobacterias, ligeramente superior en 2015 respecto a 2014, pudiera estar relacionado a un insipiente aumento de nutrientes. No obstante, basado en el desarrollo coralino y en la condición de las comunidades bentónicas tras un año de implementado el cultivo experimental de *R. canadum* en jaulas flotantes, el estado general del hábitat se considera satisfactorio (estable). La dominancia de géneros coralinos muy sensibles como *Agaricia* (González-Ferrer 2004), pudiera ser corroborativa de este hecho.

La abundancia y la diversidad de peces resultaron bajas teniendo en cuenta lo descrito para biotopos similares en zonas arrecifales (Claro y García-Arteaga 1994, Claro et al. 2001, Caballero y de la Guardia 2003). Sin embargo, aunque el incremento en la diversidad en 2015 respecto a 2014 fue ligero, la abundancia se incrementó de forma significativa aumentando con esto el potencial biótico del sitio, específicamente en las cercanías de las jaulas de cultivo. Tal incremento podría resultar beneficioso para las actividades pesqueras en la zona y se hace más evidente en especies pelágicas depredadoras (carnívoras), por lo que no se considera que aumente significativamente el herbivorismo en el arrecife por esta causa (Cheal et al. 2010).

Este hecho se comprende como una consecuencia directa y positiva del cultivo debido a que las jaulas, gracias a la sombra que brindan y el andamiaje propio de sus estructuras, incrementan la disponibilidad de refugio. Sumado a esto, está el incremento en la disponibilidad de alimento, ya que una pequeña parte del que se le suministra a las cobias no es consumida por éstas y atrae la atención de peces pequeños. Porciones del alimento dado a *R. canadum* han sido encontradas como parte, o único componente, del contenido estomacal de tales peces (Martínez-Coello et al. 2017 en prensa), que son justamente algunas de las especies que antes no se observaban o que más han incrementado su abundancia. Estos peces pequeños atraen a depredadores de tamaño mayor y así sucesivamente se incrementa la abundancia y diversidad la ictiofauna residente.

El análisis de los elementos registrados dentro de la comunidad bentónica, en unión con lo observado respecto al incremento en la abundancia y diversidad de peces en la vecindad de las jaulas, permiten expresar que no existen evidencias de significativo impacto ambiental del cultivo de *R. canadum* en esta primera fase. No obstante, debe tenerse en cuenta que la reducida escala de esta primera experiencia (2460 animales) pudiera tener una influencia determinante en tal resultado. Otro factor que puede influir es la profundidad del sitio, lo cual, teniendo en cuen-

ta la velocidad de las corrientes, contribuye a que los residuales se dispersen con mayor facilidad. Según Miao *et al.* (2009), la localización geográfica y más la escala de producción, son dos de los factores que más pueden influir en el impacto tanto ambiental como económico de un cultivo.

Conclusiones

- El estado de la comunidad coralina, de conjunto con la condición apreciada en otros componentes del bentos, no reflejan la existencia de un significativo nivel de estrés producto de la actividad de cultivo de cobia *R. canadum* en Bahía de Cochinos, por lo que se infiere que el impacto de dicha actividad, tras un año de su ejecución, no es considerable y no se refleja en las comunidades bentónicas analizadas.
- El ligero incremento en la diversidad y el significativo aumento en la abundancia de peces al final del cultivo sugiere que esta actividad, al menos durante esta primera experiencia a reducida escala, tiene un impacto positivo en la ictiofauna del lugar. La presencia de las jaulas y el alimento suministrado a los ejemplares en cultivo, aumentan la disponibilidad de refugio y alimento para los peces asociados.

Agradecimientos

Se desea reconocer que el apoyo económico brindado a esta actividad por parte del gobierno de Noruega, fue fundamental para el desarrollo de la misma y los resultados alcanzados. La construcción e instalación de las jaulas, así como el seguimiento tecnológico del cultivo mismo, estuvieron bajo la asesoría de especialistas del mencionado país.

Literatura citada

- AGRRA. 2013. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Program. Detailed benthic protocol Version 5.5. Summary Instructions. 10 Pp. Disponible en: <http://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2013/07/AGRRA-5.5-English-Protocol.pdf>.
- ALCOLADO, P. M., D. HERNÁNDEZ-MUÑOZ, H. CABALLERO, L. BUSUTIL, S. PERERA Y G. HIDALGO. 2009. Efectos de un inusual período de alta frecuencia de huracanes sobre el bentos de arrecifes coralinos. *REVMAR* 1: 74-94.
- ALCOLADO, P. M. 1999. Monitoreo Biológico Marino. Pp.199-222, en F. Martínez-Luzardo, L. Sorina-González, J. Torres-Hernández, L.A. Lima-Carzola, J.L. Borroto-Portela, J.R. Estévez-Álvarez, J.L. Santana-Romero, O. Arjona-Vázquez, M. Arcia-Rodríguez Y M. Roque-Molina (eds.). Contribución a la Educación y la Protección Ambiental. Editorial Academia, La Habana, Cuba.

- ALCOLADO, P. M. Y A. HERRERA-MORENO. 1987. Efectos de la contaminación sobre las comunidades de esponjas en el Litoral de La Habana, Cuba. Reporte de Investigación, Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba. 68: 1-17.
- BAKER, A. C., P.W. GLYNN Y B. RIEGL. 2008. Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuar. Coast. Shelf S.* 80: 435-471.
- BENETTI, D. D., L. BRAND, J. COLLINS, R. ORHUN, A. BENETTI, B. O'HANLON, A. DANYLCHUK, D. ALSTON, J. RIVERA Y A. CABARCAS. 2006. Can offshore aquaculture of carnivorous fish be sustainable? Case Studies from the Caribbean. *World Aquaculture.* 37: 44-47.
- BENETTI D. D., M.R. ORHUN, I. ZINK, F. G. CAVALIN, B. SARDENBERG, K. PALMER, B. DENLINGER, D. BACON Y B. O'HANLON. 2007. Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. En: LIAO I. C. y E.M. LEAÑO (eds), *Cobia Aquaculture: Research, Development and Commercial Production*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, World Aquaculture Society, Louisiana, USA, The Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan, and National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, pp 57-78.
- BETANZOS, A., P. RODRÍGUEZ, Y. GARCÉS, R. FLORES, A. BRAVO Y R. HERNÁNDEZ. 2013. Oceanografía de un sector al NW de la Bahía de Cochinos con vistas a la potencialidad del sitio para el cultivo de cobia (*Rachycentron canadum*) en jaulas flotantes. Informe Técnico, CIP, La Habana, Cuba. 30 pp.
- BRUNO, J. F., H. SWEATMAN, W. F. PRECHT, E. R. SELIG Y V. G. W. SCHUTTE. 2009. Assessing evidence of phase shifts from coral to macroalgal dominance on coral reefs. *Ecology.* 90: 1478-1484.
- BUSUTIL, L., H. CABALLERO, G. HIDALGO, P. ALCOLADO-PRIETO, P.M. ALCOLADO Y B. MARTÍNEZ-DARANAS. 2011. Condición del bentos de los arrecifes coralinos de Santa Lucía (nordeste de Cuba) antes y después del paso del huracán Ike. *Serie Oceanológica.* 8: 30-42.
- CABALLERO, H. Y E. DE LA GUARDIA. 2003. Arrecifes de coral utilizados como zonas de colecta para exhibiciones en el Acuario Nacional de Cuba. I Costa noroccidental de La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(3): 205-220.
- CABALLERO, H., G. VARONA Y Y. GARCÍA. 2004. Estructura ecológica de las comunidades de corales de la costa oriental de Bahía de Cochinos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(1): 23-36.
- CABALLERO, H. A. 2002. Estructura de la comunidad coralina de tres sitios de la costa norte de la Habana, Cuba. Universidad de la Habana. Centro de Investigaciones Marinas. Tesis en opción al título de Master en Ciencias, de Biología Marina y Acuicultura. 104 pp.

- CASTELLANOS-GALINDO, G. A., R. BAOS Y L. A. ZAPATA. 2016. Mariculture-induced introduction of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766), a large predatory fish, in the Tropical Eastern Pacific. *BioInvasions Records*. 5(1): 55-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2016.5.1.10>
- CASTELLANOS, S., A. LOPEZTEGUI Y E. DE LA GUARDIA. 2004. Monitoreo REEF CHECK en el arrecife coralino "Rincón de Guanabo", Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(3): 219-230.
- CHEAL, A. J., M. AARON-MACNEIL, E. CRIPPS, M.J. EMSLIE, M. JONKER, B. SCHAFFELKE Y H. SWEATMAN. 2010. Coral-macroalgal phase shifts or reef resilience: links with diversity and functional role of herbivorous fishes on the Great Barrier Reef. *Coral Reef*. 29: 1005-1015.
- CLARO, R., K. C. LINDEMAN Y L. R. PARENTI (eds.). 2001. *Ecology of the Marine Fishes of Cuba*. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 253 pp.
- CLARO, R., Y J. P. GARCÍA-ARTEAGA. 1994. Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba. *Avicennia*. 2: 83-107.
- DE LA GUARDIA, E. Y G. GONZÁLEZ-SANSÓN. 1997. Asociaciones de esponjas, gorgonias y corales en un arrecife de la costa noroccidental de Cuba. II: Variaciones espaciales de cubrimiento y la densidad. *Rev. Invest. Mar.* 18(3): 208-215.
- GARZÓN, J., D. L. GIL, L. M. BARRIOS Y S. ZEA. 2001. Stony coral diseases observed in south-western Caribbean reef. *Hidrobiología*. 460: 65-69.
- GONZÁLEZ-FERRER, S. 2004. *Corales pétreos jardines sumergidos de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba, 318 pp.
- HERON, S. F., J. A. MAYNARD, R. VAN HOOIDONK Y C. M. EAKIN. 2016. Warming trends and bleaching stress of the World's coral reefs 1985-2012. *Sci. Rep.* 6: 38402.
- HUGHES, T. P., JAMES T. KERRY, M. ÁLVAREZ-NORIEGA, J. G. ÁLVAREZ-ROMERO, K. D. ANDERSON, A. H. BAIRD, R. C. BABCOCK, M. BEGER, D. R. BELLWOOD, R. BERKELMANS, T. C. BRIDGE, I. R. BUTLER, M. BYRNE, N. E. CANTIN, S. COMEAU, S. R. CONNOLLY, G. S. CUMMING, S. J. DALTON, G. DIAZ-PULIDO, C. M. EAKIN, W. F. FIGUEIRA, J. P. GILMOUR, H. B. HARRISON, S. F. HERON, A. S. HOEY, J. P. A. HOBBS, M. O. HOOGENBOOM, E. V. KENNEDY, C. Y. KUO, J. M. LOUGH, R. J. LOWE, G. LIU, M. T. MCCULLOCH, H. A. MALCOLM, M. J. MCWILLIAM, J. M. PANDOLFI, R. J. PEARS, M. S. PRATCHETT, V. SCHOEPF, T. SIMPSON, W. J. SKIRVING, B. SOMMER, G. TORDA, D. R. WACHENFELD, B. L. WILLIS Y S. K. WILSON. 2017. Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*. 543: 373-377. doi: 10.1038/nature21707.
- MARTÍNEZ-COELLO, D., A. LOPEZTEGUI-CASTILLO Y P. RODRÍGUEZ-CRUZATA. 2017. Contenido estomacal de la ictiofauna en la cercanía de jaulas de cultivo de *Rachycentron canadum* en Bahía de Cochinos. *Zootecnia Trop.* (en prensa).

- MIAO, S., J. CHEN-CHEUN, H. CHEN-TING Y H. SING-HWA. 2009. Ecological and economic analysis for cobias *Rachycentrum canadum* commercial cages in Taiwan. *Aquacult. int.* 17: 125-141.
- VEGA-SEQUEDA, J., S. ZEA Y G. BERNAL. 2017. Efectos de eventos climáticos extremos en formaciones coralinas de Islas del Rosario, Caribe colombiano. *CICIMAR Oceanides.* 32(1): 25-38.
- WEINBERG, S. 1981. A comparison of coral reef survey methods. *Bidjr. Dierkd.* 491: 199-218.
- ZAIXSO, H. E. 2002. Manual de campo para el muestreo del bentos. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de La Patagonia, San Juan Bosco. 191 pp.



**BOLETÍN DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Vol.52 N° 1 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en abril de 2018, por el **Fondo Editorial Serbiluz**,
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*