

Análisis Espacial del Hábitat de Predilección del Mero Americano para el Apoyo a la Toma de Decisiones en el Manejo Pesquero

Spatial Analysis of Red Grouper's Habitat Affinity for Decision Support in Fisheries Management

Analyse Spatiale de l'Habitat de Prédilection du Méro Rouge comme Appui pour la Prise de Décision dans la Gestion des Pêcheries

RODRIGO ADRIÁN RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ^{1,2}, JOAQUÍN RODRIGO GARZA-PÉREZ²,
ALEXIS ANTONIO SERRATOS-TOSCANO², XIMENA RENÁN-GALINDO³,
LUIS ALBERTO RINCÓN-SANDOVAL³ y THIERRY BRULE-DEMAREST³

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología — Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Ciudad Universitaria 3000, C.P. 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México.

rod1519@ciencias.unam.mx

²PIESACOM — UMDI-Sisal

Universidad Nacional Autónoma de México

Puerto de Abrigo S/N Sisal, Yucatán 97355 México.

rgarza@ciencias.unam.mx

alex.serratost@gmail.com

³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional — Unidad Mérida
Departamento de Recursos del Mar, Antigua Carretera a Progreso Km. 6, Mérida 97310 México.

xrenan@cinvestav.mx

luis.rincon@cinvestav.mx

tbrule@cinvestav.mx

RESUMEN EXTENDIDO

Introducción

Epinephelus morio constituye la pesquería de escama más importante del Banco de Campeche, ya que su desarrollo ha contribuido de manera importante al crecimiento de la economía regional pues genera divisas por concepto de exportación y da sustento a un número importante de pescadores (Giménez-Hurtado 2005). La explotación pesquera de *E. morio* es llevada a cabo por tres flotas, dos mexicanas -artesanal y de mediana altura- y una flota mayor cubana (Arreguín-Sánchez et al. 1987). Según los datos históricos el número de embarcaciones de la flota artesanal, la cual opera en los 12 municipios costeros del estado en profundidades menores a los 30 m y captura los individuos jóvenes e inmaduros de la población, se ha duplicado en los últimos años (Giménez-Hurtado 2005, SAGARPA 2014). Actualmente, la población de mero rojo se encuentra intensamente explotada y desde 1986, la captura registrada ya sobrepasaba la captura máxima sostenible (Seijo 1986, Fuentes y Contreras 1986, Arreguín-Sánchez 1987); aunado a ello, la flota artesanal ejerce una fuerte influencia sobre los juveniles de la población afectando el reclutamiento a la población reproductora (Seijo 1986), lo cual lo cual se ha reflejado en bajos rendimientos de pesca y flotas con indicios de sobrecapitalización (Salas et al. 2006, Monroy et al. 2010). Debido a los altos niveles de presión antropogénica ejercidos sobre las poblaciones de mero rojo, ha surgido la idea de que por medio de las Zonas de Exclusión Pesquera (concepto legal similar a No-Take Marine Reserves), se podría conservar la diversidad biológica marina, restaurar las poblaciones de peces y salvaguardar la integridad de los ecosistemas (Roberts y Hawkins 2000). En todos los lugares en los que se ha establecido una reserva marina de modo adecuado y que han existido durante algunos años con una protección total, se han alcanzado los objetivos de conservación, y además han traído beneficios sociales y económicos a la población local a través del incremento de sus recursos naturales (Roberts y Hawkins 2000).

Objetivos

Definir el hábitat preferencial de *Epinephelus morio* a fin generar cartografía de la distribución espacial de los mismos para la propuesta de una Zona de Exclusión Pesquera.

Materiales y Métodos

El área de interés se encuentra en el extremo noroccidental de la costa del estado de Yucatán, limitada en su extremo oeste y este por las localidades de Celestún y Sisal. Sus límites marinos se encuentran definidos en función de la isobata correspondiente a los 30 m de profundidad (Figura 1).

Se aplicaron técnicas de preprocesamiento sobre una imagen Landsat 8 (USGS) y se generó un diseño muestral a partir de una imagen de clasificación no supervisada, tomando en cuenta la profundidad y las clases definidas. En cada estación seleccionada se desplegó un transecto de 50 m en donde se realizó la caracterización de la cobertura bentónica mediante videotransectos, y sobre el mismo transecto (50 x 2 m) se registraron con censos visuales el número y tamaño de los individuos de *Epinephelus morio*. El análisis de los videos se realizó mediante una modificación del método propuesto por Garza-Pérez et al. (2004), aplicando pruebas de curvas de acumulación, definiendo el número de pausas (40) y puntos a identificar en cada pausa (25) necesarios para la estimación representativa de las coberturas. La identificación del bentos se

basó en los grupos funcionales propuestos por Garza-Pérez (2010). A fin de generar un esquema de clasificación de los hábitats submarinos, se aplicó un análisis de clúster jerárquico.

Se generaron bases de datos con los registros de mero rojo en cada transecto, a partir de estas se calculó la biomasa (expresada en gramos/100 m²), utilizando la ecuación: $w = aL^b$. Para analizar la relación existente entre las poblaciones de mero rojo y su hábitat, se obtuvo el porcentaje de individuos presentes en cada uno de los hábitats definidos por el análisis multivariado de agrupamiento jerárquico. Posteriormente se exploró la relación de las abundancias y biomasa de *E. morio* y las variables ambientales (profundidad, rugosidad, cobertura bentónica) mediante un análisis de redundancia (RDA).

Se generaron mapas temáticos de hábitats a través de clasificación supervisada, utilizando los esquemas de clasificación definidos por el análisis clúster para la creación de semillas que definieron las firmas espectrales de cada hábitat (80% usadas para clasificación y 20% usadas para la evaluación de la precisión de la clasificación). Con el fin de corroborar la coincidencia espacial de los hábitats definidos a través de los análisis sobre la imagen de satélite, se usaron datos independientes (abundancia y talla) de capturas de *E. morio*, en la misma temporada climática (secas), a través de palangres desplegados en puntos dentro del área de interés.

Resultados

Se visitaron en campo 66 estaciones cuya información de cobertura bentónica se aglomeró en 7 clases o hábitats, los cuales fueron:

- i) Sedimento con algas filamentosas,
- ii) Sedimento con algas verdes,
- iii) Algas pardas con sedimento,
- iv) Sedimento desnudo,
- v) Sedimento con parches de algas verdes,
- vi) Algas filamentosas con parches de sedimento,
- vii) Sedimento con parches de algas verdes, pardas y filamentosas.

Se registraron un total de 31 individuos de mero rojo (uno en la clase uno, cinco en la clase dos, uno en la clase tres, uno en la clase cuatro, 19 en la clase cinco, tres en la clase seis y uno en la clase siete). En el análisis de redundancia (RDA) se obtuvo que la abundancia de *E. morio* está significativamente relacionada con la cobertura algas verdes (Figura 2). La clasificación supervisada generó una imagen de siete clases con una precisión general del 64.19% (clasificador de máxima similitud), y posteriormente, con base en la matriz de confusión y en el análisis de similitud de las estaciones, se llevó a cabo la fusión de las clases 2 y 5 y las clases 4 y 7. Dicha fusión derivó en una imagen de 5 clases con una precisión general del 76.28% (Figura 1). Por su parte los datos de captura por palangres contabilizaron un total de 109 individuos de *E. morio*, con un porcentaje de correspondencia de la abundancia con la clase 2 (fusión de las clases 2 y 5) del 83.49%, en la temporada de secas. Lo anterior fue utilizado

para definir una Zona de Exclusión Pesquera frente a las costas de la Reserva Estatal “El Palmar”.

Discusión

Aunque en México existen conceptos legales análogos (Refugios Pesqueros y Refugios para la Preservación de Especies Acuáticas) que llegan a tener la misma función que las Zonas de Exclusión Pesquera, aún no se ha desarrollado un reglamento para vigilar las mismas como unidad de manejo pues el término no existe de manera explícita en la normatividad ambiental mexicana. Aunado a ello se han identificado otros retos a superar para la implementación de estas como lo son: la pesca furtiva, extensión de las áreas, impacto socioeconómico y los recursos económicos limitados.

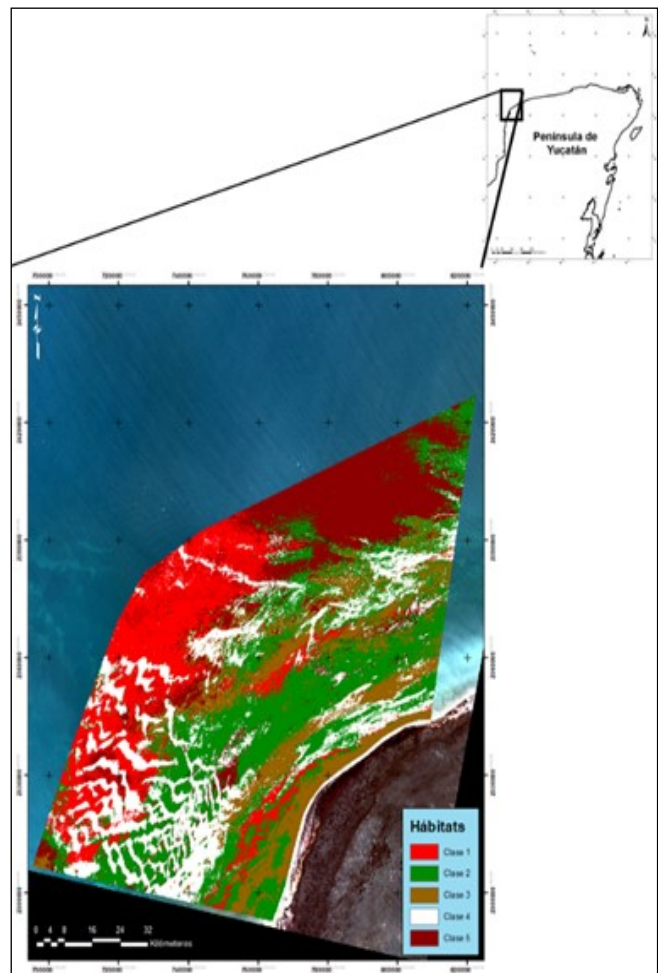


Figura 1. Mapa temático de cinco clases o hábitats. Obtenido a través de la combinación de la Clase 2 con Clase 5 y Clase 4 con Clase 7 del mapa temático de siete clases o hábitats. Precisión general: 76.2791%. Coeficiente kappa: 0.6502. C1: sedimento con algas filamentosas; C2: sedimento con algas verdes; C3: algas pardas sobre sedimento; C4: sedimento con parches de algas verdes, pardas y filamentosas; C5: algas filamentosas y parches de sedimento.

PALABRAS CLAVES: *Epinephelus morio*, Campeche Bank, Yucatan

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F., J.C. Seijo-Gutiérrez, D. Fuentes-Castellanos y M.J. Solís-Ramírez. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. Documento Técnico. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Fuentes, D. y M. Contreras. 1986. *Situación de la Pesquería de Mero (Epinephelus morio) en Yucatán. Análisis 1985*. Inf. Téc. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Yucalpetén, Instituto Nacional de Pesca, México.
- Garza-Pérez, J.R., A. Lehmann y J.E. Arias González 2004. Spatial prediction of coral reef habitats: integrating ecology with spatial modeling and remote sensing. *Marine Ecology Progress Series* **269**:141 - 152.
- Garza-Pérez, J.R. 2010. *Evaluación de Comunidades Bentónicas Arrecifales. Guía de Campo y Laboratorio*. UNAM, México.
- Giménez-Hurtado, E. 2005. *Análisis de la Pesca del Mero Epinephelus morio (Serranidae: Pisces, Valenciennes 1928) en el Banco de Campeche*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, B. C. S. México. 93 pp.
- Monroy, C., S. Salas y J. Bello. 2010. Dynamics of Fishing Gear and Spatial Allocation of Fishing Effort in a Multispecies Fleet. *North American Journal of Fisheries Management* **30**:1187 - 1202.
- Roberts, C.M. y J.P. Hawkins. 2000. Reservas marinas totalmente protegidas: una guía. Campaña mares en peligro del WWF.
- Salas, S., G. Mexicano-Cintora, y M.A. Cabrera, M. 2006. *¿Hacia Dónde van las Pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas*. CINVESTAV Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. Diario Oficial de la Federación.
- Seijo, J.C. 1986. *Comprehensive Simulation Model of a Tropical Demersal Fishery Red Grouper (Epinephelus morio) of the Yucatan Continental Shelf*. Ph. D. Thesis. Michigan State University, East Lansing, Michigan USA. 210 pp.

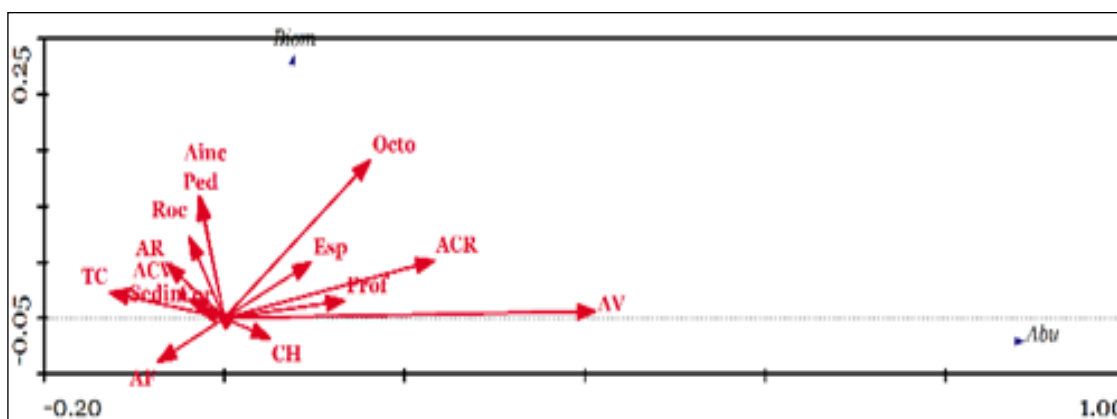


Figura 2. Gráfico representativo del análisis de redundancia (RDA) del área de Celestún-Sisal. A saber: algas verdes (AV), algas calcáreas rojas (ACR), profundidad (Prof), esponjas (Esp), complejidad de hábitat (CH), sedimento (Sedim), algas calcáreas verdes (ACV), algas rojas (AR), corales (Cor), roca/pavimento calcáreo (Roc), algas filamentosas (AF), algas incrustantes (Ainc), pedacrería (Ped), algas pardas (AP), zoántidos y tunicados (ZT).