

## Diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México

## Crustaceans diversity of the lower basin river Papaloapan, Veracruz, Mexico

José Francisco Miranda-Vidal, Everardo Barba-Macías, Cinthia Trinidad-Ocaña y Juan Juárez-Flores

Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad. Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras. El Colegio de la Frontera Sur, unidad Villahermosa. Km 15.5 Carretera a Reforma s/n, R/a Guineo Segunda Secc. Villahermosa Centro, Tabasco, 86280. México  
e-mail: ebarba@ecosur.mx

**Recibido:** 25 de mayo de 2015.**Aceptado:** 06 de mayo de 2016.

Miranda-Vidal J. F., E. Barba-Macías, C. Trinidad-Ocaña y J. Juárez-Flores. 2016. Diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. *Hidrobiológica* 26 (3): 475-482.

**RESUMEN**

**Antecedentes.** La cuenca baja del río Papaloapan es muy importante por sus extensos humedales y la biota que presenta. Sin embargo esta zona ha sido impactada por diversas actividades económicas (ingenios azucareros y petroleras) principalmente. **Objetivos.** El propósito de este estudio fue analizar la diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan. **Métodos.** Se realizó un muestreo en las épocas de secas y lluvias en el año 2013, a través de muestreos diurnos con diversas artes de colecta, además se registraron variables fisicoquímicas del agua en diversos tributarios de la cuenca. **Resultados.** La localidad que presentó los mayores valores de salinidad y sólidos disueltos totales en secas fue río Blanco (2.9 ups y 2704 mg/l), la menor concentración de oxígeno se registró en río San Agustín en secas y río Blanco en lluvias (1.09 y 2.09 mg/l) respectivamente. En total se recolectaron 4,587 organismos correspondientes a diez familias, doce géneros y dieciséis especies. *Potimirim mexicana* y *Hyalella azteca*, dominaron en términos de densidad con 34% y 26% en secas y *Macrobrachium* sp. y *P. mexicana* con 59% y 30%, dominaron en lluvias respectivamente. La mayor diversidad espacial se presentó en la época de secas en río Blanco ( $H' = 1.99$ ) y mínima en Playa Vicente ( $H' = 0.37$ ), en lluvias la mayor diversidad se presentó en Sontecomapan ( $H' = 1.08$ ) y la mínima en la localidad río Blanco con ( $H' = 0.29$ ). **Conclusiones.** Los macroinvertebrados entre ellos los crustáceos, son elementos biológicos primordiales para los sistemas acuáticos al desempeñar un papel importante en el reciclaje de materia orgánica y transferencia de energía a diversos niveles tróficos. Debido a esto es importante tener conocimiento de su dinámica y estructura poblacional que, junto con las variables ambientales que modifican su distribución y abundancia, nos permitirán distinguir sobre cambios por afectaciones humanas en el ambiente acuático y circundante y aquellos cambios producidos naturalmente.

**Palabras clave:** Cuenca, crustáceos, distribución, diversidad, río Papaloapan.

**ABSTRACT**

**Background.** Papaloapan river's lower basin is very important for its extensive wetlands and biota presented. However this area is very impacted by several economic activities (sugar mill and oil extraction) mainly. **Goals.** The aim of the study was to determine the diversity of crustaceans in the lower basin of Papaloapan river. **Methods.** The collection of organisms is carried out in the dry and rainy seasons in 2013, diurnal sampling with diverse collectors was apply and registering physiochemical variables of the water in different tributaries of the basin. **Results.** Río Blanco had the highest salinity and total dissolved solids (2.9 ups and 2704 mg / l) respectively. The lower oxygen concentration was recorded in San Agustín and Blanco rivers (1.009 y 2.09 mg / l) respectively. A total of 4,587 organisms were collected corresponding to ten families, twelve genera and sixteen species. *Potimirim mexicana* and *Hyalella azteca* dominated in terms of density with 34% and 26% in dry season, in the rainy season *Macrobrachium* sp., and *P.mexicana* dominated in density with 59% y 30% respectively. The greatest spatial diversity in dry season was in Blanco river with ( $H' = 0.29$ ) and minimum in Playa Vicente ( $H' = 0.37$ ), in rainy season highest diversity was in Sontecomapan ( $H' = 1.08$ ), while Blanco river showed the minimum diversity ( $H' = 0.29$ ). **Conclusions.** The macroinvertebrates including crustaceans, are primordial organisms into aquatic systems to play an important role in recycling organic matter and energy transfer to different trophic levels, the knowledge of the dynamic and population structure of this communities and it's ecology will allow us distinguish between changes by human affectations in aquatic systems and its surrounding and changes produced naturally.

**Key words:** Basin, crustaceans, distribution, diversity, Papaloapan river.

## INTRODUCCIÓN

El sistema fluvial del río Papaloapan es el de mayor importancia en el país por su caudal, después del sistema Grijalva-Usumacinta. Su escurrimiento medio anual es aproximadamente de 47,000 millones de metros cúbicos, con fluctuaciones entre 25,000 y 67,000 millones de m<sup>3</sup>. Vierte sus aguas al Golfo de México a través de la Laguna de Alvarado. Esta cuenca es considerada como región prioritaria, debido a que representa un área de conectividad y de integración entre sistemas terrestres y humedales. Estos ecosistemas acuáticos proporcionan hábitat para una gran diversidad de especies, tanto de importancia ecológica como económica (SAHR, 1993; Mejía-Ortiz *et al.*, 2011; Consejo de cuenca del río Papaloapan, 2013). Entre la fauna más representativa de los humedales se encuentran los crustáceos, que por su gran número de individuos y diversidad dan estructura a las comunidades de macroinvertebrados que habitan en ellos; además desempeñan un papel importante en la transferencia energética hacia niveles tróficos superiores (Barba *et al.*, 2000); incluso algunos pueden emplearse como indicadores de la calidad del agua (Álvarez *et al.*, 1996; de la Lanza *et al.*, 2000). Debido a sus variadas adaptaciones, entre las que destacan la respiración aérea (Díaz & Rodríguez, 1977) y la capacidad de osmorregulación de iones minerales (Mantel & Farmer, 1983), estos organismos han invadido tanto ambientes dulceacuícolas como terrestres, lo que representa el 10% y 1% respectivamente de la diversidad (Álvarez *et al.*, 1996).

Los crustáceos son primordiales para caracterizar los cuerpos de agua y esenciales para conocer las condiciones en las que éstos se encuentran gracias a su sedentarismo, amplia distribución y tolerancia a ambientes poco favorables (Raz-Guzmán, 2000). A pesar de la gran importancia que tienen estos organismos, en México no se han estudiado lo suficiente, aunque el país está rodeado de litoral marino, incluyendo una amplia zona económica exclusiva, tanto del océano Pacífico, como del Atlántico y del mar Caribe.

Cabe destacar la importancia del presente trabajo como contribución al conocimiento de la biodiversidad de crustáceos presentes en la cuenca baja del río Papaloapan, mediante la evaluación y cuantificación de aspectos como la abundancia, densidad y composición de especies, así como de los posibles patrones espaciales o temporales existentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave se encuentra al oriente de la República Mexicana. Colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sur con los estados de Oaxaca y Tabasco, y al oeste con San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla (Carrillo & Villalobos, 2011). La cuenca del río Papaloapan comprende la región hidrológica No. 28/B y se ubica en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. Se calcula que tiene un área de 47,517 Km<sup>2</sup> y abarca territorialmente las entidades federativas de Puebla, Oaxaca y Veracruz en la que se localizan 244 municipios y radica una población de 3.3 millones de habitantes. El sistema hidrográfico del Papaloapan es el segundo más importante después del sistema Grijalva-Usumacinta por su caudal. Vierte sus aguas en la Laguna de Alvarado con un promedio de 47,000 millones de m<sup>3</sup> anuales, con fluctuaciones de entre 25,000 y 67,000 millones de m<sup>3</sup>. El valor promedio equivale al 12% del volumen escurrido anualmente a nivel nacional. El sistema del Papaloapan está

constituido por numerosos afluentes, entre los que destacan río Blanco y río Tonto (controlado por la presa Presidente Miguel Alemán), Santo Domingo (controlado por la presa Presidente Miguel de la Madrid), Usila, Valle Nacional, Obispo, Tesechoacán y San Juan (Mejía-Ortiz *et al.*, 2011; Consejo de cuenca del río Papaloapan, 2013).

El área de estudio abarcó un total de ocho localidades correspondientes a la cuenca baja del río Papaloapan: Santa María Jacatepec (Oaxaca), San Juan Evangelista (río Trinidad), José Azueta (río Playa Vicente), La Ceibilla (río San Juan), Chacaltianguis (río Papaloapan), Sontecomapan (Los Tuxtlas), La Popotera (río San Agustín) y Alvarado (río Blanco) (Fig. 1).

**Trabajo de campo.** Los muestreos se efectuaron en época de secas (abril) y lluvias (agosto) durante el año 2013, en diferentes escenarios (ríos, rápidos, remansos, orillas con vegetación ribereña, rocas y troncos). La captura de los ejemplares se realizó a través de una cuchara tipo "D" con un área de 0.87 m<sup>2</sup>, una red de barra tipo Renfro con área de barrido de 50 m<sup>2</sup> (Renfro, 1962) y un chinchorro de 60m<sup>2</sup> de área de barrido, para cada arte se realizaron recolectas por tripicado. Los organismos se fijaron en campo con alcohol al 96%. Además se registraron los parámetros fisicoquímicos de la columna de agua mediante una sonda multiparamétrica marca HANNA modelo HI9828, así como la georreferenciación de cada punto.

**Trabajo de laboratorio.** Los organismos fueron identificados, contados, pesados (720 muestras); la identificación se realizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante claves taxonómicas especializadas para crustáceos: (Bousfield, 1972; Chace, 1972; Felder, 1973; Pennak, 1978; Raz-Guzmán *et al.*, 1992; Raz-Guzmán & Sánchez, 1996; Throp & Covich, 1991; Williams, 1984). Los datos de abundancia y peso fueron estandarizados a densidad (org/m<sup>2</sup>) y biomasa (g/m<sup>2</sup>). El análisis ecológico de los organismos consistió en calcular los índices ecológicos de diversidad H' de Shannon (Shannon & Wiener, 1963), riqueza de especies (D) de Simpson (1969) y equitatividad (J') de Pielou (1966) en relación con la temporada en que se llevó a cabo el muestreo. Se aplicó una prueba de asociación no paramétrica tipo Olmstead-Tukey (Sokal & Rohlf, 1981) para clasificarlas como especies dominantes, abundantes, frecuentes y raras.

## RESULTADOS

**Descripción ambiental.** En la época seca se presentó la temperatura más elevada 28.4 °C y la mínima en la época de lluvia 27.6 °C, el pH en ambas épocas se mantuvo en el rango de 7.0-7.7, el oxígeno disuelto presentó mayor concentración en la época seca (7.2 mg/l), y el mínimo en lluvias (4.3 mg/l). Los Sólidos Disueltos Totales fueron elevados en la época seca (436.6 mg/l), el mínimo valor registrado fue en lluvias (108.2 mg/l). Se observó mayor transparencia en época seca (0.8 m) que en la época lluviosa (0.6 m) (Tabla 1).

Se recolectaron en total 4,587 organismos, pertenecientes a diez familias, doce géneros y dieciséis especies. En la época seca el 86% de la densidad de organismos estuvo representada por las especies *Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857) con 34%, *Hyalella azteca* (Saussure, 1858) con 26%, *Corophium* sp. con 14% y *Eurypanopeus depressus* (Smith, 1869) con 12% (Fig. 2a). En la época lluviosa el 95% de la densidad total de organismos estuvo representada por tres especies principalmente; *Macrobrachium* sp. con 59%, *P. mexicana* con 30% y *Sesarma reticulatum* (Say, 1817) con 5% (Fig. 2b).

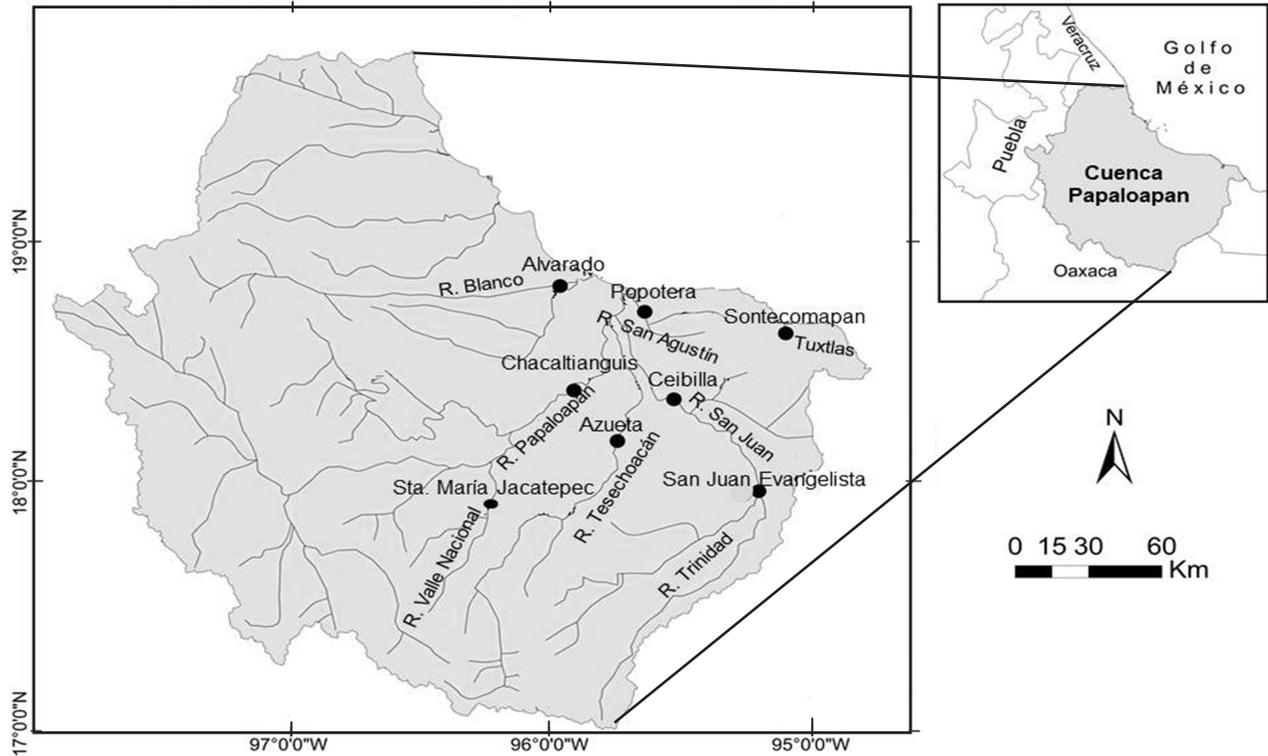


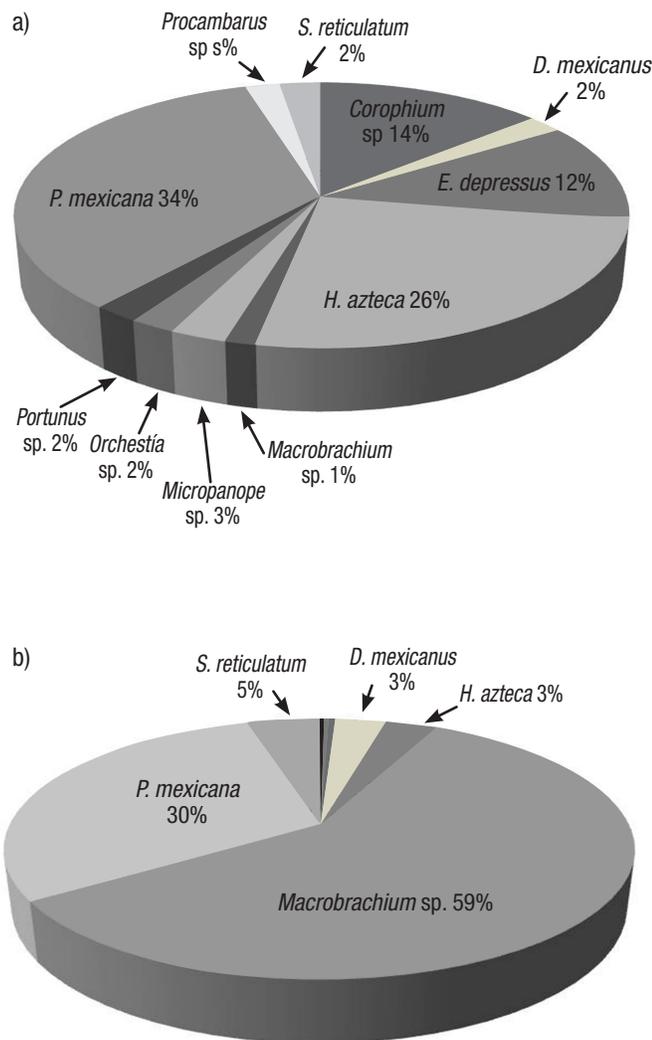
Figura 1. Área de estudio y ubicación de las localidades muestreadas a lo largo de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México.

En lo que respecta a la densidad ( $\text{org}/\text{m}^2$ ) y biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) por localidad, en época seca la localidad río san Juan y Sontecomapan presentaron la mayor densidad y biomasa de organismos ( $1.61$  y  $0.7 \text{ org}/\text{m}^2$ ,  $0.09$  y  $0.05 \text{ g}/\text{m}^2$ ) respectivamente (Fig. 3a). En la época lluviosa río Blanco y Sontecomapan presentaron la mayor densidad y biomasa de organismos ( $5.22$  y  $0.5 \text{ org}/\text{m}^2$ ,  $0.38$  y  $0.06 \text{ g}/\text{m}^2$ ) respectivamente (Fig. 3b).

En cuanto al análisis ecológico en la época seca hubo mayor diversidad en río Blanco con  $H'$  de  $1.99$  mientras que en Playa Vicente se obtuvo la menor diversidad  $H'$  de  $0.37$  (Fig. 4a); en lluvias la localidad Sontecomapan obtuvo la mayor diversidad con  $H'$  de  $1.08$  mientras que la localidad río Blanco presentó la menor diversidad  $H'$  de  $0.06$  (Fig. 4b).

Tabla 1. Valores máximos y mínimos por temporada de parámetros fisicoquímicos en las localidades.

Parámetros	Temporada					
	Secas			Lluvias		
	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	27.9	28.9	28.4	27.5	27.7	27.6
pH	7.2	7.8	7.7	7.6	7.8	7.6
Oxígeno Disuelto ( $\text{mg}/\text{l}$ )	6.6	7.9	7.2	3.9	4.7	4.3
Conductividad ( $\text{mS}/\text{cm}$ )	797.2	919	876.1	206.0	224.3	215.7
Sólidos Disueltos Totales ( $\text{mg}/\text{l}$ )	397.0	458.6	436.6	103.0	112.2	108.2
Transparencia (m)	0.6	1.0	0.8	0.5	0.7	0.6



Figuras 2a-b. Porcentaje de la densidad total de crustáceos acuáticos colectados en distintas localidades de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. a) Época de secas. b) Época de lluvias.

Con base en el análisis de gradiente de Olmstead-Tukey, en época de secas las especies que se agruparon como dominantes fueron *P. mexicana* y *Macrobrachium* sp. (Fig. 5a), en frecuentes estuvo *H. azteca*, en raras se situaron las especies *S. reticulatum*, *Orchestia* sp., *Corophium* sp., *Procamburus* sp., *Discapseudes mexicanus* (Gutu, 2006), *Portunus* sp., *E. depressus*, *Micropanope* sp. y *Callinectes similis* (Williams, 1966), en lluvias las especies agrupadas como dominantes fueron *P. mexicana* y *Macrobrachium* sp., como raras las especies *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836), *H. azteca*, *S. reticulatum*, *C. similis* y *D. mexicanus* (Fig. 5b).

## DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros fisicoquímicos que se registraron en este estudio a lo largo de la cuenca baja del río Papaloapan, no presentaron cambios significativos en las localidades muestreadas temporalmente. Sin embargo es importante mencionar que variables como sólidos disueltos totales y conductividad fueron las únicas que presentaron valores elevados en la época seca, esto asociado con los vertimientos por parte de las actividades económicas de la región, que principalmente son los ingenios azucareros, pues el 70% de las actividades están relacionadas a este giro económico. A esto se suman las hidroeléctricas que están asentadas en la cuenca, las cuales ocasionan alteraciones en los pulsos naturales de inundación de los ríos, que son de importancia para la biología de muchas especies acuáticas como plantas y animales. Ya que estos cambios afecta o impide la conectividad de especies de alta distribución y movilidad a lo largo de la cuenca, en especial especies del género *Macrobrachium* (Mejía-Ortiz *et al.*, 2011).

De acuerdo con Arriaga-Cabrera *et al.* (2000), la biodiversidad en la cuenca hidrológica del río Papaloapan está conformada por dos regiones hidrológicas prioritarias: a) Presas Miguel Alemán y Cerro de Oro; con seis especies de crustáceos, y b) Los humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan, con sólo tres especies, lo cual demostraba una carencia de información, pues desde hace más de 50 años se sabía de la existencia de más de 30 especies en la zona.

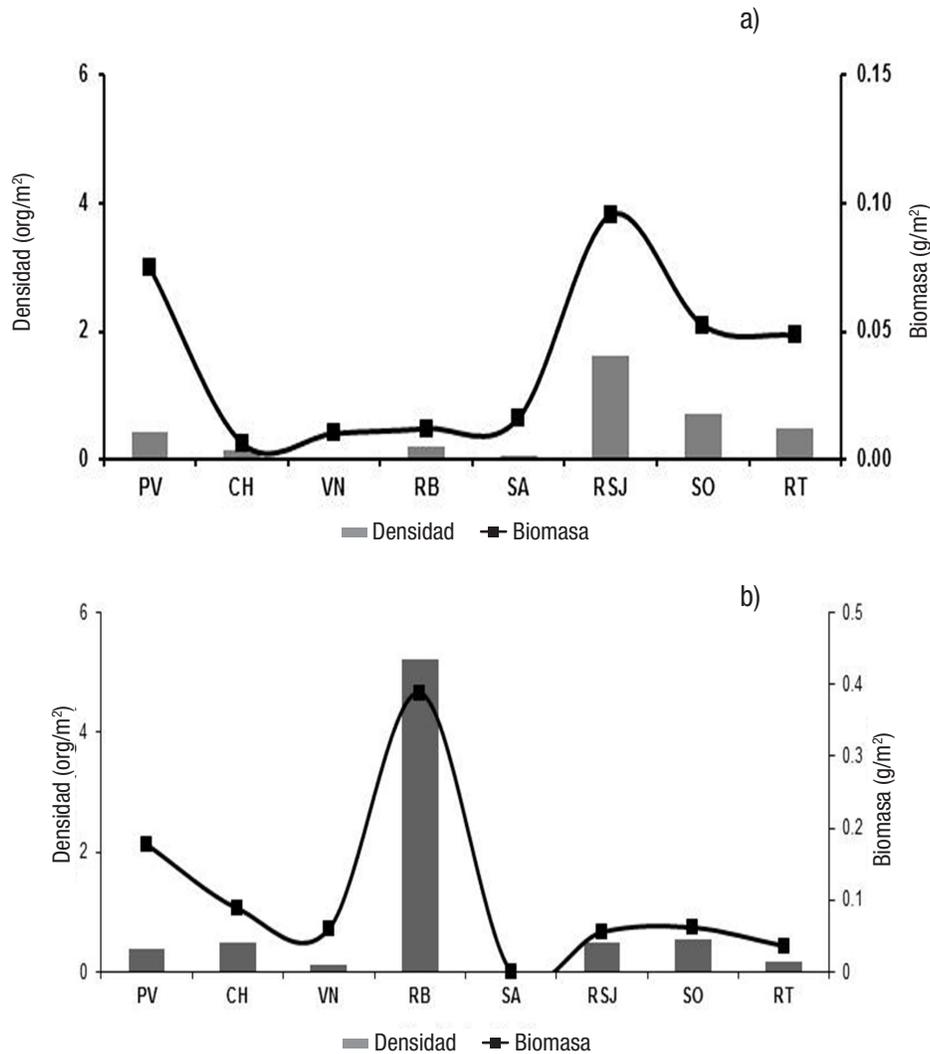
Mejía-Ortiz *et al.* (2011), en su trabajo integra 61 especies de crustáceos decápodos distribuidos a lo largo y ancho de la cuenca del río Papaloapan. En este trabajo se registra el 22.6% de la diversidad reportada para la zona, cabe mencionar que las especies *Balanus* sp., *Erichthonius brasiliensis*, (Dana, 1853) *Hyalella azteca*, *Orchestia* sp. y *Micropanope* sp. son nuevos registros.

Las especies asociadas a la parte media y baja de la cuenca se encuentran las especies *P. mexicana* relacionada a vegetación riparia y *Macrobrachium* sp. que busca zonas profundas para coexistir en zonas donde las corrientes son menores y se forman pozas y la temperatura empieza a incrementar por la planicie costera. Mientras que en zonas de cuerpos de agua lénticos se puede encontrar a las especies del género *Procamburus* asociadas a macrófitas sumergidas como lirio acuático. En la región más baja de la cuenca ya en zonas cercanas a la costa, podemos encontrar sitios con una muy alta diversidad de especies, en estas zonas podemos encontrar especies de jaibas como *Callinectes rathbunae*, (Dana, 1853) y *C. sapidus*, (Rathbun, 1896) que llegan a encontrarse en sitios de aguas someras y de salinidades bajas con sustrato fangoso y vegetación sumergida (Mejía-Ortiz *et al.*, 2011).

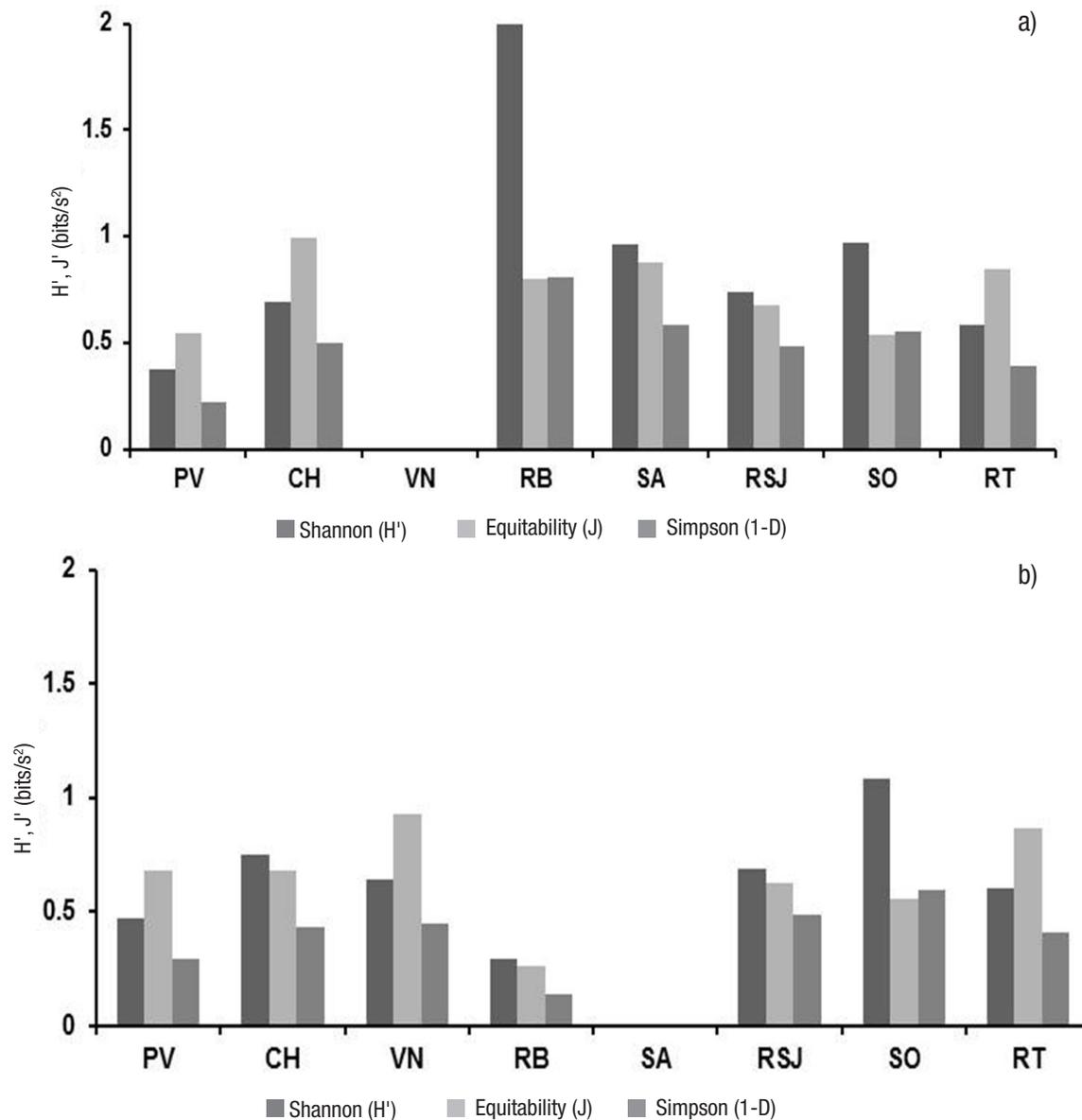
Las especies más abundantes en época seca de muestreo fue el camaroncito *Potimirim mexicana* que es una especie con amplia distribución en la planicie costera del Golfo de México hasta Centroamérica, es una especie tolerante a diferentes niveles de contaminación tanto orgánica como inorgánica y en la época de lluvia *Macrobrachium* sp., esta se distribuye en climas tropicales y subtropicales desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altitud, en vegetación acuática sumergida, troncos hundidos, entre las raíces de la vegetación riparia, bajo rocas y en los rápidos de los ríos (Álvarez *et al.*, 2005).

De las especies de crustáceos encontradas en la época de secas dos de ellas representaron el 60% de la densidad de crustáceos una del orden Decápoda (*P. mexicana*) y otra del orden Anfípoda (*H. azteca*) misma que al hacer el análisis de gradiente Olmstead-tukey se obtuvo una categoría de “dominante” para la especie *P. mexicana* junto con *Macrobrachium* sp., y para *H. azteca* “frecuente”. Aunque las especies *P. mexicana* y *H. azteca* fueron abundantes en densidad, *Macrobrachium* sp. se agrupó en dominante debido a que esta especie apareció en todas las localidades de muestreo pero con baja densidad. Similar a lo reportado por Mejía-Ortiz *et al.* (2011), donde las especies *P.*

*mexicana* y *Macrobrachium* sp, se distribuyeron a lo largo la cuenca del Papaloapan en zonas donde inicia la planicie costera. *H. azteca* se distribuye en zonas de hábitats estructurados en vegetación enraizada emergente y vegetación libre flotante (Montalvo-Urgel *et al.*, 2010). También se encontró que las especies *Corophium* sp., *Orchestia* sp., *S. reticulatum*, *Procambarus* sp., *Eurypanopeus deressus*, *Discapseudes mexicanus*, *Micropanope* sp. y *C. similis* se agruparon como “raras”, de éstas especies *S. reticulatum* y *C. similis* se distribuyen en sitios cercanos a zonas de manglar (Mejía-Ortiz *et al.*, 2011).



Figuras 3a-b. Densidad y biomasa por localidad de crustáceos acuáticos colectado en distintas localidades de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. a) Época de secas. b) Época de lluvias. PV (Playa Vicente), CH (Chacaltianguis), VN (Valle Nacional), RB (Río Blanco), SA (Río San Agustín), RSJ (Río San Juan), SO (Sontecomapan), RT (Río Trinidad).

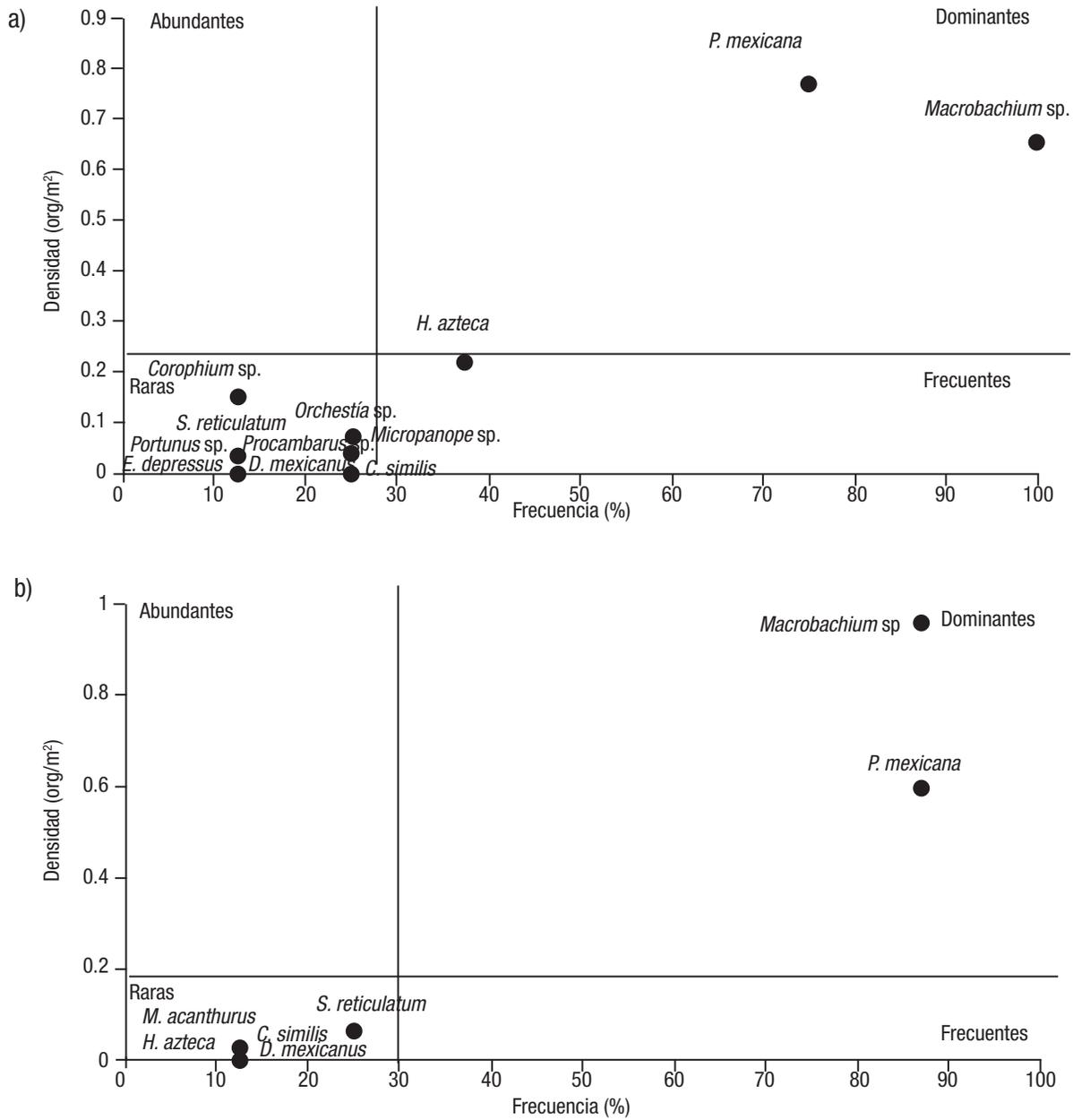


Figuras 4a-b. Índice de Diversidad por localidad en distintas épocas del año de crustáceos acuáticos colectado en distintas localidades de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. a) Época de secas. b) Época de lluvias. PV (Playa Vicente), CH (Chacaltianguis), VN (Valle Nacional), RB (Río Blanco), SA (Río San Agustín), RSJ (Río San Juan), SO (Sontecomapan), RT (Río Trinidad).

En época de lluvias el 89% de la densidad de crustáceos estuvo representada por el orden Decapoda con las especies *Macrobrachium* sp. *P. mexicana*, mismas que después de hacer el análisis de gradiente Olmstead-Tukey tuvieron una categoría de "dominante". Así mismo las especies *M. acanthurus*, *C. similis*, *S. reticulatum*, *H. azteca* y *D. mexicanus* se agruparon como raras.

Este estudio confirma la presencia de una diversidad media a baja en la porción inferior de la cuenca del río Papaloapan, las localidades

estudiadas, en su mayoría presentaron signos graves de alteraciones ambientales como zonas con impacto de cultivos extensivos y ganaderos, alteraciones de los flujos hidrológicos debido a sistemas de represas, y contaminación urbana e industrial, de igual manera contribuyó en la actualización de la información de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos existente en esta cuenca de gran importancia hidrológica y en las extensas áreas de humedales que la componen.



Figuras 5a-b. Análisis de gradientes Olmstead-Tukey crustáceos acuáticos colectados en las localidades de la cuenca baja del río Papaloapan Veracruz, México. a) Época de secas. b) Época de lluvias.

**AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo formó parte del proyecto Estudio de campo Zona 3, determinación de zonas de reserva de agua en la zona de la cuenca del río Papaloapan, WWF-CONAGUA, INECOL-ECOSUR (2012-2013). Se agradece también a todas las personas que participaron en esta investigación.

**REFERENCIAS**

ÁLVAREZ, F., J. L. VILLALOBOS-HIRIART & R. ROBLES. 2005. Crustáceos. In Bueno, J., F. Álvarez & S. Santiago (Eds.). *Biodiversidad del estado de Tabasco*, Cap. 8, Instituto de Biología, UNAM/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. pp. 177-194

- ÁLVAREZ, F., J. L. VILLALOBOS & E. LIRA. 1996. Decapoda. In: Llorente, J. E., A. N. García-Aldrete y E. González (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. I, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 103-129.
- ARRIAGA, L., V. AGUILAR & J. ALCOCER. 2000. *Aguas Continentales y diversidad biológica de México*. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), México. 327 p.
- BARBA, E., A. J. SÁNCHEZ, A. RAZ-GUZMAN & M. E. GALLEGOS. 2000. Dieta natural y tasa de forrajeo del carideo *Hippolyte zostericola* Smith sobre epifitas de *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König. *Hidrobiológica* 10: 139-146.
- BOUSFIELD, E. L. 1973. Shallow-water, *Gammaridean Amphipoda* of New England. Comstock/Cornell University Press, Ithaca, New York 312 p.
- CARRILLO CASTRO, A. G. & R. VILLALOBOS ALCÁZAR. 2011. Análisis comparativo de los índices de calidad del agua (ICA) de los ríos Tecolutla y Cazonces en el periodo marzo-diciembre 2010. Poza Rica Veracruz. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana (UV), México. 86 p.
- CONSTANZA, R., R. D'ARGE, R. DE-GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, B. HANNON, K. LIMBURG, S. NAEEM, R. O'NEIL, J. PARUELO, R. RASKIN, P. SUTTON & J. VAN DEN BELT. 1997. The value of the worlds ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6630): 253-260. DOI: 10.1038/387253a0
- Consejo de cuenca del río Papaloapan. Cuenca Papaloapan, Conoce tu cuenca. Disponible en línea en: <http://www.cuencapapaloapan.org/tucuenca.php>. (consultado el 21 enero 2013).
- CHACE, F. 1972. The Shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a Summary of the West Indian Shallow-water Species (Crustacea:Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology* 98: 179 p. DOI: 10.5479/si.00810282.98
- DÍAZ, H. & G. RODRÍGUEZ. 1977. The Branchial Chamber in Terrestrial Crabs: A Comparative Study. *Biological Bulletin* 153 (3): 485-504. DOI: 10.2307/1540602
- DE LA LANZA-ESPINO, G., S. H. PULIDO & J. L. C. PÉREZ. 2000. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. 1ra ed. Plaza y Valdés / Comisión Nacional del Agua, SEMARNAT/Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 633 p.
- FELDER, D. L. 1973. *An annotated key to crabs and lobsters (Decapoda, Reptantia) from coastal waters of the northwestern Gulf of Mexico*. Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge. 103 p.
- MANTEL, L. H. & L. L. FARMER. 1983. Osmotic and ionic regulation. In: Bliss, D. y L. Mantel (Eds.). *The Biology of Crustacea*. Vol. 5. Internal Anatomy and Physiological Regulation, Academic, New York. pp. 53-161.
- MARGALEF, R. 1969. *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press, Chicago. 111 p.
- MEJÍA-ORTIZ, L. M., M. LÓPEZ-MEJÍA & M. I. MARTÍNEZ-TRINIDAD. 2011. *Crustáceos Decápodos del Río Papaloapan, Veracruz*. Universidad de Quintana Roo, Alfa/Zeta, servicios de diseño y producción editorial. 155 p.
- PENNAK, R. W. 1980. *Fresh water invertebrates of the United States*. 2nd ed. Wiley, New York. 803 p. DOI: 10.1002/iroh.19800650309
- MONTALVO-URGEL, H., A. J. SÁNCHEZ, R. FLORIDO & A. A. MACOSSAY-CORTEZ. 2011. Lista de crustáceos distribuidos en troncos hundidos en el humedal tropical Pantanos de Centla, al sur del Golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 121-131.
- PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144
- RAZ-GUZMAN, A., A. J. SÁNCHEZ & L. A. SOTO. 1992. *Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de la laguna de Alvarado, Veracruz, México*. Cuaderno 14, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 51 p.
- RAZ-GUZMAN, A. & A. J. SÁNCHEZ. 1996. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros (Crustacea) de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Cuadernos del Instituto de Biología*. UNAM 31: 9-52.
- RAZ-GUZMAN, A. M. 2000. Crustáceos y poliquetos. In: De la Lanza, E., P. S. Hernández y P. J. L. Carbajal. (Eds.). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México. pp. 265-307.
- RENFRO, W. C. 1962. Small beam net for sampling postlarval shrimp. Galveston Biological Lab. U. S. *Fisheries and Wildlife Services Circular*, 161: 86-67.
- SARH, 1993. Carta de escurrimiento y disponibilidad de agua superficial. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- SHANNON, E. C. & W. WEAVER. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. 125 p.
- SOKAL, R. R. & F.J. ROHLF. 1994. *Biometry. The principles and Practices of Statistics in Biological Research*. 3rd ed. W. H. Freeman, New York. 880 p.
- THORP, J. H. & A. P. COVICH. 1991. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. 2nd ed. Academic Press, San Diego, California. 911 p.
- WILLIAMS, A. B. 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 550 p. DOI: 10.2307/1352125