

Protocolo de Monitoreo No. 27: Monitoreo de peces arrecifales con énfasis en especies endémicas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, en el Estado de Veracruz.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son unos de los sistemas biológicos más complejos en el mundo, donde la riqueza de especies se relaciona por medio de múltiples procesos físicos y biológicos (Jordán-Dahlgren 1992¹). Constituyen ambientes dinámicos de gran interés biológico, siendo uno de los ecosistemas de más alta productividad (Ruiz-Zárte et al. 2003²) que sirven de refugio para muchas especies (Bosch y Guevara 1992), como los peces que son uno de los elementos biológicos más importantes en la estructura de estas comunidades (Méndez et al. 2006³), los cuales representan un alto valor económico para la industria pesquera y turística (Birkeland 1997⁴, Glynn 1997⁵).

Para el manejo adecuado y aprovechamiento sustentable de los arrecifes de coral y sus recursos, es necesario conocer las características de sus comunidades (Santamaría-Miranda et al. 2003), las cuáles podrían verse afectadas en su estructura y función por las diversas actividades antrópicas que se llevan a cabo en la zona costera (Hernández-Gutiérrez 1992⁶).

ANTECEDENTES

El programa de monitoreo de peces de arrecifes de coral del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), comenzó en noviembre de 2003, con el primer curso teórico y práctico impartido por los instructores Laddie Akins, director ejecutivo de la Fundación Educativa para el Medio Ambiente Arrecifal, (REEF, por sus siglas en inglés), Sheryl Shea voluntaria de REEF en Cozumel, y Rosalinda García Márquez, coordinadora del programa en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, capacitando y certificando a 24 voluntarios.

En julio de 2004, se impartió el segundo curso dirigido a 18 voluntarios, contando con el apoyo de Laddie Akins; el periodo de muestreo fue de agosto a diciembre, realizando 16 salidas, registrando 142 censos con el apoyo de 17 voluntarios y observando 158 especies. Un año después, dos grupos de nueve personas tomaron el curso impartido por Laddie Akins; el monitoreo abarcó de abril a septiembre, realizando cinco salidas, registrando 62 censos con el apoyo de 23 voluntarios y observando 117 especies.

Durante el 2006 se contó con el trabajo de 13 voluntarios en 12 arrecifes monitoreados, observando 147 especies. Para el 2007 el periodo de muestreo fue de marzo a diciembre, el esfuerzo fue de 18 voluntarios en 14 arrecifes logrando 153 censos y registrando 150 especies de peces.

El periodo de muestreo para el 2008 fue de febrero a diciembre con el esfuerzo de 18 voluntarios, realizando 72 censos en seis arrecifes y registrando 128 especies. Para el año 2009, el monitoreo fue de marzo a diciembre, muestreando 12 arrecifes con el trabajo de 15 voluntarios quienes lograron registrar 127 especies.

Para el 2010 se realizaron 42 censos con la colaboración de 12 voluntarios, en los meses de enero, marzo a junio y noviembre en 10 arrecifes registrando 125 especies.

Es importante mencionar que gracias a este esfuerzo desarrollado con la asociación REEF, se logró la identificación del pez *Elacatinus jarocho* que fue descrito posteriormente por Taylor y Akins

Anexo 2

El PNSAV presenta arrecifes que sirven como hábitats y puntos de diseminación de distintas especies arrecifales de importancia ecológica (Jordán-Dahlgren 2002), así como otras que son capturadas por ser un recurso de interés comercial (Vargas-Hernández *et al.* 2002b¹⁵). Los arrecifes se encuentran divididos por la pluma del río Jamapa en dos zonas, la zona norte con 11 arrecifes (Anegada de Adentro, Bajo Paducah, Blanquilla, Gallega, Galleguilla, Hornos, Ingeniero, Pájaros, Punta Gorda, Sacrificios y Verde) y la zona sur con 12 arrecifes (Anegada de Afuera, Anegadilla, Blanca, Cabezo, Chopas, Enmedio, Giotte, Polo, Punta Coyol, Rizo, Santiaguillo y Topatillo), que sirven de protección a las ciudades de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo de los embates del oleaje y de los fenómenos naturales como son huracanes y vientos del norte. Por su cercanía a la costa, el PNSAV está sujeto a impactos derivados de actividades antrópicas (Ortiz-Lozano 2006¹⁶) además de la descarga de los ríos que acarrea sedimentos provenientes del Papaloapan al sur, Jamapa en el centro y La Antigua en la porción norte (Vargas-Hernández *et al.* 1993¹⁷).

La fisiografía del PNSAV está determinada por bajos de arena, arrecifes e islas que conforman canales con diferentes dimensiones de anchura y profundidad, los cuales representan un papel importante en los flujos generados por los diferentes componentes de la circulación del Golfo de México (Salas-Pérez y Granados-Barba 2008¹⁸, Salas-Monreal *et al.* 2009¹⁹).

Trabajo de campo

Los arrecifes fueron escogidos estratégicamente con base en el conocimiento local, ya que existen sospechas de amenaza, de degradación y/o están en buena condición (Alcolado *et al.* 1998). Los arrecifes son:

1. **Bajo Mersey:** debido a su cercanía a los arrecifes Pájaros y Sacrificios donde el uso turístico es elevado.
2. **Blanca:** es uno de los arrecifes más próximos a la pluma del río Jamapa, donde existe una presencia alta de blanqueamiento, enfermedades (Reyes-Bonilla *et al.* 2011²⁰) y alta cobertura algal (Horta-Puga y Tello-Musi 2010²¹).
3. **Blanquilla:** es el segundo arrecife con más impactos de encallamientos dentro del PNSAV (Hayasaka-Ramírez 2011²²), uno de los arrecifes dañados por la incidencia de enfermedades de coral (Reyes-Bonilla *et al.* 2011) y con una alta presión turística (Vargas-Hernández *et al.* 1993), quizá por esto sea uno de los más estudiados (Jiménez-Hernández *et al.* 2007²³).
4. **Cabezo:** es el arrecife más grande y alejado del puerto de Veracruz, sin embargo, presenta cinco encallamientos y altos valores de enfermedades y blanqueamiento (Horta-Puga y Tello-Musi 2010) y de acuerdo con Reyes-Bonilla *et al.* (2011) es un lugar clave para el monitoreo de peces.
5. **Gallega:** es uno de los arrecifes afectados por la ampliación del puerto de 1903 (Horta-Puga *et al.* 2008²⁴) y es posible que funcione como barrera natural para los sedimentos que traen las descargas del río Medio y La Antigua.
6. **Galleguilla:** es un arrecife que presenta una mayor incidencia de blanqueamiento coralino (Horta-Puga y Tello-Musi 2010) y se han presentado dos encallamientos (Hayasaka-Ramírez 2011), a pesar de esto, es uno de los arrecifes en mejor estado, es lugar clave para el monitoreo de peces y un sitio importante para la conservación del SAV, su posición geográfica, cerca de los muelles del puerto, hace urgente que se lleven a cabo acciones para su protección (Reyes-Bonilla *et al.* 2011).
7. **Giotte:** es uno de los arrecifes costeros del PNSAV dónde existe muy poca información.
8. **Ingeniero:** es el arrecife costero representativo del PNSAV, debido a su comunidad béntica particular (Pérez-España y Vargas-Hernández 2008²⁵) presenta calidad ambiental más baja con base en la abundancia de peces (Pérez-España y Vargas-Hernández 2008, Reyes-Bonilla *et al.* 2011).

9. **Punta Gorda:** es el arrecife costero más grande y altamente impactado del PNSAV (Horta-Puga *et al.* 2008).
10. **Sargazos:** es un arrecife de la porción sur que no está emergido, además hay una gran diversidad y abundancia de peces.
11. **Topatillo:** es uno de los arrecifes más alejados y en aparente grado de conservación.
12. **Verde:** es el arrecife que presenta los valores de cobertura y diversidad coralina más altos (Pérez-España y Vargas-Hernández 2008, Reyes-Bonilla *et al.* 2011), quizá por eso presenta la mayor prevalencia de proporción de corales enfermos, además de algas filamentosas, lo que sugiere un importante descenso en la tasa de herbivoría, es decir, es posible que las poblaciones de peces ramoneadores hayan disminuido su abundancia (Horta-Puga y Tello-Musi 2010). Asimismo, presenta los valores más altos de diversidad ictiológica (Pérez-España y Vargas-Hernández 2008) y ha habido reportes de la presencia de *Elacatinus redimiculus* (Taylor y Akins 2007²⁶). Por último es uno de los arrecifes más estudiados (Jiménez-Hernández *et al.* 2007).

Cada uno de los muestreos se hará en transectos fijos (Cuadro 1). La información obtenida se analizará para encontrar correlación con los datos obtenidos de la comunidad bentónica presente realizados en un proyecto conjunto, asociando la presencia de las especies de peces con las colonias coralinas identificadas.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los transectos fijos.

Arrecife	Latitud N	Longitud O
Bajo Mersey	19° 11' 05.0"	96° 05' 44.9"
Blanca	19° 05' 10.6"	95° 59' 40.6"
Blanquilla	19° 13' 31.3"	96° 06' 02.8"
Cabezo	19° 03' 03.6"	95° 49' 48.0"
Gallega	19° 13' 45.7"	96° 07' 52.0"
Galleguilla	19° 14' 07.3"	96° 07' 35.6"
Giote	19° 04' 19.3"	96° 00' 03.9"
Ingeniero	Por definir	Por definir
Punta Gorda	Por definir	Por definir
Sargazo	19° 05' 53.8"	95° 56' 49.0"
Topatillo	19° 08' 21.7"	95° 50' 05.4"
Verde	19° 11' 58.3"	96° 04' 10.9"

Se realizarán censos bimensuales en cada uno de los arrecifes, con ayuda de una embarcación de 33 pies de eslora y dos motores fuera de borda en los arrecifes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. En cada uno se realizarán ocho transectos de 30 x 4 metros (120 m²) donde el observador identificará las especies de peces y su respectiva abundancia. Los transectos se realizarán a dos profundidades una somera entre los 4 y 8 m y una más profunda entre los 10 y 15 m, poniendo énfasis en las especies endémicas *Elacatinus jarocho*, *Elacatinus redimiculus*, *Halichoeres burekai* e *Hypoplectrus sp.*, además de la presencia de la especie invasora *Pterois sp* (Santander-Monsalvo *et al.* 2011).

Anexo 2

De la misma manera, se contará con la presencia de los voluntarios REEF quienes harán censos visuales con buceos errantes que complementará el listado de especies presente en los sitios. El buzo recorre el arrecife por un periodo de 30 a 40 minutos, dependiendo de las condiciones del arrecife, identificando el mayor número de especies y sus respectivas abundancias en rangos que van de 1 (*single=solo*), 2-10 (*few=poco*), 11-100 (*many=muchos*) y >100 (*abundant=abundante*); todos los datos serán integrados en una base de datos de Excel para su posterior análisis.

La información aquí recabada forma parte del proyecto REEF, el cual obtiene datos de distintos arrecifes en el mundo que ayudan a monitorear las especies de peces. Para conseguir un buen monitoreo, es fundamental que la metodología sea seguida lo más fielmente posible y cada modificación deberá justificarse y registrarse debidamente.

Esfuerzo de muestreo. Este permitirá comparar los resultados obtenidos, esto significa que no podrá modificar el número de parcelas ni tampoco se modificará el tiempo utilizado en cada una de las actividades de monitoreo, por mencionar algunas. Por ellos es importante detallar el tiempo de las actividades de monitoreo, ya que esto nos permitirá tener un EM homogéneo y comparable en tiempo y espacio.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Informe detallado y actualizado sobre la estructura de las comunidades de peces de arrecifes de coral en los nuevos sitios en donde se realizó el estudio.
2. Ubicación de las nuevas poblaciones con mayor riesgo o presión antrópica en Coordenadas UTM, Datum ITRF92 o WGS84.
3. Listado de las especies de peces arrecifales, indicando los endemismos en cada uno de los Sitios de muestreo
4. Informe sobre la abundancia de cada especie de peces arrecifales que habitan en el PN Sistema Arrecifal Veracruzano
5. Informe sobre la diversidad de peces de arrecife de coral que habitan en el PN Sistema Arrecifal Veracruzano
6. Informe de las zonas identificadas de los peces endémicos de arrecife
7. Memoria fotográfica (fotografías con alta calidad -se recomienda que como MÍNIMO tengan 5Mb 800ppp por 800ppp) y Videos (formato DVD -Digital Versatile Disc-, AVI -Audio Video Interleaved-, MPEG -Moving Picture Experts Group- y Quicktime player -*.mp4-) según sea el caso, en los cuales se describan las actividades propias del trabajo de campo, así como de los ejemplares registrados tomando en cuenta las referencias establecidas en la Sistematización de la información.
8. Mapa impreso en escala 1:50,000 y en digital, generado en compatibilidad de ArcGIS de los sitios, y ubicación de cada individuo monitoreado, así como un mapa en escala 1:50,000 con las poblaciones con mayor riesgo o presión antrópica, para uso en SIG (*Shape* o *data file*). La localización de cada sitio, y la localización puntual de los individuos muestreados con sus bases de datos resultado del monitoreo con el protocolo actual deberán estar en coordenadas UTM, Datum ITRF92 o WGS84, y las bases de datos por parcela deberán entregarse en formato DBF ó XLS.
9. Informe final del monitoreo biológico, tanto de las poblaciones ya identificadas como las nuevas poblaciones, se sugiere que los responsables del mismo presenten el análisis de los índices de diversidad y de calidad de hábitat, así como integren sus recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, y el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat.
10. Recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat.

Anexo 2

- ¹ Jordán-Dahlgren E. 1992. Recolonization patterns of *Acropora palmata* in a marginal environment. *Bulletin of Marine Science*, 51(1): 104-117.
- ² Ruiz-Zárate M. A., R. C. Hernández-Landa, C. González-Salas, E. Nuñez-Lara & J. E. Arias-González. 2003. Condition of coral reef ecosystems in central-southern Quintana Roo, Mexico (Part 1: Stony corals and algae), p. 318-337. *En: J.C. Lang (Ed.) Status of coral reefs in the western Atlantic: results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Program. Atoll Research Bulletin* 496.
- ³ Méndez de E. E., L. J. Ruiz, A. Prieto, A. Torres, A. Fariña, S. Santa, J. Barrio & B. Marín. 2006. Comunidad íctica de una franja arrecifal del Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 32(4): 683-693.
- ⁴ Birkeland C. 1997. Introduction, p. 1-12. *En: C. Birkeland (Ed.) 1997. Life and death of coral reefs. Chapman and Hall, New York, USA. 536 pp.*
- ⁵ Glynn P.W. 1997. Bioerosion and coral-reef growth: a dynamic balance, p. 68-95. *En: C. Birkeland (Ed.) 1997. Life and death of coral reefs. Chapman and Hall, New York, USA. 536 pp.*
- ⁶ Hernández-Gutiérrez A. 1992. *Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1791 Pisces: Labridae) en isla de Enmedio, Ver.: aspectos reproductivos, estructura poblacional y conducta. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 37 pp.
- ⁷ Weaver D. C. & L. A. Rocha. 2007. A new species of *Halichoeres* (Teleostei: Labridae) from the western Gulf of Mexico. *Copeia*, 4: 798-807.
- ⁸ Diario Oficial de la Federación. 1992. Diario Oficial de la Federación. Lunes 24 de agosto de 1992.
- ⁹ Diario Oficial de la Federación. 2008. Diario Oficial de la Federación. Lunes 19 de mayo de 2008.
- ¹⁰ Diario Oficial de la Federación. 2000. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 7 de junio de 2000.
- ¹¹ Lara M., C. Padilla, C. García & J.J. Espejel. 1992. Coral reef of Veracruz México I. Zonation and Community, p. 535-544. *En: R. H. Richmond (Ed.) Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium Vol. 1. University of Guam Press, UOG Station, Guam.*
- ¹² Vargas-Hernández J. M., G. Nava-Martínez & M. A. Román-Vives. 2002a. Peces del Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 17-29. *En: P. Guzmán-Anaya, C. Quiroga-Brahms, C. Díaz-Luna, D. Fuentes-Castellanos, C. M. Contreras & G. Silva-López. (Eds.) La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo, Universidad Veracruzana y Centro Regional de Investigación Pesquera, México. 434 pp.*
- ¹³ Horta-Puga G. 2003. Condition of selected reef sites in the Veracruz Reef System (stony corals and algae), p. 360-369. *En: J.C. Lang (Ed.) Status of coral reefs in the western Atlantic: results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Program. Atoll Research Bulletin* 496.
- ¹⁴ Tunnell W. J., E. A. Chávez & K. Withers. 2007. Coral reefs of the southern Gulf of México. *Texas A&M University Press. USA, 194 pp.*
- ¹⁵ Vargas-Hernández J. M., L. Jiménez-Badillo & V. Arenas-Fuentes. 2002b. El Sistema Arrecifal Veracruzano y las pesquerías asociadas, p. 13-16. *En: P. Guzmán-Anaya, C. Quiroga-Brahms, C. Díaz-Luna, D. Fuentes-Castellanos, C. M. Contreras & G. Silva-López. (Eds.) La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo, Universidad Veracruzana y Centro Regional de Investigación Pesquera, México. 434 pp.*
- ¹⁶ Ortiz-Lozano L.D. 2006. Análisis crítico de las zonas de regulación y planeación en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Doctorado. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California Norte, 200 pp.
- ¹⁷ Vargas-Hernández J. M., A. Hernández-Gutiérrez & L. F. Carrera-Parra. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 559-575. *En: S. Salazar-Vallejo & N. E. González (Eds.) Biodiversidad marina y Costera de México, CONABIO-CIQRO, México. 862 pp.*
- ¹⁸ Salas-Pérez J.J. & A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz Reefs System. *Atmósfera*, 21(3): 281-301.
- ¹⁹ Salas-Monreal D., D. A. Salas de León, M. A. Monreal-Gómez y M. L. Riverón-Enzástiga. 2009. Current rectification in a tropical coral reef system. *Coral Reefs*, DOI 10.1007/s00338-009-0521-9.
- ²⁰ Reyes-Bonilla H., R.S. Gómez-Villada & P.C. González-Espinosa. 2011. Selección de arrecifes prioritarios para la conservación y de grupos indicadores para el manejo del Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Baja California Sur, proyecto VER-2006-C01-34105. Baja California Sur. 93 pp.
- ²¹ Horta-Puga G. & J.L. Tello-Musi. 2010. Sistema Arrecifal Veracruzano: Condición actual y programa permanente de monitoreo: II etapa. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, reporte de campaña de monitoreo (C-02) proyecto CONABIO GM005, México, D.F. 51 pp.
- ²² Hayasaka-Ramírez S. 2011. Indicadores de presión antropogénica asociados al encallamiento de embarcaciones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Ver., 100 pp.
- ²³ Jiménez-Hernández M.A., A. Granados-Barba & L. Ortiz-Lozano. 2007. Análisis de la información científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 1-16. *En: A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas & J. M. Vargas-*

Anexo 2

Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 304 pp.

²⁴ Horta-Puga G., J.L. Tello-Musi, M. Ávila-Romero & J. Nuñez-Rico. 2008. Estado actual del arrecife Punta Gorda, Sistema Arrecifal Veracruzano. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 8 pp.

²⁵ Pérez-España H. & J.M. Vargas-Hernández. 2008. Caracterización ecológica y monitoreo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Centro de Ecología y Pesquerías informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM002, México, D.F. 99 pp.

²⁶ Taylor M. S. & L. Akins. 2007. Two new species of *Elacatinus* (Teleostei: Gobiidae) from the Mexican coast of the Gulf of Mexico. Zootaxa, 1425: 45-51.

CALENDARIO DE ENTREGA DE PAGOS Y PRODUCTOS DEL PROTOCOLO

PRODUCTOS	% DE PAGOS	FECHA DE PAGO
Primer pago <ul style="list-style-type: none"> Inicio del proyecto 	50%	15 días hábiles posteriores a la firma del convenio de concertación
Segundo pago <ul style="list-style-type: none"> Avance Informe detallado y actualizado sobre la estructura de las comunidades de peces de arrecifes de coral en los nuevos sitios en donde se realizó el estudio. Ubicación de las nuevas poblaciones con mayor riesgo o presión antrópica en Coordenadas UTM, Datum ITRF92 o WGS84. Listado de las especies de peces arrecifales, indicando los endemismos en cada uno de los sitios de muestreo Avance sobre la abundancia de cada especie de peces arrecifales que habitan en el PN Sistema Arrecifal Veracruzano Avance sobre la diversidad de peces de arrecife de coral que habitan en el PN Sistema Arrecifal Veracruzano Informe de las zonas identificadas de los peces endémicos de arrecife 	25%	Agosto
Tercer y último pago <ul style="list-style-type: none"> Informe final del monitoreo biológico, tanto de las poblaciones ya identificadas como las nuevas poblaciones, se sugiere que los responsables del mismo presenten el análisis de los índices de diversidad y de calidad de hábitat. El informe deberá detallar la estructura de las comunidades de peces de arrecifes de coral en los nuevos sitios en donde se realizó el estudio, incluir la abundancia y diversidad de cada especie de peces arrecifales, y el informe de las zonas identificadas de los peces endémicos de arrecife. Base de datos con la información actualizada sobre los registros de peces. Mapa impreso en escala 1:50,000 y en digital, generado en compatibilidad de ArcGIS de los sitios, y ubicación de cada individuo monitoreado, así como un mapa en escala 1:50,000 con las poblaciones con mayor riesgo o presión antrópica, para uso en SIG (<i>Shape</i> o <i>data file</i>). La localización de cada sitio, y la localización puntual de los individuos muestreados con sus bases de datos resultado del monitoreo con el protocolo actual deberán estar en coordenadas UTM, Datum ITRF92 o WGS84, y las bases de datos por parcela deberán entregarse en formato DBF ó XLS. Memoria fotográfica (fotografías con alta calidad -se recomienda que como MÍNIMO tengan 5Mb 800ppp por 800ppp) y Videos (formato DVD -Digital Versatile Disc-, AVI -Audio Video Interleaved-, MPEG -Moving Picture Experts Group- y Quicktime player -*.mp4-) según sea el caso, en los cuales se describan las actividades propias del trabajo de campo, así como de los ejemplares registrados tomando en cuenta las referencias establecidas en la Sistematización de la información. Recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat. 	25%	Octubre

Las fechas de pagos y entrega de productos finales se precisaran al firmar el convenio de concertación respectivo.