



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



**ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LOS ANÉLIDOS POLIQUETOS
BENTÓNICOS EN LAS DESCARGAS DE LOS RÍOS QUE DELIMITAN EL
SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, EN TEMPORADA DE NORTES,
GOLFO DE MÉXICO**

T E S I S

Que para obtener el grado académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS

(Biología Marina)

p r e s e n t a

BIÓL. ARTURO ALVAREZ AGUILAR

Director de tesis
Dr. Alejandro Granados Barba

Comité tutorial
Dr. Miguel Ángel Alatorre
Dra. Vivianne Solís Weiss
Dra. Nuria Méndez Ubach
Dr. John Armstrong Altrin

México, D.F. 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la Familia:

La esencia de mi ser, no tendría la energía suficiente para salir adelante, ante las adversidades y nuevos proyectos, de no ser por el enorme apoyo y confianza que han depositado en mí.

A la nueva Familia:

Gracias Evangelina por soñar conmigo, dos pasajeros en un mismo sueño hacen que el viaje llegue más lejos, pero si se aman llegan más rápido y hasta lo disfrutan.

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por brindarme la oportunidad de ser mexicano con esencia académica y humanística.

Al programa del posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, por su cobijo y apoyo holístico en todo momento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por brindarme un lugar, un espacio y una infinidad de oportunidades para desarrollarme en mi formación académica.

Al Dr. Alejandro Granados Barba por la dirección de la presente investigación así como el entusiasmo y motivación para la culminación de la misma.

A los miembros del comité tutorial:

Dr. Vivianne Solís Weiss por brindarme la oportunidad de ser parte del laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos.

Dr. Nuria Mendez Ubach por sus acertados comentarios y correcciones a lo largo del desarrollo de la investigación y el escrito de la misma.

Dr. Miguel Angel Alatorre Mendieta por su apoyo en la proporción de datos ambientales y asesoría en la depuración e interpretación de los mismos.

Dr. John Armstrong Altrin por su gran disposición y ayuda en la elaboración de los gráficos relacionados con los datos geológicos.

Al Dr. José Luis Talancon, Director del Campus de la UNAM Los Angeles y a Diego Gutiérrez, por su invaluable apoyo para la realización del examen de titulación desde esta sede universitaria.

Al Dr. Arturo Carranza Edwards, responsable del proyecto PAPIIT No. IN-108808: *Estudio Ambiental del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y su relación con las descargas fluviales*, el cual permitió obtener las muestras del material biológico para que se realizara esta tesis.

A la Dra. Leticia Rosales Hoz y la QFB. Susana Santiago Pérez responsable y técnico del laboratorio de Química Acuática, respectivamente, por su apoyo en la determinación de porcentaje de carbono orgánico de las muestras de sedimento de la campaña SAV-1.

A la tripulación del Buque Oceanográfico Justo Sierra por su invaluable ayuda en el desarrollo de la campaña oceanográfica SAV 1, así como a los participantes de dicha campaña por recolectar las muestras de bentos, particularmente a Ricardo Rojas López, Ahimé Álvarez Vela y Alejandro Granados.

A los compañeros del Laboratorio: Nayeli Domínguez, Diana Salcedo, Juan Pérez, Viridiana Alvarado y Rosa Tiburcio, por su ayuda en las determinaciones taxonómicas de los organismos y por supuesto por su valiosa amistad.

Particularmente el marco ambiental de la presente investigación no hubiera sido posible sin el invaluable apoyo del Dr. Miguel Ángel Alatorre (factores fisicoquímicos); Dra. Rocío Bernal Ramírez en los análisis geológicos; del M. en C. Eduardo Morales de la Garza por su gran disposición, apoyo y valiosas recomendaciones en la determinación de texturas sedimentarias y su representación adecuada; la QFB. Susana Santiago Pérez por su profesionalismo y ayuda en los análisis de carbono orgánico.

Al instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana (ICMAP, UV) por su apoyo mediante el proyecto institucional *Evaluación continua de la calidad del ambiente bentónico y su biodiversidad en la zona costera del Golfo de México*.

INDICE

RESUMEN.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
HIPÓTESIS.....	7
OBJETIVOS.....	7
ÁREA DE ESTUDIO	
Localización.....	8
Aspectos generales.....	8
Clima.....	9
Mareas y masas de agua.....	10
Corrientes.....	11
Sedimento.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	
Recolección y preservación del material biológico y geológico.....	12
Trabajo de laboratorio.....	16
Análisis de datos.....	17
RESULTADOS	
Sedimento y carbono orgánico (CO).....	23
Temperatura, oxígeno disuelto y salinidad.....	27
Inventario faunístico.....	32
Índice de valor biológico.....	37
Categorización ecológica.....	38
Densidad.....	43
Riqueza de especies.....	45
Índice de diversidad.....	47
Dominancia.....	50
Afinidades faunísticas y análisis de ordenación.....	51
Relación fauna-ambiente.....	61
DISCUSIÓN.....	64
CONCLUSIONES.....	74
LITERATURA CITADA.....	76
ANEXOS	

RESUMEN

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), constituye una de las formaciones arrecifales más importantes del Golfo de México. Dicha formación se encuentra influenciada por la descarga de los ríos La Antigua y Papaloapan, que lo delimitan al norte y sur, respectivamente, y el Jamapa, cuya desembocadura divide al SAV en dos grupos de arrecifes, uno frente a Veracruz y otro frente a Antón Lizardo. Las descargas de los ríos propician gradientes ambientales en agua y sedimento con efectos importantes en el establecimiento de la fauna bentónica. Por ello, en este trabajo se estudió la estructura comunitaria de los anélidos poliquetos bentónicos de las descargas de los ríos que delimitan el SAV con la finalidad de analizar los cambios en diversidad y composición de especies a lo largo de los gradientes ambientales impuestos por la desembocadura de los ríos. El muestreo se realizó en noviembre-diciembre de 2007, durante la temporada de nortes, sobre un intervalo batimétrico de 17-72 m. El material biológico y sedimentológico se recolectó en 39 estaciones mediante el uso de un nucleador de caja tipo Reineck (0.2 m²), y una draga Smith-McIntyre (0.1 m²) para estaciones profundas y someras, respectivamente. Los resultados mostraron diferencias entre los ríos: La Antigua presentó un gradiente de incremento de limos hacia mar adentro, Jamapa una heterogeneidad en la distribución de los tipos de sedimentos y Papaloapan un predominio de arenas; mientras que fuera de las desembocaduras se distribuyeron sedimentos limosos. El mayor contenido de carbono orgánico se registró en las bocas de los ríos en sedimentos principalmente limosos. La mayor variación de los parámetros ambientales se registró hacia la boca de los ríos. Se recolectaron 2009 ejemplares de poliquetos pertenecientes a 37 familias, 86 géneros y 159 especies, de las cuales 24 son potencialmente nuevas para la ciencia. Las especies con mayor densidad y frecuencia fueron *Scoletoma verrilli*, *Paraprionospio yokoyamai*, *Magelona* sp. L., *Notomastus americanus*, *Lumbrineris cingulata*, *Cossura delta*, *Terebelides* cf. *lanai*, *Kinbergonuphis* cf. *orenzansi*, *Sthenelais* sp. A, y *Aglaophamus verrilli*. En las desembocaduras de los ríos se observaron cambios en la composición de especies y un incremento discreto de la diversidad, hacia mar adentro. Los parámetros estructurales de la comunidad de poliquetos estuvieron relacionados con la heterogeneidad sedimentaria presente en las desembocaduras de los ríos. Los gradientes ambientales y su relación con la distribución de la fauna fueron obvios en La Antigua a diferencia de Jamapa y Papaloapan donde no fueron claros.

INTRODUCCIÓN

Un gran número de arrecifes fósiles y vivientes se distribuyen en ambientes carbonatados, esencialmente libres de contaminación por sílice; sin embargo, también los hay en ambientes donde se mezclan sedimentos carbonatados y silíceos como es el caso del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) ubicado al suroeste del Golfo de México (Krutak, 1997). El SAV está formado por dos grupos de arrecifes: uno, denominado Veracruz, localizado frente a la zona conurbada Veracruz-Boca del Río, y otro, denominado Antón Lizardo, ubicado frente a la población del mismo nombre. Ambos grupos están separados naturalmente por el Río Jamapa y están delimitados por los ríos La Antigua, al norte, y Papaloapan, al sur (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

En la desembocadura de los ríos de diferentes latitudes del mundo, se ha observado que las comunidades bentónicas, particularmente las de los anélidos poliquetos, presentan una disminución en densidad, número de especies y diversidad, mientras que hacia mar adentro, en el delta del río, ocurren cambios en estos factores bióticos y en la composición de especies, como respuesta a la transición de condiciones estuarinas a marinas (Rhoads *et al.*, 1985; Aller y Aller, 1986; Wheatcroft, 2006; Hermand *et al.*, 2007).

En general, altas tasas de disturbios físicos, un fondo marino inestable y un aporte de nutrientes bajo, parecen ser los mayores factores que controlan la estructura y función de las comunidades bentónicas en las desembocaduras de los principales ríos subtropicales y tropicales (Alongi, 1990). En el norte del Golfo de México, se ha documentado que los anélidos poliquetos son el grupo faunístico más tolerante a los efectos de las descargas del Río Mississippi, incluso bajo condiciones de hipoxia, a diferencia de otros grupos como crustáceos y equinodermos, que son menos tolerantes (Harper *et al.*, 1981; Fitzhugh, 1984; Rabalais *et al.*, 2002).

En las aguas mexicanas del Golfo de México, hay estudios acerca de la fauna bentónica en relación con los procesos físicos asociados a los abanicos costeros de los ríos desde la década de los años ochenta (Ruiz del Campo,

1989; Cruz-Herrera, 1989); sin embargo, la fauna poliquetológica asociada a las desembocaduras de los ríos que influyen en el SAV ha sido poco estudiada, en el caso del Papaloapan (Amieva-Obregón, 1996), pero es nula en el caso de La Antigua y Jamapa. Con base en lo antes expuesto, el presente trabajo aborda el estudio de la poliquetofauna de las inmediaciones de una de las formaciones coralinas más importantes en el Golfo de México como es el SAV, particularmente, en relación con la pluma de los ríos que naturalmente lo delimitan, con el fin de incrementar el entendimiento de las condiciones ecológicas que ahí prevalecen.

ANTECEDENTES

El estudio de la macrofauna bentónica de anélidos poliquetos en la plataforma continental del Golfo de México no es reciente y ello puede constatarse en la recopilación de Perkins y Savage (1975), que incluye a las especies registradas para la Península de Florida, Golfo de México y Caribe. Destacan los trabajos exhaustivos de Augener (1906) y Hartman (1951) para el norte del Golfo de México, así como la guía taxonómica de Uebelacker y Johnson (1984) que representa el mayor esfuerzo de integración taxonómica del grupo para dicha región. Recientemente, Fauchald *et al.* (2009) realizaron un listado con algunos aspectos ecológicos de las especies de poliquetos registradas para este golfo.

En el caso de las aguas mexicanas del Golfo de México, existen investigaciones publicadas, principalmente de la plataforma continental, desde Tamaulipas (Delgado-Blas, 2001) hasta la región de la Bahía de Campeche, donde se concentran la mayoría de ellos (Granados-Barba y Solís-Weiss, 1994; 1997a-b; 1998; Solís-Weiss *et al.*, 1994, 1995a-b; Corona-Rodríguez, 1997; Tovar-Hernández *et al.*, 2002; Granados-Barba *et al.*, 2003; Delgado-Blas, 2004; 2006; Domínguez-Castanedo *et al.*, 2008, en prensa).

Los estudios acerca de la relación entre la fauna bentónica y los procesos físicos asociados a los abanicos costeros de los ríos, iniciaron con el proyecto: *Abanicos Costeros del Suroeste del Golfo de México en sus campañas oceanográficas ABACO* del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (1985-1986), del cual se desprendieron los siguientes trabajos:

Méndez-Ubach y Solís-Weiss (1987) estudiaron la relación de las familias de poliquetos con el tipo de sedimento y contenido de materia orgánica en la plataforma continental adyacente a Tuxpan, Alvarado, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta y Laguna de Términos, y observaron dos agrupamientos faunísticos determinados por la presencia-ausencia de familias.

Ruiz del Campo (1989) estudió la distribución de ostrácodos y foraminíferos bentónicos del abanico aluvial del Río Tuxpan, determinando cuatro

asociaciones: una marina sin influencia del río; una intermedia; una sujeta a la influencia del río y una última cerca a su desembocadura, cuyas descargas se internaron hasta 10 km mar adentro, entre las isobatas de 20 y 30 m.

Cruz-Herrera (1989) estudió la distribución estacional del microbentos sobre el delta del Río Coatzacoalcos, determinando tres asociaciones de ostrácodos y cuatro de foraminíferos afectadas por el delta del río, cuya influencia mar adentro se registró hasta la isobata de 40 m (18-24 km de la boca).

Cruz-Abrego (1991) y Cruz-Abrego *et al.*, (1992) analizaron la distribución de los moluscos bentónicos en los abanicos costeros de los ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-San Pedro y San Pablo, así como su relación con las condiciones ambientales y sedimentarias. Observaron que los bivalvos fueron el grupo dominante en riqueza y abundancia, determinando una relación entre la distribución malacológica y las provincias geológicas, con una diversidad más alta en los abanicos de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos.

En estos mismos abanicos, Amieva-Obregón (1996), estudió a los poliquetos (órdenes: Orbiniida, Spionida y Cossurida), observando que el tipo de sedimento y la profundidad son los factores ambientales más importantes que afectan su distribución, destacando el efecto de la temporada de lluvias en el incremento de la abundancia. Igualmente, pero con crustáceos peracáridos Molina-Ruiz (1998) registró una estrecha relación del aporte hidrológico-sedimentario de los sistemas fluviales y la distribución de estos crustáceos.

Con otro enfoque, Amezcua-Allieri (1998) y Amezcua-Allieri y González-Macías (2007) evaluaron la calidad del agua y el sedimento en el Río Pánuco a partir de poliquetos bentónicos indicadores: *Capitella capitata* (de enriquecimiento orgánico), *Nereis pelágica* y *Parandalia ocularis* (de procesos sucesionales en un ambiente en cambio), *Streblospio benedecti* y *Cossura brunnea* (variaciones de salinidad). Propusieron un índice para evaluar la calidad del sedimento (ICS) influenciado por la actividad petrolera.

En particular, en las inmediaciones del SAV, los estudios relacionados con este grupo de invertebrados están integrados y referidos en la recopilación de

Granados-Barba (2011) para Veracruz. Destaca el hecho que los estudios han sido, en su mayoría taxonómicos, producto de recolecciones aisladas, principalmente de Rioja (1946, 1958, 1960, 1961) con nulo trabajo integral, y pocos son los estudios con un enfoque ecológico como el de Méndez-Ubach *et al.* (1986) en playas.

En cuanto a estudios ecológicos, destacan los trabajos de Granados-Barba *et al.* (2003) que estudiaron la composición, distribución y diversidad de poliquetos sílicos en sustratos duros y blandos en la región del Golfo de México incluyendo los arrecifes Anegada de Adentro y Anegada de Afuera del SAV. En dicho estudio observaron una mayor densidad y diversidad de especies en sustratos duros.

Otros estudios se enfocan a estudiar el bentos de fondos blandos de algunos arrecifes del SAV, como los de Domínguez-Castanedo (2007) y Domínguez-Castanedo *et al.* (2007) en Sacrificios. Ahí se destaca la dominancia de poliquetos encontrándose diferencias en la composición en relación con el sustrato. Asimismo, se determina la calidad ecológica del bentos, reconociéndose ahí el papel relevante de los poliquetos. Por su parte, Del Castillo-Sarabia (2007) estudió la macrofauna bentónica en fondos blandos del arrecife Hornos, donde observó diferencias en la composición faunística con respecto a la lejanía de la costa, registrando la dominancia de especies oportunistas de poliquetos en zonas de descarga pluvial.

Con base en lo antes expuesto, el presente trabajo persigue incrementar el entendimiento de las condiciones ecológicas prevalecientes en las inmediaciones del SAV, particularmente, en las zonas cercanas a la desembocadura de los ríos que delimitan naturalmente. Para ello, se abordará el estudio de la poliquetofauna bentónica con el fin de conocer cuál es la composición de anélidos poliquetos que habita en la desembocadura de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, que delimitan al SAV, así como entender los factores ambientales que determinan la composición y estructura comunitaria de los poliquetos en dichos ríos del área de estudio.

HIPÓTESIS

Las condiciones ambientales impuestas por las descargas de los ríos crean un gradiente en el ambiente bentónico, el cual ocasiona cambios en la estructura y composición de las comunidades de anélidos poliquetos a lo largo de dicho gradiente. Por lo tanto, se espera observar una menor diversidad en la desembocadura de los ríos y un incremento de ésta hacia la zona arrecifal, acompañados de cambios en la composición de especies.

OBJETIVOS

General

Analizar los cambios en la composición y estructura comunitaria de los anélidos poliquetos a lo largo de un gradiente ambiental ocasionado por las descargas de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, en las inmediaciones del SAV.

Particulares

- 1.- Describir el ambiente bentónico de la zona de estudio con base en la textura de los sedimentos y contenido de carbono orgánico presente, estableciendo gradientes ambientales.
- 2.- Elaborar un inventario faunístico de los anélidos poliquetos que se distribuyen en la zona de estudio, estableciendo una categorización ecológica en términos de distribución, densidad y frecuencia.
- 3.- Determinar la estructura comunitaria de anélidos poliquetos en términos de densidad, riqueza, dominancia y diversidad, así como su relación con los factores ambientales de profundidad temperatura, oxígeno disuelto y salinidad.
- 4.- Definir si existe un gradiente faunístico relacionado con las descargas de aguas continentales en la zona de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El área de estudio se ubica en el Sistema Arrecifal Veracruzano (Fig. 1), en la plataforma continental del suroeste del Golfo de México ($19^{\circ}30' - 18^{\circ}47' N$ y $96^{\circ}22' - 95^{\circ}20' W$). Abarca las desembocaduras de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, frente a las costas de Veracruz.

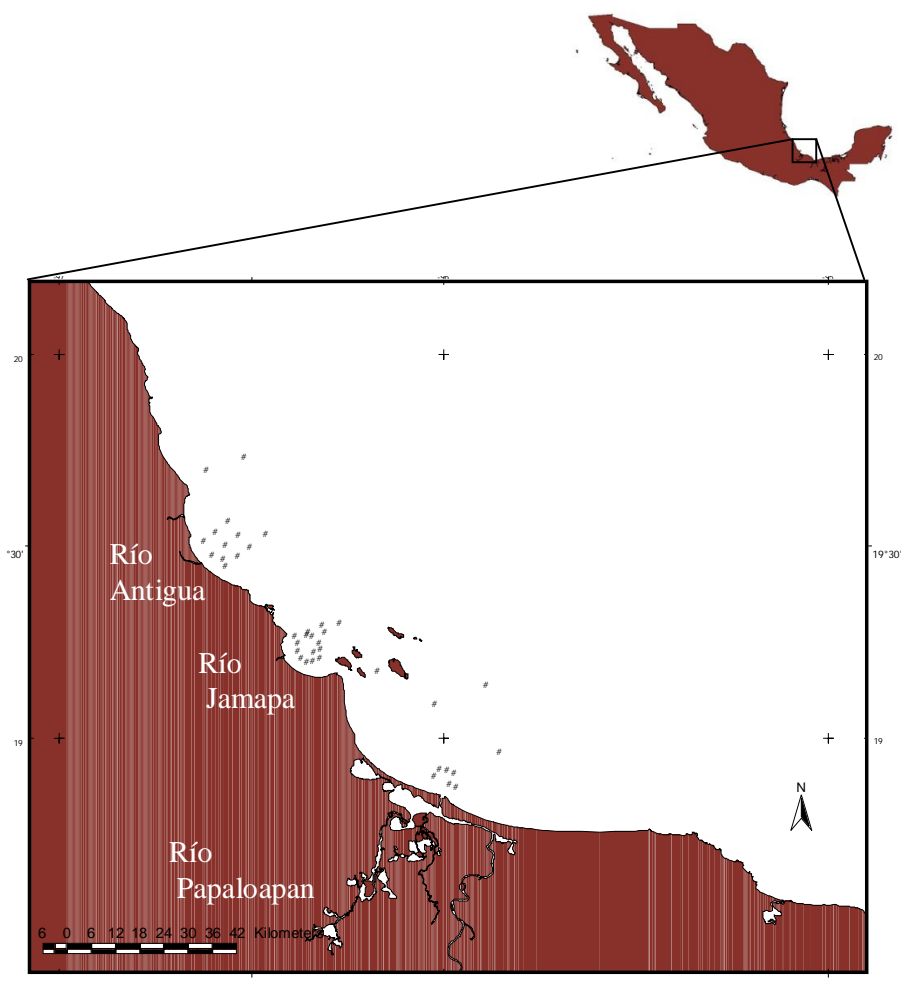


Figura 1.- Área de estudio.

Aspectos generales

Dos de los grupos de arrecifes coralinos del Golfo de México más importantes y complejos, se localizan en la región central de las costas de Veracruz y están dispuestos en un patrón general que parece seguir la línea de costa. Un grupo de once arrecifes está localizado frente a las ciudades de Veracruz-Boca del

Río y otro grupo de doce arrecifes con estructuras más grandes está localizado frente a la población de Antón Lizardo. Ambos grupos están naturalmente separados por el Río Jamapa y limitados, al norte y al sur, por los ríos La Antigua y Papaloapan, respectivamente (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

La línea de costa en esta región de Veracruz, así como sus perfiles de profundidad, son típicamente en forma de arco, con una plataforma continental estrecha (33 km aproximadamente) y somera, con un promedio de profundidad de menos de 70 m. El fondo es complejo topográficamente, debido a la presencia de bancos de arena, arrecifes e islas que forman una serie de canales con dimensiones horizontales y profundidades variables. Esta complejidad fisiográfica puede representar un papel importante en las modificaciones de flujos generados por diferentes componentes de circulación del Golfo de México, y es evidente en la escala del SAV (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

Clima

El clima en la región es de tipo Am (cálido húmedo), con abundantes lluvias en verano y parte de otoño y una corta estación de secas (de abril a mayo), y una precipitación media anual de 1100-2000 mm. La temperatura media anual es de 26° C con un mínimo de 18°C en enero y febrero (García, 1987). En general, se han observado dos direcciones estacionales en el flujo de los vientos dentro del Golfo de México; en otoño-primavera, los vientos soplan en dirección E-SE y en invierno-primavera lo hacen en dirección E-NE (Gutiérrez de Velasco y Winant, 1996; Monreal-Gómez y Salas de León, 1997). De octubre a abril las fluctuaciones estacionales del sistema atmosférico de presión introducen algo de variación, dominado por la incursión frontal, localmente conocida como “nortes”. De primavera a verano, la variabilidad atmosférica es dominada por tormentas tropicales, las cuales pueden evolucionar a huracanes (Gutiérrez de Velasco y Winant, 1996).

Mareas y masas de agua

Con base en la caracterización oceanográfica de Salas-Pérez y Granados-Barba (2008), se determina que el tipo de marea a lo largo de las costas de Veracruz es predominantemente diurna, y que su contribución a la generación de corrientes es insignificante.

En el Golfo de México se pueden identificar cinco masas de agua originadas en el Caribe y el Atlántico (Nowlin y McLellan, 1967; Vidal *et al.*, 1992):

- Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (AStSsC), 0-250 m.
- Agua Subtropical Subsuperficial del Golfo de México (AStSsGM), ~250 m.
- Agua común del Golfo de México (ACGM), ~250 m.
- Agua Intermedia Antártica (AIA), 700-850 m.
- Agua profunda Noratlántica (APNA), < 1000 m.

En la zona costera, dos masas de agua pueden ser claramente distinguidas (Hernández-Téllez y Salgado-Rivero, 1996): una masa de agua costera (S= 34-36.5 ups y T = 21-29 °C), resultado de la mezcla del Agua común del Golfo de México y el agua costera y una masa de agua diluida (S= 29-34 ups y T= 27-33.5°C), como resultado de la mezcla de aguas de las descargas de los ríos y el agua costera.

Estas masas de agua están influenciadas (de otoño a finales de primavera) por los “nortes”, los cuales pueden causar que la temperatura del agua superficial disminuya varios grados centígrados en unas cuantas horas (Gutiérrez de Velasco y Winant, 1996; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

Corrientes

A gran escala, y de acuerdo con Behringer *et al.*, (1977), la circulación en el Golfo de México está dominada por dos características semipermanentes: la corriente de Lazo y un giro anticiclónico, los cuales se sitúan en la parte oriental y occidental del golfo, respectivamente.

En la zona norte del SAV, un modelo numérico propuesto por Caballero-Rosas (1990) describió un movimiento de corrientes en dirección norte-sur sobre el margen costero en condiciones “norte”. Cuando el viento sopla en dirección sureste durante los meses de abril-agosto (cercaos al verano), la dirección de las corrientes es principalmente hacia el norte a través de los canales de los arrecifes. La dirección de las corrientes cuando el viento sopla hacia el este (predominantemente en otoño y primavera) es hacia el norte siguiendo el margen costero. Aunque este modelo numérico no fue validado con series de datos de observaciones *in situ* en forma estacional, de acuerdo con Salas-Pérez y Granados-Barba (2008) es una referencia inicial de cómo las corrientes inducidas por el viento podrían distribuirse espacialmente en el SAV.

Sedimento

Los sedimentos finos, arenas no carbonatadas y fragmentos de rocas volcánicas localizadas frente al puerto de Veracruz provienen de la Provincia de Jalapa (Teziutlán) a través de la desembocadura del Río La Antigua. Por otra parte, sedimentos terrígenos localizados en la parte somera de los arrecifes de Antón Lizardo provienen de las cuencas de los ríos Jamapa (asociada al volcán Pico de Orizaba ó Citlaltépetl) y Papaloapan (asociada a la cadena montañosa de Juárez) (Krutak, 1997).

En el SAV, la circulación (propiciada por patrones de olas), las mareas y los vientos, así como los fenómenos meteorológicos (huracanes, tormentas tropicales, “nortes”) y brisas marinas, pueden alterar la forma y las dimensiones de las plumas en escalas de tiempo que van desde horas hasta días y por lo tanto, también se altera su intrusión a los arrecifes (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). En las inmediaciones de Isla Sacrificios, Rosales-Hoz *et al.*, (2008) confirmaron lo anterior, determinando una mayor influencia de sedimentos terrígenos en temporada de lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección y preservación del material biológico y geológico

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM en conjunto con el Laboratorio de Ecología de Ambientes Costeros del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana.

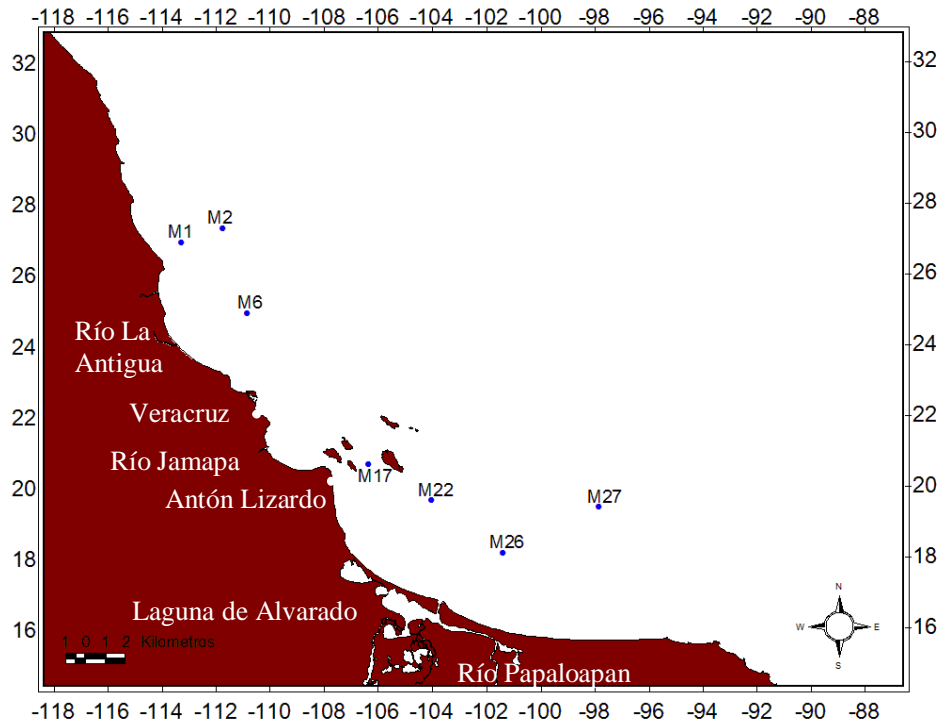
El material biológico y sedimentológico fue recolectado en el marco del proyecto *Estudio Ambiental del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y su relación con las descargas fluviales*, durante la campaña oceanográfica SAV-1, a bordo del buque oceanográfico "Justo Sierra" de la UNAM, llevada a cabo del 29 de noviembre al 3 de diciembre de 2007, correspondiente a la temporada de nortes. El muestreo se realizó en 39 estaciones (Tabla 1), en un intervalo de profundidades de 17 a 72 m en las inmediaciones del SAV, las cuales se señalaron por medio de letras; para la zona marítima (M) y en las desembocaduras de los ríos La Antigua (A), Jamapa (J) y Papaloapan (P) (Fig. 2).

Tabla 1.- Posición geográfica y profundidad de las estaciones de muestreo.

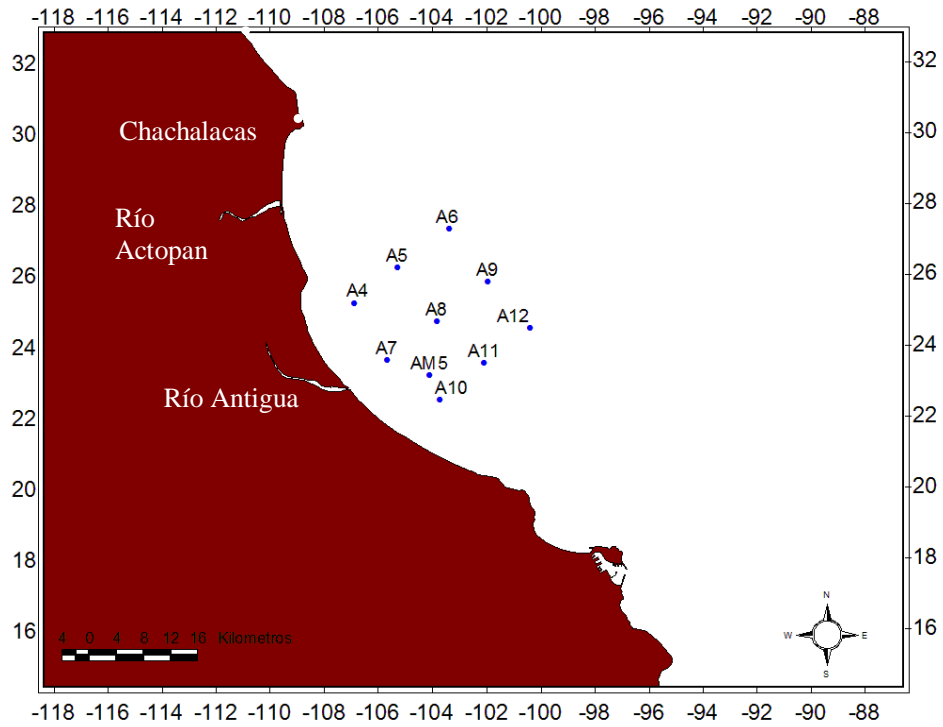
Estación	Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)
M1	19° 30.96	-96° 16.44	42
M2	19° 32.64	-96° 11.4	70
M6	19° 22.32	-96° 08.46	51
AM5	19° 18.96	-96° 14.16	27
JM13	19° 08.82	-96° 3.06	25
JM14	19° 10.44	-95° 58.56	43
M23	19° 02.28	-95° 39.06	72
M22	18° 59.7	-95° 45.96	31
M26	18° 53.28	-95° 37.38	55
P25	18° 48.54	-95° 43.14	17
P20	18° 50.34	-95° 43.38	24
P18	18° 48.96	-95° 43.98	18
P8	18° 50.88	-95° 44.28	21
P7	18° 51	-95° 45.42	20
P4	18° 49.98	-95° 46.02	18
M17	19° 04.02	-95° 53.64	33
J1	19° 10.2	-96° 0.96	34
J3	19° 09.3	-96° 02.82	26

Continuación...

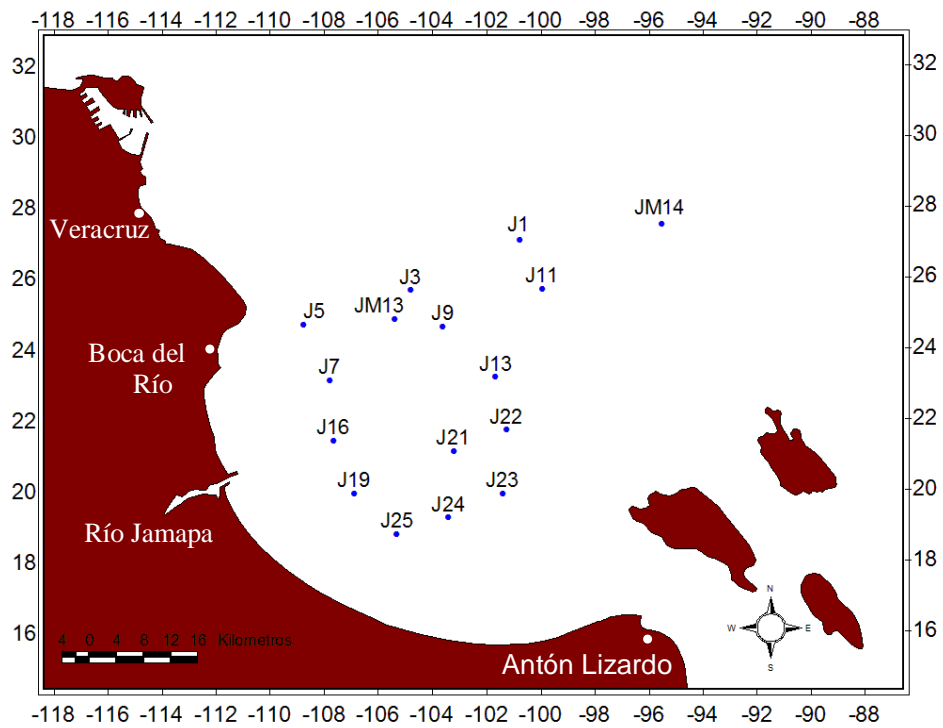
Estación	Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)
J5	19° 08.76	-96° 04.68	17
J7	19° 07.8	-96° 04.2	19
J9	19° 08.7	-96° 02.28	27
J11	19° 09.36	-96° 0.6	35
J13	19° 07.86	-96° 01.38	28
J16	19° 06.78	-96° 04.14	18
J19	19° 05.88	-96° 03.78	18
J21	19° 06.6	-96° 02.1	25
J22	19° 06.96	-96° 01.2	27
J23	19° 05.88	-96° 01.26	24
J24	19° 05.46	-96° 02.16	23
J25	19° 05.22	-96° 03.06	19
A6	19° 24.06	-96° 13.5	38
A5	19°22.68	-96° 15.24	31
A4	19°21.42	-96° 16.74	20
A9	19°22.2	-96° 12.12	40
A8	19°20.82	-96° 13.86	32
A7	19° 19.5	-96° 15.6	22
A12	19° 20.58	-96° 10.62	41
A11	19° 19.38	-96° 12.24	35
A10	19° 18.12	-96° 13.8	27



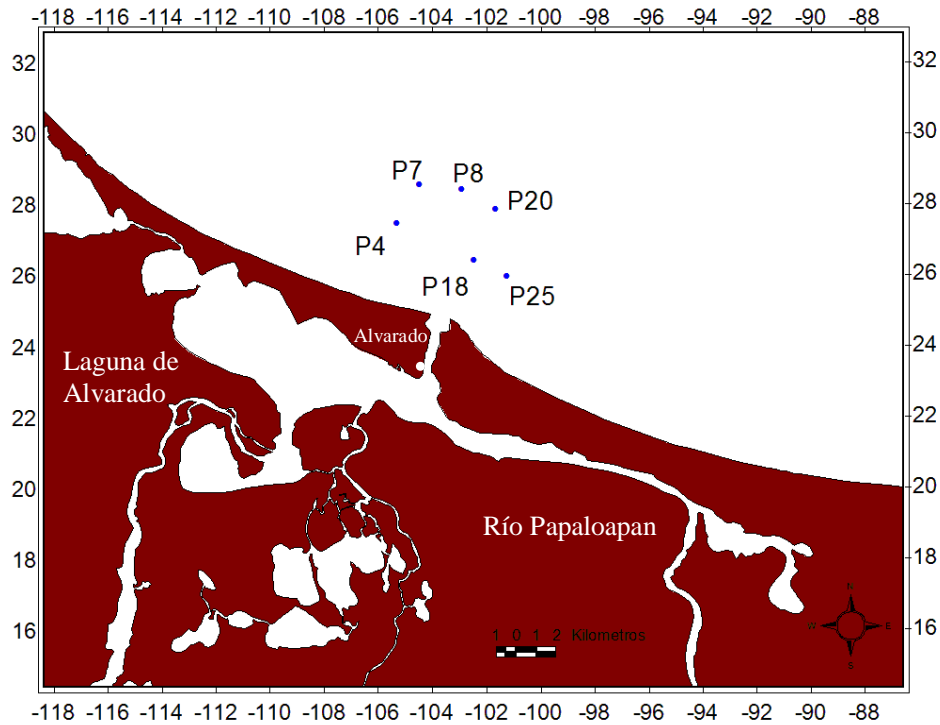
a)



b)



c)



d)

Figura 2.- Ubicación de las estaciones de muestreo M: Zona Marítima (a), A: Antigua (b), J: Jamapa (c) y P: Papaloapan (d).

La profundidad de muestreo varió en un intervalo entre 17 y 72 m (Fig. 3), en las zonas de descargas de los ríos, las estaciones fueron ubicadas en intervalos de profundidad de 15-19, 20-30, 31-35, 36-45 m con la finalidad de observar los cambios faunísticos en los diferentes estratos de profundidad de acuerdo con lo observado previamente por Granados-Barba (2001), quien destaca la importancia de los intervalos de profundidad con la distribución y representación taxonómica de los poliquetos en el Golfo de México. Para complementar la información, en el resto de la plataforma continental se tomaron muestras en intervalos de profundidad de 30-35, 40-45 m, 50-55, 70-75 m.

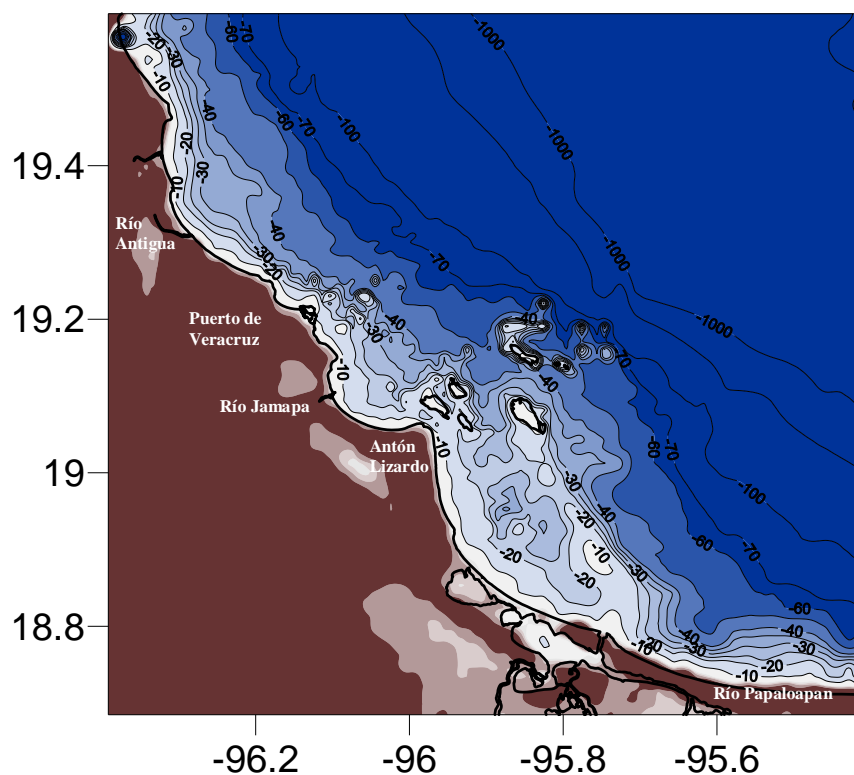


Figura 3.- Mapa batimétrico de la zona de estudio.

La recolecta se hizo con un nucleador de caja de tipo Reineck (0.2 m^2) en estaciones profundas y una draga Smith-McIntyre (0.1 m^2) en estaciones someras, tomando dos réplicas de 5 dm^3 en cada estación, mismas que fueron lavadas sobre un tamiz de 0.5 mm de luz de malla y colocadas en bolsas etiquetadas, conteniendo una solución de formaldehído al 10% para fijar a la macrofauna recolectada. En cada estación se tomaron datos de fondo, de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y profundidad con un CTD, así como muestras para el análisis del tipo de sedimento: tamaño, origen, mineralogía y su contenido de carbono orgánico.

Trabajo de Laboratorio

Las muestras geológicas fueron analizadas en el laboratorio de sedimentología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) UNAM. El tipo de sedimento se clasificó a partir del porcentaje de arena, limo y arcilla presente de acuerdo a los valores sugeridos por Folk (1974). Por otra parte, la determinación del porcentaje de carbono orgánico se llevó a cabo en el laboratorio de Química Acuática del ICMyL de la UNAM.

En el laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos, del ICMYL-UNAM, las muestras biológicas fueron lavadas con agua corriente para eliminar el exceso de formol y los organismos fueron separados del sedimento utilizando pinzas, charolas de disección y lámparas con lupa, para ser colocados en frascos etiquetados y con un contenido de alcohol al 70% para su preservación. La identificación de los organismos se llevó a cabo hasta los niveles taxonómicos de especie, con ayuda de la guía taxonómica de Uebelacker y Johnson (1984) así como claves especializadas y descripciones de especies publicadas en artículos científicos para la zona.

Durante la identificación del material biológico, algunos ejemplares se encontraban maltratados, incompletos o en un estado juvenil por lo que no fue posible asignarlos con certeza a un género en particular y se señalaron como NO IDENTIFICABLES dentro de cada Familia y, en el caso específico se señalaron como “sp” dentro de cada género.

Los ejemplares que presentaban variaciones tanto morfológicas como de distribución con respecto a las diagnósis de las especies descritas hasta el momento, fueron señaladas con el prefijo cf. (conferido a). Por otra parte, las especies registradas como potencialmente nuevas en la guía taxonómica de Uebelacker y Johnson (1984) aparecen en este estudio con la misma nomenclatura, su nombre genérico seguido de una letra mayúscula (A, B, C, etc.).

Por último, aquellos ejemplares cuyas características morfológicas, no concordaron con las especies descritas hasta el momento, se consideraron como especies potencialmente nuevas para la ciencia, las cuales fueron señaladas por un número consecutivo dentro de cada taxón.

Análisis de Datos

La categorización ecológica de las especies se llevó a cabo mediante la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995), determinando su importancia en términos de densidad y frecuencia. En esta, se graficaron el porcentaje de la frecuencia de aparición de cada especie contra la densidad,

transformada en forma logarítmica $\log(x+1)$ con la finalidad de disminuir las distancias entre los valores extremos y poder observar mejor la gráfica. Se obtuvo una medida de tendencia central en ambos ejes para obtener cuatro cuadrantes que van a caracterizar a las especies en cuatro tipos:

Raras: especies poco abundantes y poco frecuentes, las cuales se ubican en el cuadrante inferior izquierdo.

Comunes: especies poco abundantes pero frecuentes, ubicadas en el cuadrante inferior derecho.

Estacionales: especies abundantes pero poco frecuentes, ubicadas en el cuadrante superior izquierdo.

Dominantes: especies abundantes y frecuentes, ubicadas en el cuadrante superior derecho.

Estructura de la comunidad

El estudio de las diferencias en la diversidad entre comunidades requiere mediciones adecuadas de la riqueza de especies y la diversidad; el primero es el número de especies en una comunidad mientras que el segundo está en función de la frecuencia relativa de diferentes especies (Spellerberg y Fedor, 2003; Keylock, 2005). Diferentes índices de diversidad han sido utilizados en numerosas publicaciones sobre diversidad biológica y monitoreo ecológico.

Diversidad

Un índice comúnmente utilizado por la comunidad científica es el índice de Shannon-Wiener ("H"), el cual está basado en la teoría de la información y parte del principio que la diversidad biológica puede ser medida al igual que la cantidad de información contenida en un mensaje (Magurran, 1989; Spellerberg y Fedor, 2003).

Este índice se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2(p_i)$$

Donde: H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i = es la proporción de la abundancia de la especie i (n_i/N)

S = número total de especies

n_i = abundancia de la especie i

$$N = \text{abundancia total} = \sum_{i=1}^s n_i$$

En este índice, un valor de cero indicaría que todos los individuos pertenecen a una misma especie y un valor máximo de $\log_2 S$ se obtendría cuando cada una de las S especies presentaran el mismo número de individuos.

Equidad

El índice de diversidad H' es apoyado por otras medidas de diversidad que aportan información adicional sobre sus componentes y reflejan la composición de la fauna. La distribución de la abundancia total entre las especies que integran el ambiente se denomina equidad (Gray, 2000) y es una medida útil que aporta información adicional al índice de diversidad de Shannon-Wiener. Se calculó el índice de equidad (J') de Pielou (1969), donde la diversidad máxima alcanzada (H'_{\max}) ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes, a lo que se le da un valor de 1; el caso opuesto ocurre cuando la mayoría de los individuos se concentra en una misma especie y se le da un valor de cero. Este índice se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

J' = índice de equidad

$H'_{\max} = \log_2 S$

S = número total de especies

H' = diversidad de un área determinada

Dominancia específica

Para determinar la importancia de las especies a nivel regional se empleó el Índice de Valor Biológico (IVB) (Sanders, 1960), el cual es un método que se basa en que la variación de la densidad de las especies es resultado de las condiciones particulares del hábitat en que se establecen, por lo que asignan puntajes para ordenar la dominancia de las especies. Este índice se calcula ordenando valores de importancia de cada especie en función de su densidad relativa en cada localidad de muestreo, asignándoles jerarquías entre 1 y 10 según su importancia. De esta manera, la especie más importante tiene la posición 1 y se le asigna el valor de 10 puntos.

Los valores son calculados, por medio de la siguiente fórmula:

$$IVB = \sum_{j=1}^z pun_{ij}$$

Donde:

IVB= Índice de Valor Biológico

j = localidad de muestreo desde la localidad 1 hasta la número z

pun_{ij} = "puntaje" de la especie i en la localidad j (de acuerdo con el orden de importancia de la especie i entre los primeros 10 lugares en la localidad j).

Para determinar las especies dominantes a nivel local se calculó el coeficiente simple de dominancia (CSD) para cada estación. El coeficiente simple de dominancia (CSD) es un índice que estima la densidad de cada especie con respecto a la densidad total en cada localidad, el cociente resultante es multiplicado por cien y la especie dominante es aquella que tiene el mayor valor relativo de este índice (Krebs, 1985; Brower y Zar, 1977):

$$CSD = \left(\frac{di}{dt} \right) * 100$$

Donde:

d_i = densidad de la especie i

d_t = densidad total

Afinidades faunísticas

Para comparar las afinidades faunísticas entre las estaciones, se elaboró una matriz de similitud a partir del índice de Bray-Curtis (1957), muy utilizado en ecología por dar más peso a las especies abundantes que a las raras y no tomar en cuenta las dobles ausencias (Field *et al.*, 1982). Las especies que contribuyen a la formación y definición de grupos se determinaron por un análisis de porcentajes de similitud SIMPER (análisis de porcentaje de similitud), mediante el porcentaje de contribución de cada especie con respecto al promedio de similitud obtenido en cada grupo y el promedio de disimilitud entre grupos. El que una especie caracterice a un grupo significa que se encuentra en abundancia consistente dentro del mismo (Clarke y Gorley, 2001).

Análisis de ordenación

Se realizó un análisis de ordenación de los datos mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (Kruskal y Wish, 1991). El propósito de este análisis es representar gráficamente la ordenación mediante una serie de regresiones generales de las distancias de similitud o disimilitud calculadas con un valor de estrés (Field *et al.*, 1982). A menudo, las estaciones asumen configuraciones orientadas a lo largo de un gradiente ambiental dominante.

Relación fauna-ambiente

La evaluación del efecto de los factores ambientales sobre la densidad, riqueza y diversidad de especies, se basó en el análisis de regresión múltiple (forward), que comprueba si los cambios de las variables ambientales X_n son las causas de la variable dependiente Y . Se supondrían efectos muy diferentes de cada factor ambiental sobre los parámetros ecológicos, dependiendo de su ubicación en cada región geográfica y en cada intervalo de profundidad.

Este método de regresión múltiple, de manera exploratoria, hace la regresión de una variable "Y" sobre varias variables $X_1, X_2...X_n$ tomando diversas combinaciones de éstas, y agregando una a una, las variables más importantes hasta que el modelo tenga un mínimo de varianza residual. De esta manera, se obtiene un algoritmo que representa un mínimo de varianza no explicada en términos de todas las variables independientes, separando las variables que potencialmente no eliminan una porción significativa de la variación (Sokal y Rohlf, 1995). Además, se incluye el análisis de varianza respectivo para probar la significancia estadística del modelo.

RESULTADOS

Sedimento y carbono orgánico (CO)

Con base en la clasificación de Folk (1974), en el área de estudio se observó principalmente la presencia de sedimentos arenosos, areno-limosos, limo-arenosos y limosos. La fracción arcillosa, aunque mostró un incremento en las estaciones más profundas de la plataforma continental, nunca llegó a representar más del 30% en las estaciones de muestreo (Figura 4 y Tabla 2).

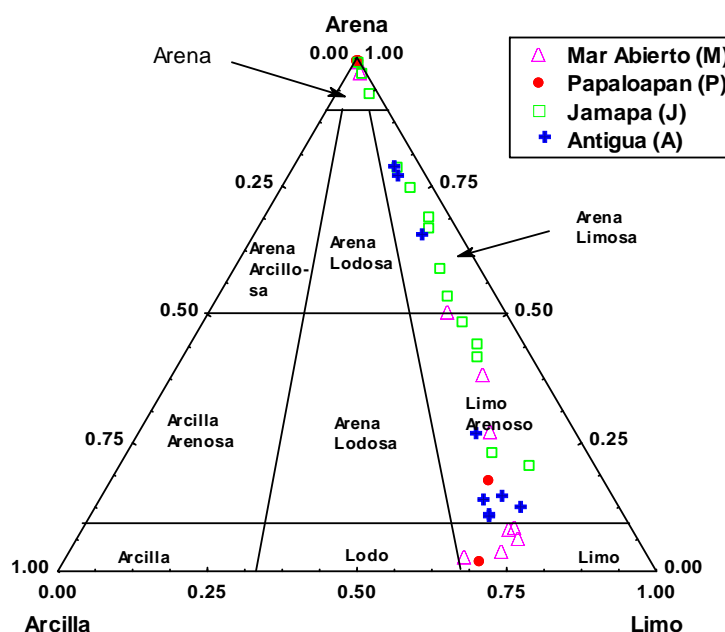


Figura 4.- Diagrama triangular de la clasificación de los sedimentos del área de estudio con base en Folk (1974).

Tabla 2.- Textura y tipo de sedimento en las desembocaduras de los ríos La Antigua (A), Jamapa (J) (tomado de Marín-Guzmán 2009 para la misma campaña), Papaloapan (P) (tomado de Gómez-Rocha, 2010, para la misma campaña) y la zona de plataforma (M) (ordenadas de menor a mayor profundidad).

Estación	LA ANTIGUA (A)				Tipo de sedimento
	Gravas %	Arenas %	Limos %	Arcillas %	
A4	0	77.158	18.406	4.436	Arena-limosa
A7	0	65.629	28.223	6.148	Arena-limosa
AM5	0	38.102	52.214	9.684	Limo-arenoso
A10	0	78.724	16.728	4.548	Arena-Limosa
A5	0	12.482	71.163	16.355	Limo-arenoso
A8	0	14.622	66.999	18.379	Limo-arenoso

Continuación...

Estación	Gravas %	Arenas %	Limos %	Arcillas %	Tipo de sedimento
A11	0	27.038	56.507	16.455	Limo-arenoso
A6	0	13.929	64.056	22.015	Limo-arenoso
A9	0	11.076	66.510	22.415	Limo-arenoso
A12	0	10.596	66.690	22.715	Limo-arenoso
JAMAPA (J)					
J5	3.812*	89.198	5.603	1.387	Arena
J7	0	68.916	27.549	3.536	Arena-Limosa
J16	0	48.569	43.559	7.872	Limo-Arenoso
J19	0	44.171	48.057	7.772	Limo-Arenoso
J25	0	20.313	68.679	11.007	Limo-Arenoso
JM13		50.191	40.225	9.584	Arena-Limosa
J21	0	53.593	38.447	7.96	Arena-Limosa
J24	1.695*	97.423	0.696	0.186	Arena
J23	1.926*	94.757	2.575	0.742	Arena
J3	0	66.584	28.78	4.636	Arena-Limosa
J9	0	74.444	21.732	3.824	Arena-Limosa
J13	0	78.689	17.387	3.924	Arena-Limosa
J22	0	58.878	34.663	6.46	Arena-Limosa
J1	0	41.678	49.451	8.872	Arena-Limosa
J11	0	23.084	61.072	15.843	Limo-Arenoso
JM14	0	6.245	73.864	19.891	Limo
PAPALOAPAN (P)					
P4	0	99.4	0.4	0.2	Arena
P18	0	1.703	69.510	28.787	Limo
P25	0	17.704	63.216	19.079	Limo-Arenoso
P7	0	99.216	0.673	0.112	Arena
P8	0	98.816	0.884	0.3	Arena
P20	0	99.416	0.473	0.112	Arena
PLATAFORMA CONTINENTAL (M)					
M22	0	98.900	0.888	0.212	Arena
M17	0	96.800	2.188	1.012	Arena
M1	0	2.359	66.966	30.675	Limo
M6	0	7.915	71.482	20.603	Limo
M26	0	26.824	58.944	14.231	Limo-arenoso
M2	0	3.590	72.371	24.039	Limo
M23	0	8.178	72.331	19.491	Limo

*presencia de fragmentos de conchas

En cuanto al porcentaje de carbono orgánico (Tabla 3), el valor promedio fue de 0.59% con valores máximos de 1.5 % frente a las desembocaduras de los ríos La Antigua (A10) y Papaloapan (P18) en sedimentos areno-limosos y limosos respectivamente. En cambio los menores valores (>0.2) fueron

registrados en sedimentos arenosos en la desembocadura del Papaloapan (P8 y P20).

Tabla 3.- Valores de carbono orgánico (%) en las estaciones de muestreo.

La Antigua		Jamapa		Papaloapan	
Estación	Carbono orgánico %	Estación	Carbono orgánico %	Estación	Carbono orgánico %
A4	0.74	J5	0.292	P4	0.26
A7	0.53	J7	0.475	P18	1.53
AM5	1.01	J16	0.726	P25	0.37
A10	1.54	J19	0.747	P7	0.81
A5	0.501	J25	0.750	P8	0.18
A8	0.63	JM13	0.4	P20	0.17
A11	0.62	J21	0.242		
A6	0.22	J24	0.732		
A9	0.59	J23	0.702		
A12	0.62	J3	0.406		
		J9	0.464		
		J13	0.556		
		J22	0.655		
		J1	0.365		
		J11	0.63		
		JM14	0.573		

A continuación se describe la distribución de los sedimentos y del porcentaje de carbono orgánico (CO) en el área de estudio:

Río La Antigua

En la región de la boca del Río La Antigua (A4, A7 y A10) se observó un porcentaje de arenas entre el 65 y 78%, por lo que el sedimento fue de tipo areno-limoso. En el resto de la desembocadura, el sedimento fue limo-arenoso, observándose un gradiente negativo en el porcentaje de arenas hacia mar adentro (Tabla 3).

En cuanto al CO, en la desembocadura del río se registró un valor promedio de 0.69% con valores mayores a 1% en las estaciones A10 y AM5 (Tabla 3) cercanas a la desembocadura y un mínimo de 0.22% en la estación A6 alejada de la costa al noreste del río. En el resto de las estaciones se observaron

valores cercanos al 0.6%; en general, se observó una tendencia de disminución hacia el noreste del río La Antigua.

Río Jamapa

En la desembocadura del Río Jamapa la distribución de las texturas sedimentarias fue más heterogénea; en la región de la boca (J16, J19 y J25) el porcentaje de arenas fue inferior al 50% (sedimentos limo-arenosos). Las arenas (con presencia de gravas con fragmentos de conchas) se distribuyeron hacia las zonas arrecifales de Veracruz (J5) y Antón Lizardo (J23 y J24), mientras que la zona central de la desembocadura se caracterizó por presentar un porcentaje de arenas entre el 41 y el 78% (sedimentos areno-limosos). Dicho porcentaje disminuyó hacia la zona más lejana de la costa donde el tipo de sedimento es limo-arenoso (J11) y limoso (JM14).

Aunque no se observó un gradiente claro en la distribución de los sedimentos, es notorio un incremento en el porcentaje de arenas, en el estrato más somero de profundidad de la región central de la boca del Río Jamapa hacia las zonas arrecifales.

Por otra parte, el valor promedio de CO en la desembocadura del Río Jamapa fue de 0.54% con máximos contenidos alrededor de 0.7% en las estaciones más cercanas a la desembocadura (Tabla 3). Los valores más bajos (>0.3%) fueron registrados hacia el norte y noreste del río (J5 y J21).

Río Papaloapan

La presencia de sedimentos finos quedó restringida a la región de la boca (P25 y P18), donde en conjunto las fracciones limosas y arcillosas representaron más del 80%, mientras que en el resto de las estaciones la fracción arenosa representó más del 95% (Tabla 2). El valor promedio de CO en la desembocadura del Río Papaloapan fue de 0.55%. Este parámetro ambiental registró un mínimo de 0.17% en la estación P20 (Tabla 3) en el estrato más alejado de la costa y un valor alto de 1.53% frente a la desembocadura del río (P18).

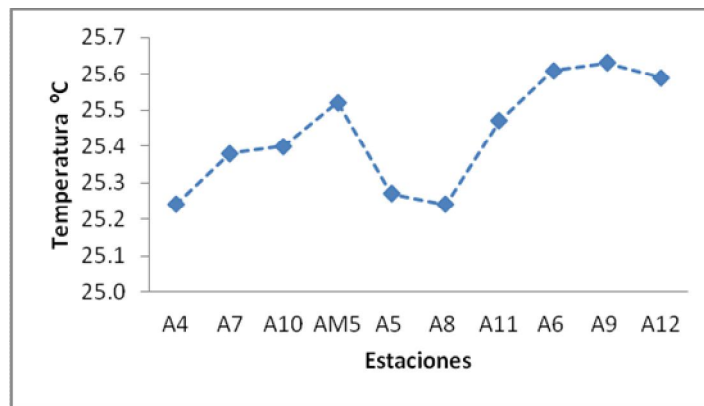
En las estaciones ubicadas fuera de las desembocaduras de los ríos y cercanas a la zona arrecifal de Antón Lizardo (M22 y M17), alrededor de los 30 m de profundidad los sedimentos fueron de tipo arenoso, pero cuando la profundidad y la distancia a la costa incrementaron, la fracción predominante fueron los sedimentos limosos (M1, M2, M6, M23 y M26).

Temperatura, oxígeno disuelto y salinidad

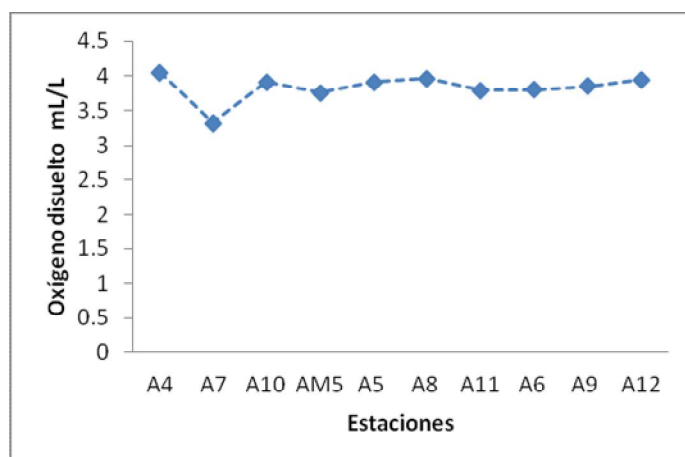
En toda el área de estudio la temperatura del fondo de la columna de agua se mantuvo alrededor de los 25°C (25.2-25.8°C); el valor promedio de oxígeno disuelto fue de 3.83 mL/L, con variaciones en un intervalo de 2.73 a 4.16 mL/L. La salinidad promedio del agua de fondo fue de 35.55 ups y, aunque la mayoría de los valores oscilaron entre 34.34 y 36.28 ups, se detectó un descenso importante de este factor ambiental en la estación P18 ubicada justo frente a la desembocadura del Río Papaloapan donde se registró un valor de 21.36 ups.

Río La Antigua

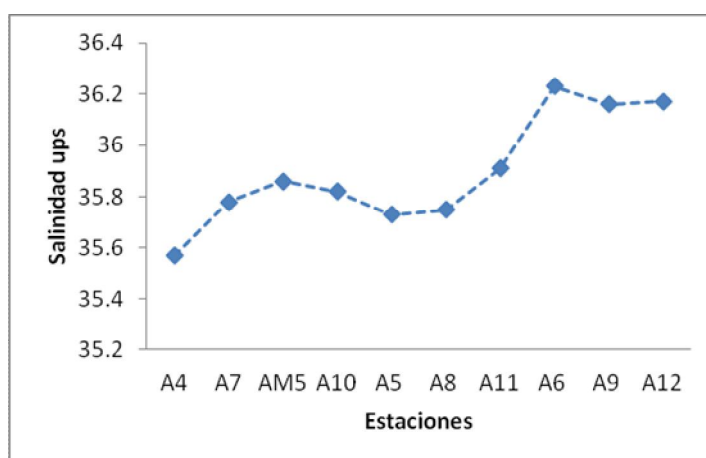
En la desembocadura de este río, las variaciones de temperatura oscilaron entre 25.2° y 25.6°. En las mediciones de oxígeno disuelto se registraron valores entre 3.79 y 4.05 mL/L (Fig.5), la excepción fue la estación A7, ubicada justo frente a la desembocadura, donde el valor de oxígeno disuelto disminuyó a 3.32 mL/L. En cuanto a la salinidad, se observó un aumento de 35.57 ups a 36.17 ups, conforme la profundidad y la distancia a la costa incrementaron.



a)



b)

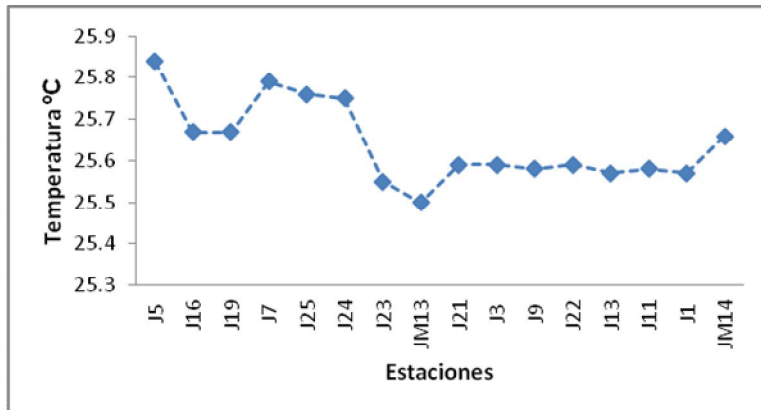


c)

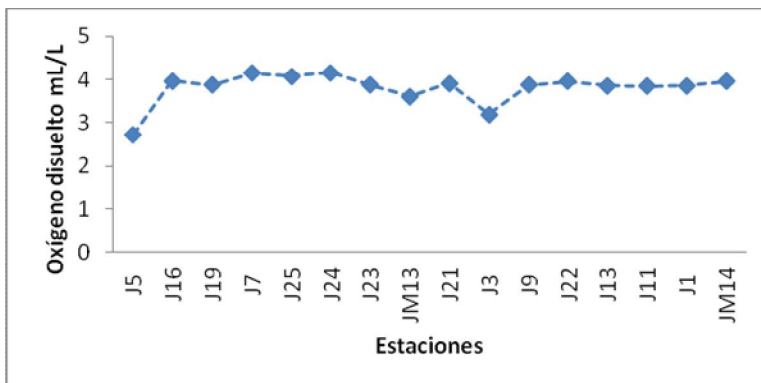
Figura 5.-Parámetros de fondo de: Temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y salinidad (c) en las estaciones A (ordenadas de menor a mayor profundidad).

Río Jamapa

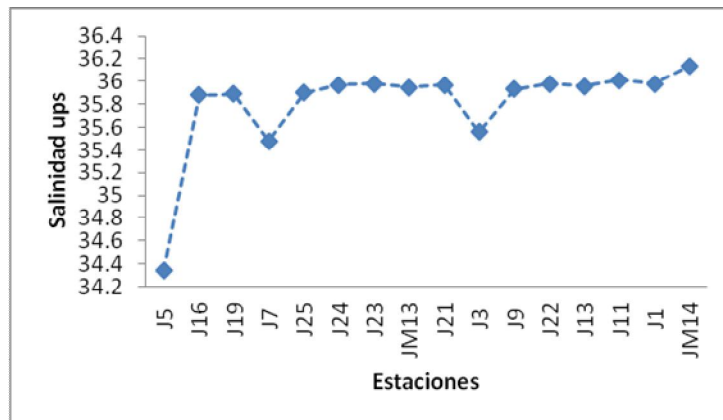
En la desembocadura de este río, el intervalo de variación de la temperatura fue de 25.5-25.8°C (Fig. 6). El oxígeno disuelto se mantuvo alrededor de los 4 mL/L en la mayoría de las estaciones; sin embargo, valores inferiores fueron registrados al noreste del río, en la estaciones J3 (2.73 mL/L) y J5 (3.19 mL/L). La salinidad registrada en la mayoría de las estaciones osciló entre 35.4 y 36.14 ups; y la excepción fue la estación J5, ubicada al norte del Río Jamapa donde se observó una disminución de la salinidad (34.34 ups).



a)



(b)



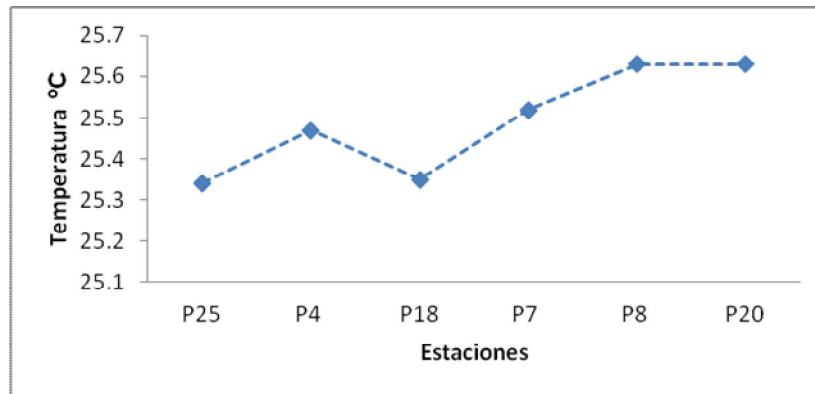
c)

Figura 6.- Parámetros de fondo de: Temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y salinidad(c) en las estaciones J (ordenadas de menor a mayor profundidad).

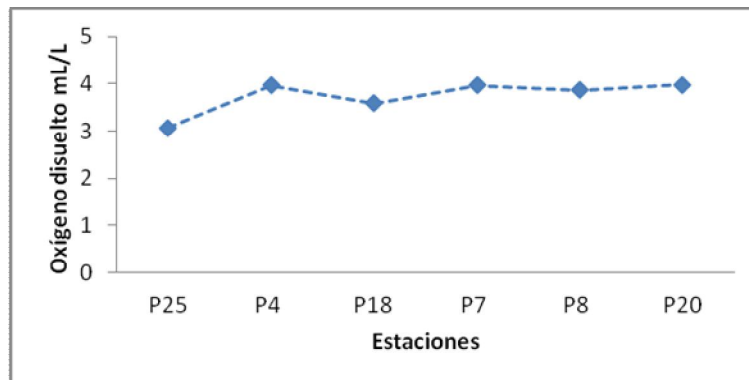
Río Papaloapan

En el caso de la desembocadura del Papaloapan, la temperatura se mantuvo alrededor de los 25.5° C. Los valores de oxígeno disuelto, fueron cercanos a 4 mL/L (Fig. 7); sin embargo, al igual que en La Antigua, se observó una

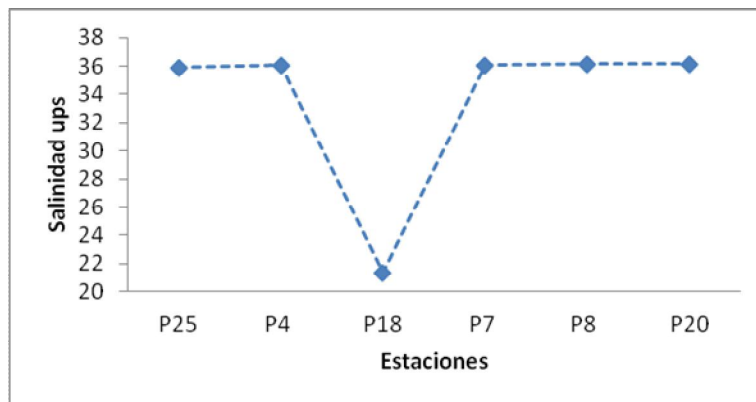
disminución en las estaciones más cercanas a la desembocadura del río (P18 y P25), donde también se observó un descenso importante en la salinidad (21.36 ups). En el resto de las estaciones, ésta se mantuvo alrededor de las 36 ups.



a)



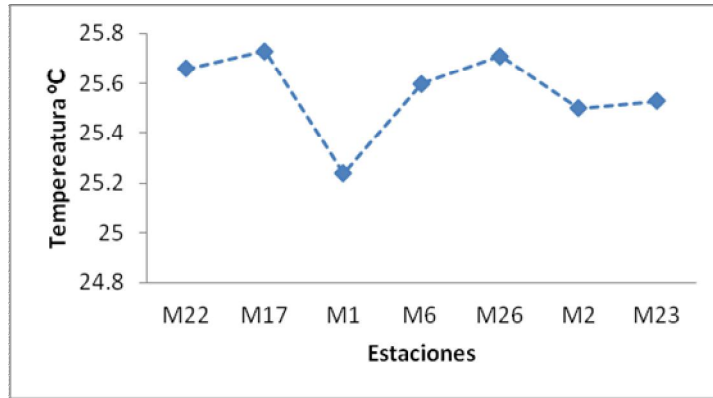
(b)



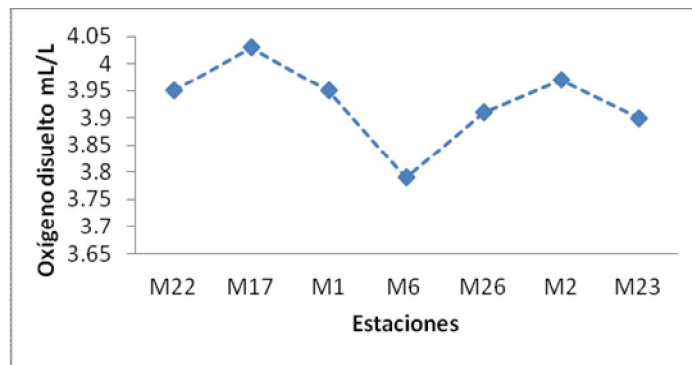
(c)

Figura 7.- Parámetros de fondo de: Temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y salinidad (c) en las estaciones P (ordenadas de menor a mayor profundidad).

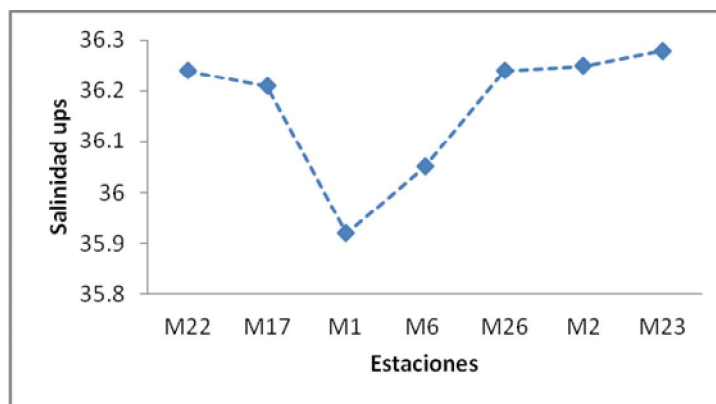
Por otra parte, en las estaciones ubicadas fuera de las desembocaduras de los ríos (M) se registraron mínimas variaciones en la temperatura (25.2-25.7°), oxígeno disuelto (3.79-4.03 mL/L) y salinidad (35.92-36.28 ups) (Fig. 8).



a)



b)



c)

Figura 8.- Parámetros de fondo de: Temperatura(a), oxígeno disuelto (b) y salinidad (c) de las estaciones de la plataforma continental (M) ordenadas de menor a mayor profundidad.

Inventario faunístico

En este estudio se recolectaron e identificaron 2009 ejemplares de poliquetos pertenecientes a 37 familias, 86 géneros y 159 especies de las cuales 24 son potencialmente nuevas para la ciencia (Tabla 4).

Tabla 4.- Lista sistemática de acuerdo con el orden filogenético propuesto por Rouse (2000) de los anélidos poliquetos de las descargas de los ríos que delimitan el SAV.

- Familia Capitellidae Grube, 1862
 - Dasybranchus lumbricoides* (Grube, 1878)
 - Dasybranchus lunulatus* Ehlers, 1887
 - Decamastus gracilis* Hartman, 1963
 - Leiocapitella* sp. A Ewing, 1984
 - Leiocapitella* sp. B Ewing, 1984
 - Mastobranchnus variabilis* Ewing, 1984
 - Mediomastus californiensis* Hartman, 1944
 - Notomastus americanus* Day, 1973
 - Notomastus daueri* Ewing, 1982
 - Notomastus hemipodus* Hartman, 1945
 - Notomastus lineatus* (Claparède, 1869)
 - Rashgua lobatus* (Hartman, 1947)
 - Notomastus tenuis* (Moore, 1909)
- Familia Opheliidae
 - Armandia maculata* (Webster, 1884)
- Familia Cossuridae Day, 1963
 - Cossura delta* Reish, 1958
- Familia Maldanidae Grube, 1867
 - Sabaco* sp.1
 - Clymenella torquata* (Leidy, 1855)
 - Euclymene* sp.
 - Sabaco elongatus* (Verrill, 1873)
 - Clymenella* sp.
- Familia Orbiniidae Hartman, 1957
 - Orbinia* sp. 1
 - Scoloplos* cf. *rubra* (Webster, 1879)
 - Scoloplos texana* Maciolek & Holland, 1978
 - Leodamas* sp. 1
- Familia Paraonidae Cerruti, 1909
 - Aricidea (Acmira) catherinae* Laubier, 1967
 - Aricidea (Acmira) cerrutii* Laubier, 1966
 - Aricidea (Acmira) rubra* Hartman, 1963
 - Aricidea (Acmira) simplex* Day, 1963
 - Aricidea (Allia) claudiae* Laubier, 1967
 - Aricidea (Allia) quadrilobata* Webster & Benedict, 1887

Continuación...

Aricidea (Allia) sp. 1
Aricidea (Acmira) lopezi Berkeley & Berkeley, 1956
Aricidea (Aricidea) fragilis Webster, 1879
Aricidea (Aricidea) longicirrata Hartmann-Schröder, 1965
Aricidea (Aricidea) sp. 1
Aricidea (Aricidea) wassi Pettibone, 1965
Cirrophorus branchiatus Ehlers, 1908
Cirrophorus furcatus (Hartman, 1957)
Cirrophorus lyra (Southern, 1914)
Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)
Levinsenia reducta (Hartman, 1965)
 Familia Scalibregmatidae
Scalibregma stenocerum (Bertelsen & Weston, 1980)
 Clado Palpata
 Aciculata
 Eunicida *sensu stricto*
 Familia Lumbrineridae Malmgren, 1867
Lumbrinerides crassicephala Hartman, 1965
Lumbrineris cingulata Ehlers, 1897
Lumbrineris sp. 1
Lumbrineris sp. 2
Lumbricalus januarii (Grube, 1878)
Ninoe vargasi Carrera-Parra, 2001
Scoletoma ernesti (Perkins, 1979)
Scoletoma tenuis (Verrill, 1873)
Scoletoma verrilli (Perkins, 1979)
 Familia Oeonidae Kinberg, 1865
Arabella (Arabella) iricolor (Montagu, 1804)
Dylonereis longa Webster, 1879
 Familia Eunicidae
Marphysa cf. *disjuncta* Hartman, 1961
Marphysa cf. *belli* (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
 Familia Onuphidae Kinberg, 1865
Diopatra cuprea (Bosc, 1802)
Diopatra cf. *papillata* Fauchald, 1968
Diopatra tridentata Hartman, 1944
Diopatra neotridens Hartman, 1944
Hyalinoecia tubicola (O.F. Müller, 1776)
Kinbergonuphis cf. *orenzansi* (Fauchald, 1982)
Kinbergonuphis simoni (Santos, Day & Rice, 1981)
Kinbergonuphis sp.1
Onuphis eremita oculata Hartman, 1951
 Amphinomida *sensu stricto*
 Familia Amphinomidae Lamarck, 1818
Chloeia viridis Schmarda, 1861

Continuación...

Eurythoe sp.

Linopherus canariensis Langerhans, 1881

Phyllodocida

Familia Eulepethidae Chamberlin, 1919

Grubeulepis augeneri Pettibone, 1969

Grubeulepis cf. augeneri Pettibone, 1969

Grubeulepis ecuadorensis Pettibone, 1969

Grubeulepis mexicana (Berkeley & Berkeley, 1939)

Grubeulepis sp. A Uebelacker 1984

Familia Glyceridae Grube, 1850

Glycera americana Leidy, 1855

Glycera oxycephala Ehlers, 1887

Glycera brevicirris Grube, 1870

Glycera tessellata Grube, 1863

Hemipodus roseus (Blainville in Quatrefages, 1866)

Familia Goniadidae Kinberg, 1966

Goniadides carolinae Day, 1973

Goniada littorea Hartman 1950

Goniada maculata Örsted, 1843

Ophiogoniada Iyra (Granados-Barba & Solis-Weiss, 1997)

Familia Hesionidae

Podarkeopsis brevipalpa (Hartmann-Schröder, 1959)

Familia Nephtyidae Grube, 1850

Aglaophamus sp. 1

Aglaophamus verrilli (McIntosh, 1885)

Nephtys incisa Malmgren, 1865

Nephtys simoni Perkins, 1980

Nephtys sp. 1

Nephtys squamosa Ehlers, 1887

Familia Nereididae Johnston, 1851

Ceratocephale oculata Banse, 1977

Ceratonereis irritabilis (Webster, 1879)

Ceratonereis sp. 1

Neanthes micromma Harper, 1979

Rullierinereis mexicana (Treadwell, 1942)

Websterinereis tridentata (Webster, 1880)

Neanthes spp.

Familia Phyllodocidae Orsted, 1843

Paranaitis gardineri Perkins 1984

Eumida sp.1

Mystides borealis Théel, 1879

Eteone sp.1

Familia Pilargidae Saint-Joseph, 1899

Ancistrotyllis sp. 1

Litocorsa antennata Wolf, 1986

Continuación...

Sigambra tentaculata (Treadwell, 1941)

Synelmis cf. *albini* (Langerhans, 1881)

Familia Polynoidae

Lepidasthenia varius Treadwell, 1917

Familia Sigalionidae Malmgren, 1867

Sthenelais sp. A Wolf, 1984

Sthenelais boa (Johnston, 1833)

Sthenelais sp. 1

Sthenolepis sp. A Wolf, 1984

Thalenessa sp. A (Berkeley & Berkeley, 1939)

Familia Sphaerodoridae

Sphaerodoropsis vittori Kudenov, 1987

Familia Syllidae Grube, 1850

Paraehlersia sp. 1

Syllis botosaneanui (Hartmann-Schröder, 1973)

Syllis hyalina Grube, 1863

Canalipalpata

Sabellida

Familia Oweniidae

Owenia sp. A Milligan, 1984

Myriowenia sp. A Milligan, 1984

Familia Sabellariidae

Sabellaria sp. A Uebelacker, 1984

Familia Sabellidae Malmgren, 1866

Indeterminable

Spionida

Familia Spionidae Grube, 1850

Apoprionospio dayi Foster, 1969

Laonice cirrata (Sars, 1851)

Malacoceros indicus (Fauvel, 1928)

Paraprionospio yokoyamai Delgado-Blas, 2004

Prionospio (*M.*) cf. *cirrifera* Wirén, 1883

Prionospio (*M.*) *delta* (Hartman, 1965)

Prionospio (*M.*) *multibranchiata* Berkeley, 1927

Prionospio (*M.*) sp. 1

Prionospio (*M.*) sp. 2

Prionospio (*M.*) sp. 3

Prionospio (*M.*) sp.4

Prionospio (*P.*) *dubia* Day, 1961

Prionospio (*P.*) sp.1

Spiophanes bombyx (Claparède, 1870)

Spiophanes duplex (Chamberlin, 1919)

Familia Magelonidae Cunningham & Ramaje 1888

Magelona pettiboneae Jones, 1963

Continuación...

Magelona pitelkai Hartman, 1944
Magelona polydentata Jones, 1963
Magelona riojai Jones, 1963
Magelona sp. B
Magelona sp. C
Magelona sp. G
Magelona sp. J
Magelona sp. K
Magelona sp. L
Meredithia uebelackerae Hernández-Alcántara & Solís-Weiss, 2000
 Familia Poecilochaetidae
Poecilochaetus johnsoni Hartman, 1939
 Familia Chaetopteridae
Chaetopterus variopedatus Cuvier, 1827
 Terebellida
 Familia Ampharetidae Malmgren, 1866
Ampharete sp.
Isolda pulchella Müller in Grube, 1858
Sosane sulcata Malmgren, 1866
 Familia Cirratulidae Ryckholt, 1851
Aphelochaeta sp. 1
Aphelochaeta sp. 2
Caulleriella cf. *alata* (Southern, 1914)
Chaetozone sp. D
Chaetozone sp. B
Monticellina baptistae Blake, 1991
Monticellina dorsobranchialis (Kirkegaard, 1959)
Monticellina sp. 1
Tharyx cf. *annulosus* Hartman, 1965
Familia Pectinariidae
Pectinaria gouldii (Verrill, 1874)
 Familia Sternaspidae Carus, 1863
Sternaspis scutata Ranzani, 1817
 Familia Terebellidae Grube, 1850
Pista sp. 1
Lysilla sp. B
 Pista sp.2
Polycirrus cf. *plumosus* (Wollebaek, 1912)
Polycirrus denticulatus Saint-Joseph, 1894
 Familia Trichobranchidae Malmgren, 1866
Terebellides cf. *lanai* Solís-Weiss, Fauchald & Blankenstein, 1991

Índice de valor biológico

Las especies con mayor importancia regional fueron: el lumbrinérico *Scoletoma verrilli* (IVB=228), seguido por el espionido *Paraprionospio yokoyamai* (IVB=203) (Tabla 5), las cuales representaron respectivamente el 11.63% y el 9.7% del total de la fauna. Ambas especies fueron las más abundantes y frecuentes (69.23 y 64.1%) al distribuirse en 24 de las 39 estaciones muestreadas.

En términos del IVB, teóricamente, si una especie fuera dominante en todas las estaciones de muestreo alcanzaría un valor máximo de 390. Aunque *S. verrilli* y *P. yokoyamai* fueron las especies con mayor frecuencia y densidad, estuvieron ausentes en algunas zonas del área de estudio. Ambas especies predominaron básicamente en las estaciones someras de las desembocaduras de los ríos La Antigua y Jamapa, mientras que en la desembocadura del Río Papaloapan y en las estaciones de mayor profundidad estuvieron ausentes, (50-70 m) ó se registraron bajas densidades (inferiores a 10 orgs./m² por estación).

Tabla 5.- Especies importantes según el IVB.

	Especies	IVB	Frecuencia de aparición %	Densidad (orgs./m ²)	Densidad (%)
1	<i>Scoletoma verrilli</i>	228	69.23	1290	11.63
2	<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	203	64.1	1072.5	9.67
3	<i>lumbrineris cingulata</i>	123	48.71	210	1.89
4	<i>Cossura delta</i>	119	46.15	515	4.64
5	<i>Magelona sp. L</i>	117	51.28	285	2.57
6	<i>Aglaophamus verrilli</i>	114	38.46	567.5	5.12
7	<i>Notomastus americanus</i>	109	48.71	240	2.165
8	<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	101	41.02	270	2.436
9	<i>Orbinia sp. 1</i>	95	35.8	400	3.60
10	<i>Sthenelais sp. A</i>	93	41.02	190	1.714
11	<i>Terebellides cf. lanai</i>	89	43.58	157.5	1.421
12	<i>Owenia sp. A</i>	89	35.89	430	3.879
13	<i>Kinbergonuphis sp. 1</i>	78	28.2	110	0.992
14	<i>Sthenolepis sp. A</i>	76	28.2	145	1.308
15	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	71	35.89	120	1.082
16	<i>Notomastus daueri</i>	68	30.76	87.5	0.789
17	<i>Glycera oxycephala</i>	65	20.51	115	1.037
18	<i>Magelona sp. G</i>	64	30.76	170	1.533
19	<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	63	30.76	247.5	2.233

Continuación...

	Especies	IVB	Frecuencia de aparición %	Densidad (orgs./m ²)	Densidad (%)
20	<i>Scoletoma ernesti</i>	61	28.2	105	0.947
21	<i>Diopatra tridentata</i>	60	25.64	90	0.812

Otras especies con cierta importancia fueron: *Lumbrineris cingulata*, *Cossura delta*, *Magelona* sp. L, *Aglaophamus verrilli*, *Notomastus americanus*, *Kinbergonuphis* cf. *orenzansi*, *Orbinia* sp. 1, *Sthenelais* sp. A, *Terebellides* cf. *lanai* y *Owenia* sp. A, las cuales presentaron densidades aún menores, a las dos especies dominantes pero fueron frecuentes en el área de estudio.

Categorización ecológica

Nivel regional

Se realizó un análisis de Olmstead-Tukey a nivel regional para todas las estaciones del área de estudio y adicionalmente se realizaron tres análisis locales, incluyendo sólo las estaciones agrupadas en las desembocaduras de los ríos y un análisis más con el resto de las estaciones de muestreo, con la finalidad de obtener las especies más importantes en las desembocaduras de los ríos La Antigua (A), Jamapa (J) y Papalopan (P), y en el resto de la plataforma continental (M).

En toda la zona de estudio se observaron 21 especies dominantes (Fig. 9) que representan el 61.7% de toda la fauna recolectada, siendo *Scoletoma verrilli* la especie con mayor frecuencia (69.2%) y densidad (1290 orgs./m²), seguida por *Paraprionospio yokoyamai* con una frecuencia de 64.1 % y una densidad de 1072.5 orgs./m² (Tabla 10). En el resto de las especies se registraron densidades notoriamente menores; sin embargo, fueron importantes en términos de frecuencia con un intervalo de 25.6-51.2%.

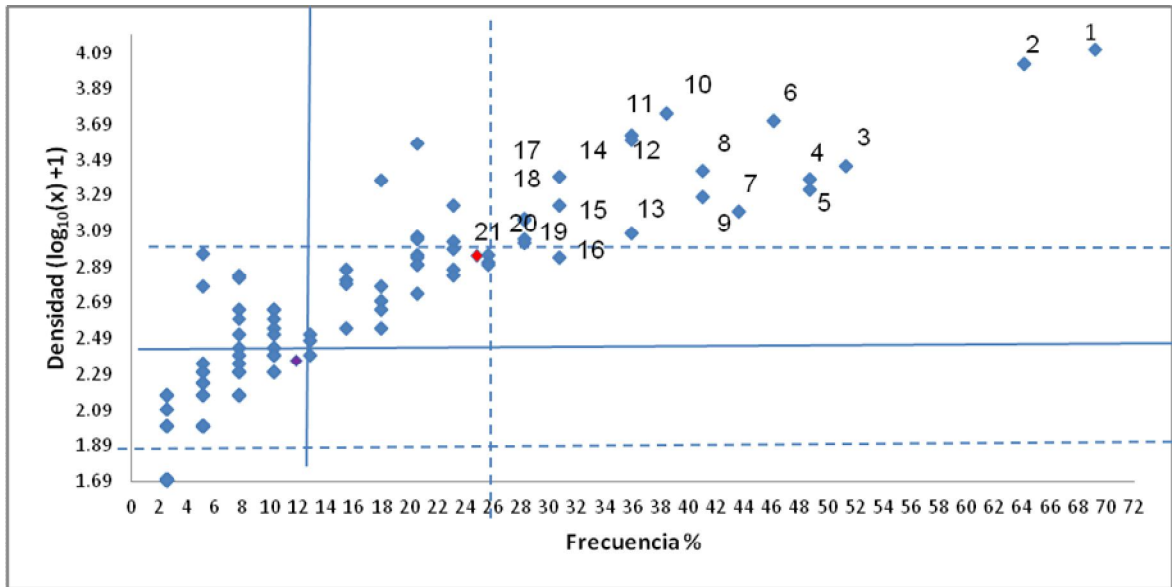


Figura 9.- Diagrama de la prueba de asociación de Olmsted-Tukey para la fauna del área de estudio.

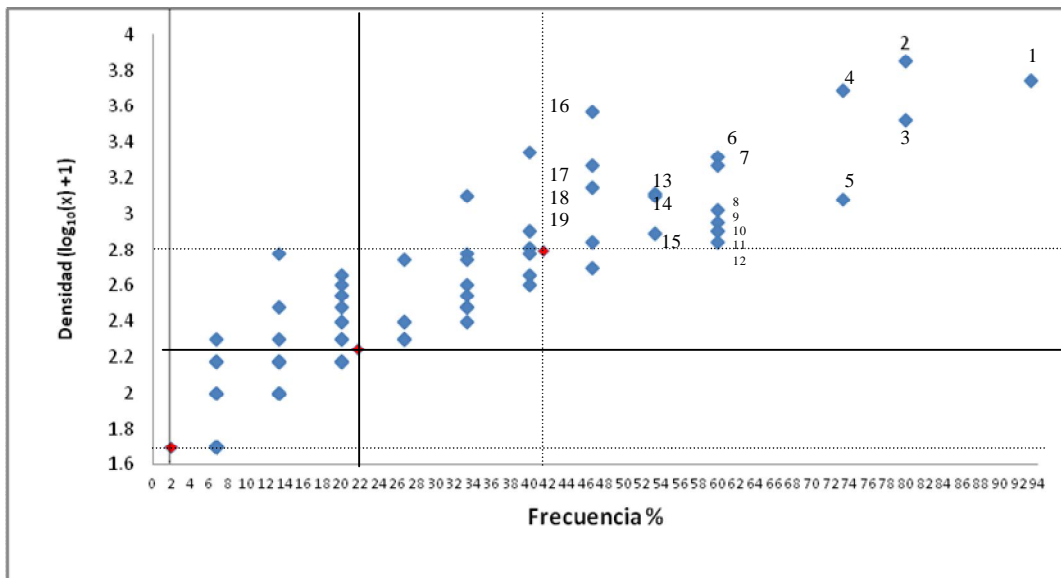
Tabla.-10 Lista de especies dominantes con base en el diagrama de Olmsted-Tukey para la fauna de toda el área de estudio.

	Especie	Frecuencia %	Densidad (orgs./m ²)
1	<i>Scoletoma verrilli</i>	69.23	1290
2	<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	64.1	1072.5
3	<i>Magelona sp. L</i>	51.28	285
4	<i>Notomastus americanus</i>	48.71	240
5	<i>Lumbrineris cingulata</i>	48.71	210
6	<i>Cossura delta</i>	46.15	515
7	<i>Terebellides cf. lanai</i>	43.58	157.5
8	<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	41.02	270
9	<i>Sthenelais sp. A</i>	41.02	190
10	<i>Aglaophamus verrilli</i>	38.46	567.5
11	<i>Owenia sp. A</i>	35.89	430
12	<i>Orbinia sp. 1</i>	35.89	400
13	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	35.89	120
14	<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	30.76	247.5
15	<i>Magelona sp. G</i>	30.76	170
16	<i>Notomastus daueri</i>	30.76	87.5
17	<i>Sthenolepis sp. A</i>	28.2	145
18	<i>Mediomastus californiensis</i>	28.2	142.5
19	<i>Kinbergonuphis sp.1</i>	28.2	110
20	<i>Scoletoma ernesti</i>	28.2	105
21	<i>Diopatra tridentata</i>	25.64	90

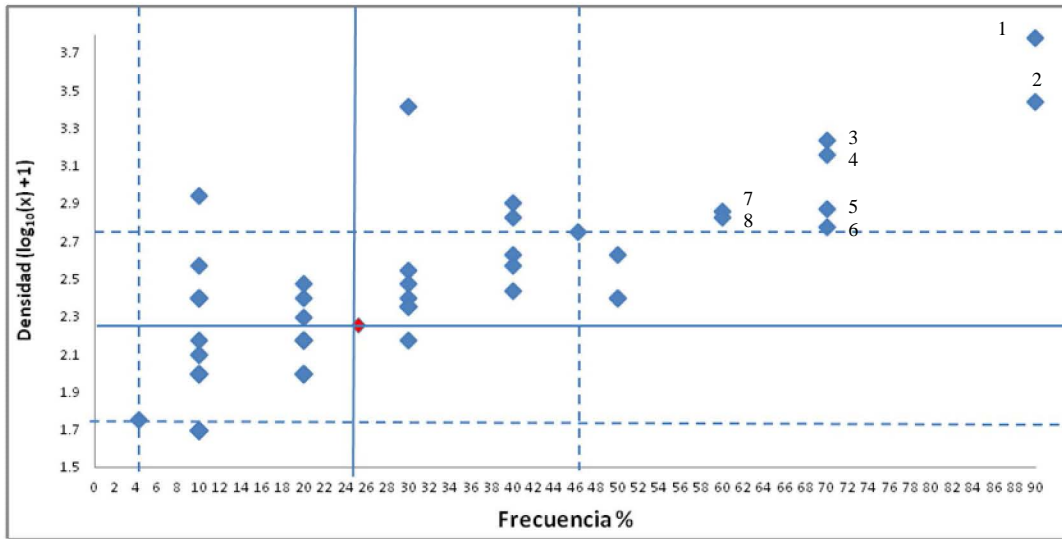
Nivel local

De acuerdo con los análisis de Olmsted-Tukey realizados a nivel local (Fig. 10), el mayor número de especies dominantes se registró en el Río Jamapa con 19 especies. El río La Antigua y la zona de plataforma se registraron ocho y siete especies respectivamente, mientras que en el Río Papaloapan sólo se registraron tres especies dominantes.

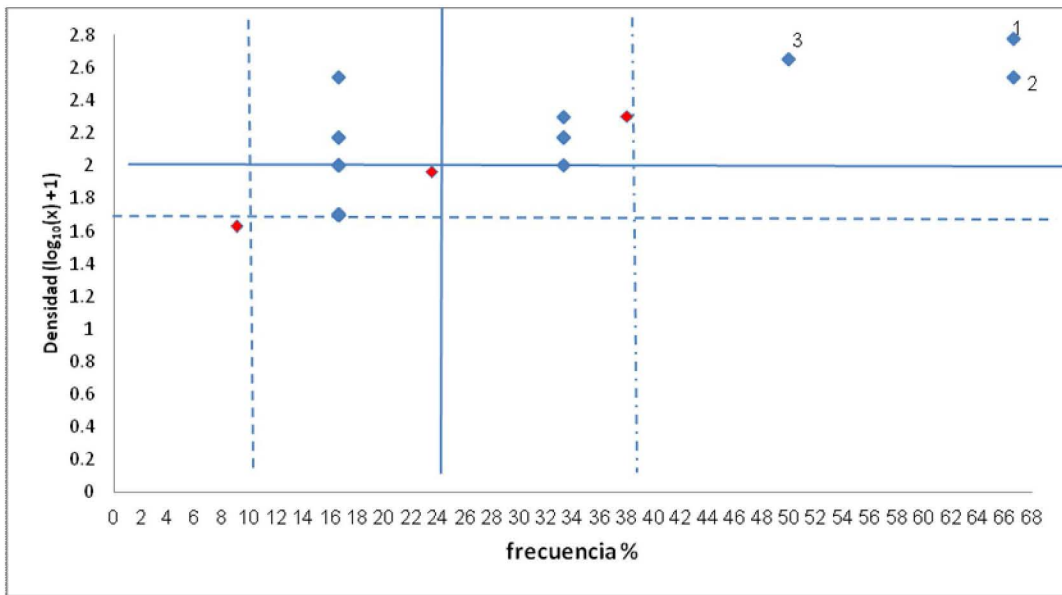
En general, se observaron especies comunes (Tabla 11) entre la fauna distribuida en las desembocaduras de los ríos (A, J y P) y la de las estaciones de la plataforma continental (M); sin embargo, algunas especies sólo fueron dominantes en una sola zona, es el caso de: *Nephtys incisa* que fue dominante en la zona de plataforma; *Notomastus tenuis* y *N. hemipodus* en el Río Jamapa; y *Glycera oxycephala* y *Apiopronospio dayi* en el Río Papaloapan. Únicamente en la desembocadura del río La Antigua no se registraron especies características de esta zona, ya que todas las especies dominantes de este río también se distribuyeron en el resto del área de estudio.



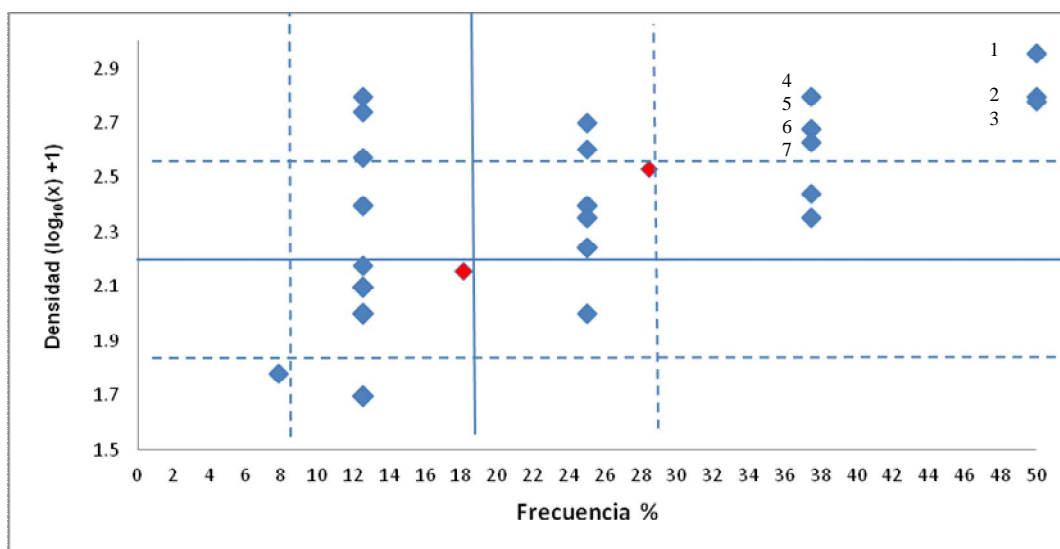
a)



b)



c)



d)

Figura 10.- Diagrama de Olmsted-Tukey para las estaciones de la desembocadura del Río Jamapa(a); La Antigua (b); Papaloapan (c) y de la Plataforma continental (d).

Tabla 11.- Especies categorizadas como dominantes a nivel local para cada desembocadura de río y para la plataforma continental de acuerdo con el análisis de Olmsted-Tukey.

JAMAPA (J)			
Especie	Frecuencia%	Densidad (orgs./m ²)	
1	<i>Scoletoma verrilli</i>	93.33	552.5
2	<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	80	705
3	<i>Orbinia sp. 1</i>	80	332.5
4	<i>Aglaophamus verrilli</i>	73.33	487.5
5	<i>Terebellides cf. lanai</i>	73.3	120
6	<i>Cossura delta</i>	60	205
7	<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	60	185
8	<i>Sthenelais sp. A</i>	60	105
9	<i>Lumbrineris cingulata</i>	60	90
10	<i>Mediomastus californiensis</i>	60	80
11	<i>Magelona sp. L</i>	60	80
12	<i>Notomastus tenuis</i>	60	70
13	<i>Magelona sp. G</i>	53.33	130
14	<i>Notomastus americanus</i>	53.33	125
15	<i>Scoletoma ernesti</i>	53.33	77.5
16	<i>Owenia sp. A</i>	46.66	370
17	<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	46.66	185
18	<i>Notomastus hemipodus</i>	46.66	140
19	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	46.66	70
LA ANTIGUA (A)			
1	<i>Scoletoma verrilli</i>	90	602.5
2	<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	90	277.5
3	<i>Cossura delta</i>	70	172.5

Continuación...

	Especie	Frecuencia%	Densidad (orgs./m ²)
4	<i>Magelona sp. L</i>	70	145
5	<i>Kinbergonuphis sp. 1</i>	70	75
6	<i>Owenia sp. A</i>	70	60
7	<i>Sthenolepis sp. A</i>	60	72.5
8	<i>Notomastus americanus</i>	60	67.5
PAPALOAPAN (P)			
1	<i>Glycera oxycephala</i>	66.66	60
2	<i>Lumbrineris cingulata</i>	66.66	35
3	<i>Apoprionospio dayi</i>	50	45
PLATAFORMA CONTINENTAL (M)			
1	<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	50	90
2	<i>Nephtys incisa</i>	50	62.5
3	<i>Magelona sp. L</i>	50	60
4	<i>Scoletoma verrilli</i>	37.5	130
5	<i>Sthenolepis sp. A</i>	37.5	62.5
6	<i>Sthenelais sp. A</i>	37.5	47.5
7	<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	37.5	42.5

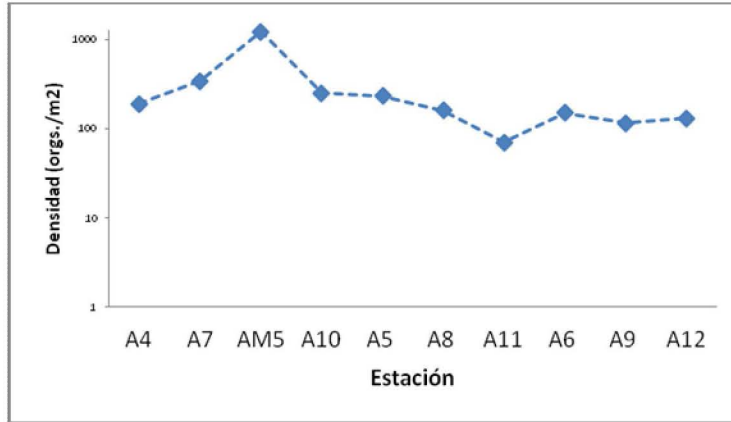
Densidad

La densidad promedio de organismos en el área de estudio fue de 284 orgs./m², con un valor mínimo de 30 orgs./m² registrado en la desembocadura del Río Papaloapan en la estación P20, a 24 m de profundidad, y un máximo de 1213 orgs./m², a 27 m de profundidad, frente al río La Antigua (AM5). En este último, se observó una tendencia de disminución de la densidad conforme la distancia a la costa y la profundidad incrementaron (Fig11).

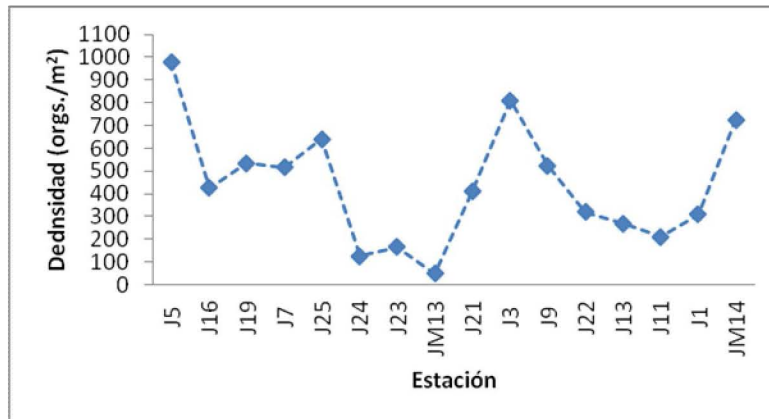
Para el caso de la desembocadura del Río Jamapa, la densidad promedio de organismos por estación de muestreo fue de 438 orgs./m² y la distribución de la densidad de organismos fue heterogénea. En las estaciones más someras y cercanas a la desembocadura la densidad se mantuvo en un intervalo de 425-640 orgs./m², al noreste del río (J3 y J5) alcanzó valores máximos (810-980 orgs./m²) y hacia el sureste (J23 y J24) valores mínimos de (125-165 orgs./m²).

En las estaciones ubicadas en la desembocadura del Río Papaloapan, como ya se mencionó anteriormente, se registraron las densidades más bajas de toda el área de estudio (30-105 orgs./m²), con una tendencia de incremento de la boca del río hacia el noreste del mismo.

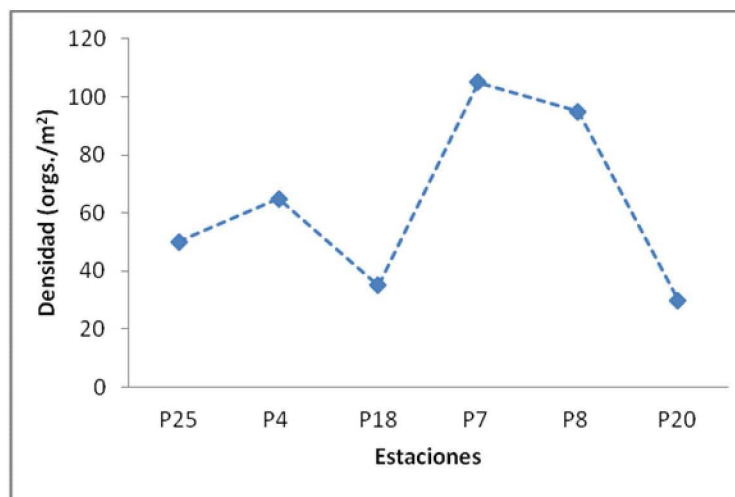
En las estaciones de la plataforma continental (M), en general se observaron densidades inferiores a 200 orgs./m² con excepción de la estación M1 ubicada al norte de la desembocadura del río La Antigua a 42 m de profundidad.



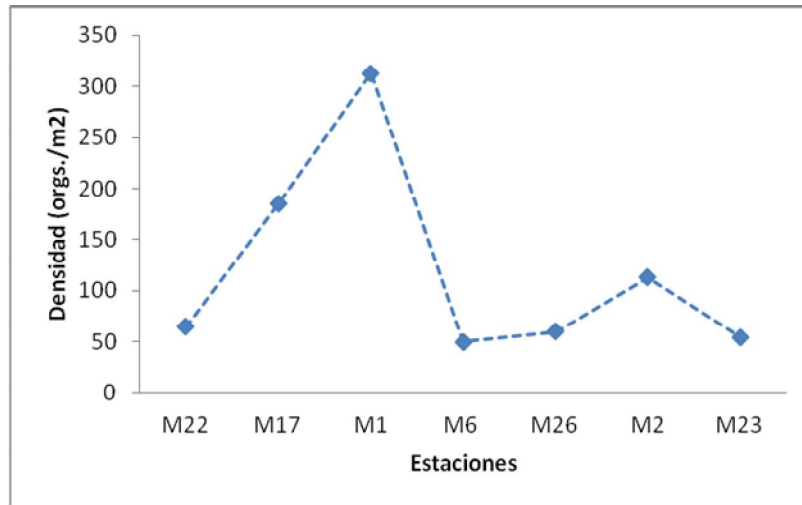
a)



b)



c)



d)

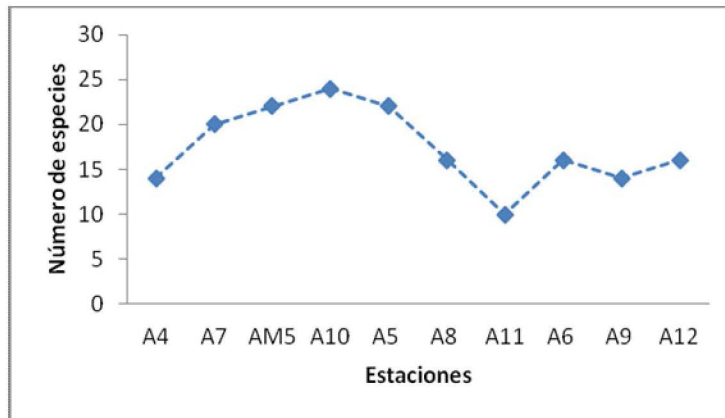
Figura 11.- Densidad de orgs./m² en las estaciones ubicadas en las desembocaduras de los ríos La Antigua (A); Jamapa(B); Papaloapan (C) y plataforma continental (M) (ordenadas de menor a mayor profundidad).

Riqueza de especies

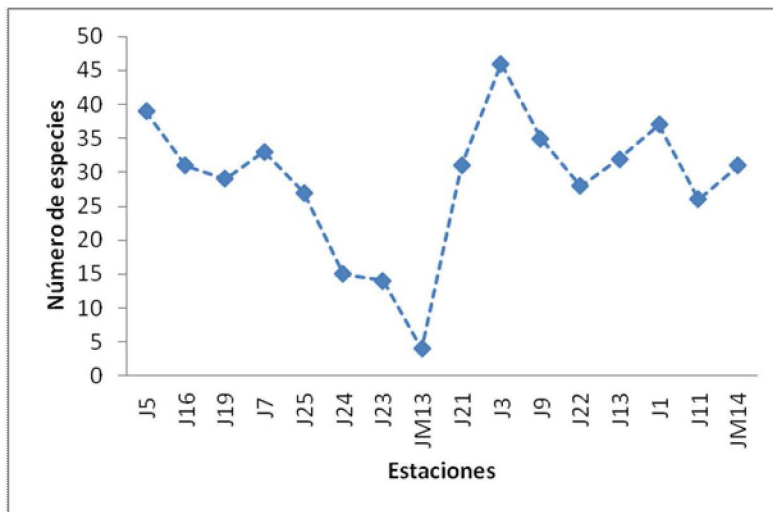
En general, en toda el área de estudio se observó que la riqueza de especies disminuyó cuando la profundidad fue superior a 50 m, con excepción de la estación JM13 (4 spp.), cuya profundidad fue de 25 m (Fig.12). Los valores más bajos de riqueza específica se registraron en estaciones ubicadas en la desembocadura del Río Papaloapan, con un intervalo de 3-12 especies por estación. La mayor riqueza específica (46 spp.) se registró en la estación J3 ubicada en el noreste del Río Jamapa, donde particularmente se observó un incremento en la riqueza de especies, mientras que en la zona opuesta del sureste este factor biológico disminuyó, independientemente de la profundidad.

En la desembocadura del río La Antigua, con excepción de la estación A4, la mayor riqueza específica se observó en estaciones cercanas a la costa (cuando la profundidad fue menor a 31 m), donde se registraron entre 20 y 24 especies; sin embargo, cuando la profundidad y la lejanía a la costa aumentó, el número de especies disminuyó.

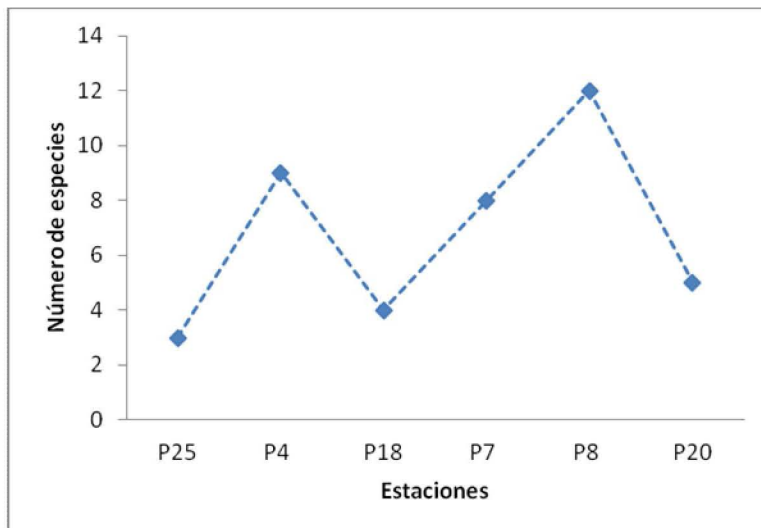
Para el resto de las estaciones de la plataforma, con excepción de la estación M17 (19 spp.) ubicada entre la zona arrecifal, se registraron menos de nueve especies por estación.



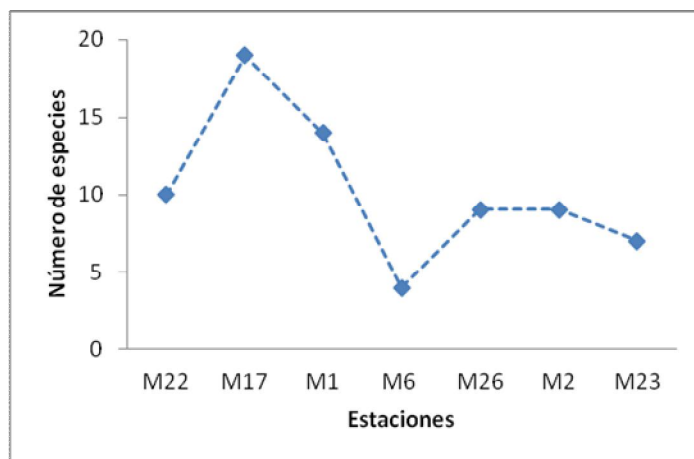
a)



b)



c)



d)

Figura 12.- Riqueza de especies en las estaciones ubicadas en las desembocaduras de los ríos La Antigua a); Jamapa b); Papaloapan c) y plataforma continental (M) (ordenadas de menor a mayor profundidad).

Índice de diversidad

Los valores de diversidad en general fueron superiores a 3 alcanzando, incluso, valores cercanos a 5 en algunas localidades de la desembocadura del río Jamapa (J1, J3 y J13) (Fig. 13). Asimismo, los valores de equidad fueron altos, siendo superiores a 0.7 en todas las estaciones, y alcanzando el valor máximo de 1, en las estaciones M2, M6 y JM13. De esta manera, los cambios en la diversidad estuvieron dados principalmente por las variaciones en la riqueza específica, ya que los individuos se encontraban distribuidos en forma equitativa entre las especies.

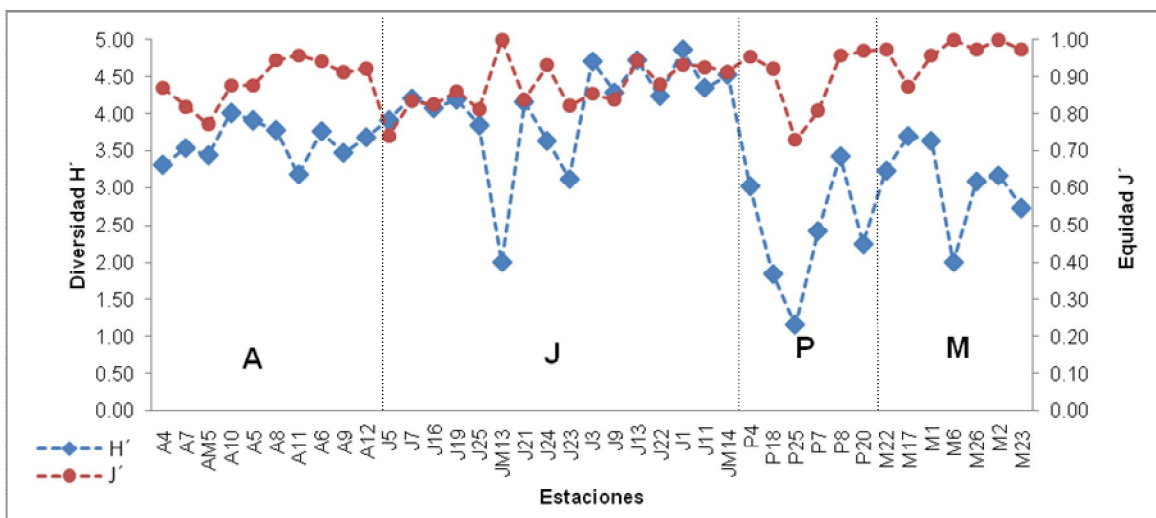


Figura 13.- Diversidad H' y equidad en las estaciones de muestreo (ordenadas de menor a mayor profundidad). A= Antigua; J=Jamapa; P=Papaloapan; M= Plataforma continental.

Para observar mejor los cambios en la diversidad, se promediaron los valores de H' por estratos de profundidad en cada desembocadura de río. En La Antigua, puede observarse un ligero incremento en la diversidad, la cual varió del estrato I al III de 3.58 a 3.64 (Tabla 12).

Tabla12.- Valores de diversidad promedio por estratos de profundidad en la desembocadura del río La Antigua.

Estrato	Estación	profundidad	H'
I	A4	20	3.31
I	A7	22	3.54
I	AM5	27	3.44
I	A10	28	4.02
Promedio		24.25	3.58
II	A5	31	3.91
II	A8	32	3.78
II	A11	35	3.18
Promedio		32.67	3.62
III	A6	38	3.76
III	A9	40	3.47
III	A12	41	3.69
Promedio		39.67	3.64

En el Río Jamapa, se registraron los valores más altos de diversidad de toda el área de estudio y, al igual que en el caso de La Antigua, se observó un incremento discreto del estrato de profundidad I-III, de 4.05 a 4.61 (Tabla 13). Para poder visualizar mejor los cambios en la diversidad, se omitió la estación JM13, en la cual se registró una diversidad de H' = 2.

Tabla 13.- Valores de diversidad promedio por estratos de profundidad en la desembocadura del Río Jamapa.

Estrato	Estación	Profundidad	H'
I	J5	17	3.92
I	J7	19	4.205
I	J16	18	4.081
I	J19	18	4.181
I	J25	19	3.855
Promedio		18.2	4.0484
II	J21	25	4.155
II	J24	23	3.639

Continuación...

Estrato	Estación	Profundidad	H'
II	J23	24	3.127
II	J3	26	4.713
II	J9	27	4.289
II	J13	28	4.715
II	J22	27	4.23
Promedio		25.7	4.124
III	J1	34	4.861
III	J11	31	4.35
III	JM14	43	4.521
Promedio		36	4.5

En el Papaloapan se registraron los valores más bajos de diversidad del área de estudio; sin embargo, es perceptible el incremento en la diversidad promedio entre los estratos I y II (Tabla 14).

Tabla14.- Valores de diversidad promedio por estratos de profundidad en la desembocadura del Río Papaloapan.

Estrato	Estación	profundidad	H'
I	P4	18	3.027
I	P18	18	1.842
I	P25	17	1.157
Promedio		17.67	2.01
II	P7	20	2.426
II	P8	21	3.432
II	P20	24	2.252
Promedio		21.67	2.70

En las estaciones más alejadas de la costa y de las desembocaduras de los ríos, la tendencia de la diversidad fue a disminuir conforme se incrementaba la profundidad (Tabla 15), mientras que la equidad mostró una tendencia inversa. Los valores de equidad fueron superiores a 0.8, alcanzando valores de 1, en las estaciones M2 y M6; no obstante, en esta última también se registró el valor más bajo de diversidad ($H'=2$).

Tabla 15.- Valores de diversidad promedio por estratos de profundidad en las estaciones de plataforma continental (M).

Estrato	Estación	Profundidad	H'	J'
I	M22	31	3.24	0.98
I	M17	33	3.71	0.87
Promedio		32	3.47	0.92
II	M1	42	3.64	0.96
II	M6	51	2	1
II	M26	55	3.09	0.97
Promedio		49.33	2.91	0.98
III	M2	70	3.17	1.00
III	M23	72	2.73	0.97
Promedio		71	2.95	0.99

Dominancia

Con base en el coeficiente simple de dominancia (CSD), las especies que dominaron en cada estación de muestreo, alcanzaron valores alrededor del 30%, con la excepción de la estación P25 en la desembocadura del Río Papaloapan donde el neréidido *Neanthes micromma* representó el 70% de la fauna de esa localidad (ver Anexo I). Fuera del grupo de estaciones cercanas a las desembocaduras de los ríos, no es clara la dominancia de una sola especie, ya que se registraron grupos de tres a cinco especies con el mismo valor del CSD en una misma estación de muestreo.

En la desembocadura del río La Antigua se registraron cuatro especies dominantes, las cuales fueron: *S. verrilli* (A4, A5, AM5 y A9) *P. yokoyamai* (A7, A8 y A10), ambas distribuidas en los diferentes estratos de profundidad. Por otra parte, *Sthenolepis* sp. A, sólo se localizó en la estación A11 y *Cossura delta* (A6 y A12) sólo en el estrato más alejado de la costa. Si bien estas especies dominaron por alcanzar el porcentaje más alto del CSD en una estación determinada, en el resto de las estaciones puede observarse la presencia de estas mismas especies en segundo o tercer lugar de dominancia.

En la desembocadura del Río Jamapa, se registraron nueve especies dominantes, de las cuales *A. verrilli* dominó en las estaciones más cercanas a la desembocadura del río (J16 y J19), *P. yokoyamai* en la zona sureste (J21 y J25), mientras que *S. verrilli* fue la especie dominante más común,

distribuyéndose en seis estaciones al norte de la desembocadura (J3, J7, JM13, J9, J13 y J11). Al igual que en el río La Antigua, estas tres especies junto con *Cossura delta*, y *Orbinia* sp. 1, pertenecen a un grupo de especies que se distribuyeron en toda la desembocadura, ocupando los primeros lugares de dominancia.

Por último, en el caso de la desembocadura del Río Papaloapan, en cada una de las estaciones dominó una especie distinta. Particularmente, en las dos estaciones más cercanas a la desembocadura del río (P18 y P25) *Meredithia uebelackerae* y *Neanthes micromma* se registraron los valores más altos del CSD de toda el área de estudio con 42.8% y 70%, respectivamente. A diferencia de lo ocurrido con la fauna de las desembocaduras de los ríos La Antigua y Jamapa, en el Papaloapan, prácticamente no hay especies comunes entre las estaciones de muestreo y en conjunto, la fauna de este río tampoco presentó especies dominantes comunes con los otros dos ríos.

Afinidades faunísticas y análisis de ordenación

Con la finalidad de entender mejor las afinidades faunísticas en las estaciones de muestreo, se realizó un análisis de similitud y de ordenación (NMDS) considerando sólo las estaciones ubicadas en las desembocaduras de los ríos, así como uno más para el resto de las estaciones de la plataforma continental.

En la desembocadura de La Antigua, se formaron dos agrupamientos faunísticos (Fig. 14), un Grupo A con estaciones que caracterizan a la zona somera y cercana a la desembocadura, en el que *P. yokoyamai*, *Magelona* sp. L., *Notomastus americanus*, *S. verrilli* y *Prionospio* (*P.*) *dubia* contribuyen con un 51.71% para su conformación y un Grupo B, con estaciones de la zona profunda y alejada de la costa en el que *S. verrilli*, *Kinbergonuphis* sp. 1 y *Owenia* sp. A contribuyen con un 53.54% para su conformación (Tabla 16).

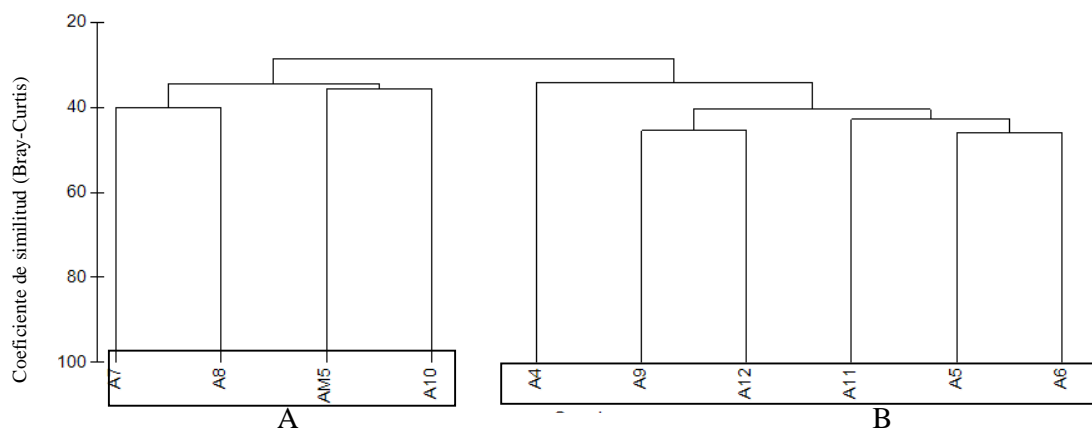


Figura 14.- Agrupamientos de la desembocadura del río La Antigua con base en la densidad de organismos (orgs./m²).

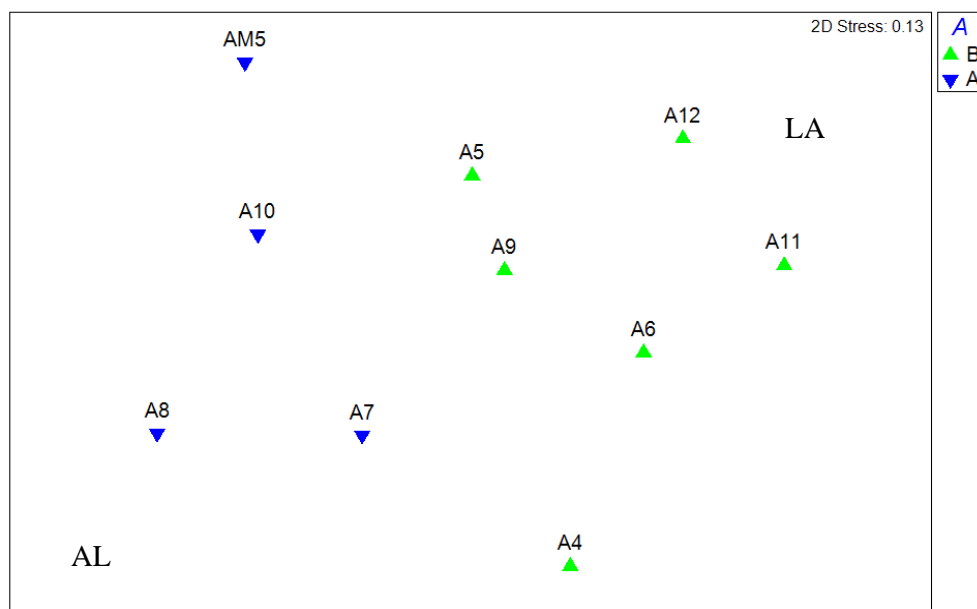


Figura 15.- NMDS obtenido para la fauna de la desembocadura del río La Antigua con base en la densidad de organismos.

En el mapa del análisis NMDS para la fauna de la desembocadura del río La Antigua (Fig. 15), se pueden distinguir los dos grupos antes mencionados, observándose que el arreglo de las estaciones corresponde a un gradiente sedimentario de arena limoso a limo arenoso (con excepción de A8). Asimismo, se observa un gradiente de disminución de la densidad y riqueza de

especies, de las estaciones más someras hacia las más profundas y alejadas de la costa.

Tabla 16.- Especies que contribuyeron a la formación de agrupamientos en la desembocadura del río La Antigua con base en el análisis SIMPER.

Agrupamiento A La Antigua		
Similitud promedio: 35.54%		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	19.76	19.76
<i>Magelona</i> sp. L	13.76	33.52
<i>Notomastus americanus</i>	10.22	43.75
<i>Scoletoma verrilli</i>	7.96	51.71
<i>Prionospio (P.) dubia</i>	6.32	58.04
<i>Diopatra tridentata</i>	6.1	64.13
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	5.41	69.54
<i>Sthenelais</i> sp. A	5.41	74.95
<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	4.83	79.78
<i>Cossura delta</i>	4.34	84.12

Agrupamiento B La Antigua		
Similitud promedio 39.4%		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Scoletoma verrilli</i>	22.03	22.03
<i>Kinbergonuphis</i> sp.1	17.15	39.18
<i>Owenia</i> sp. A	14.37	53.54
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	9.64	63.19
<i>Cossura delta</i>	7.2	70.39
<i>Sthenolepis</i> sp. A	6.64	77.03
<i>Aglaophamus verrilli</i>	3.16	80.19
<i>Nephtys</i> sp. 1	2.78	82.97
<i>Magelona</i> sp. L	2.5	85.47
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	2.36	87.82

En el caso de la desembocadura del Río Jamapa, fueron tres los agrupamientos formados (Fig. 16): un Grupo A con las estaciones más someras y cercanas a la desembocadura en el que *P. yokoyamai*, *A. verrilli*, *S. verrilli*, *Orbinia* sp.1, *Cossura delta* y *Meredithia uebelackerae* contribuyeron casi con el 50% (Tabla 17).

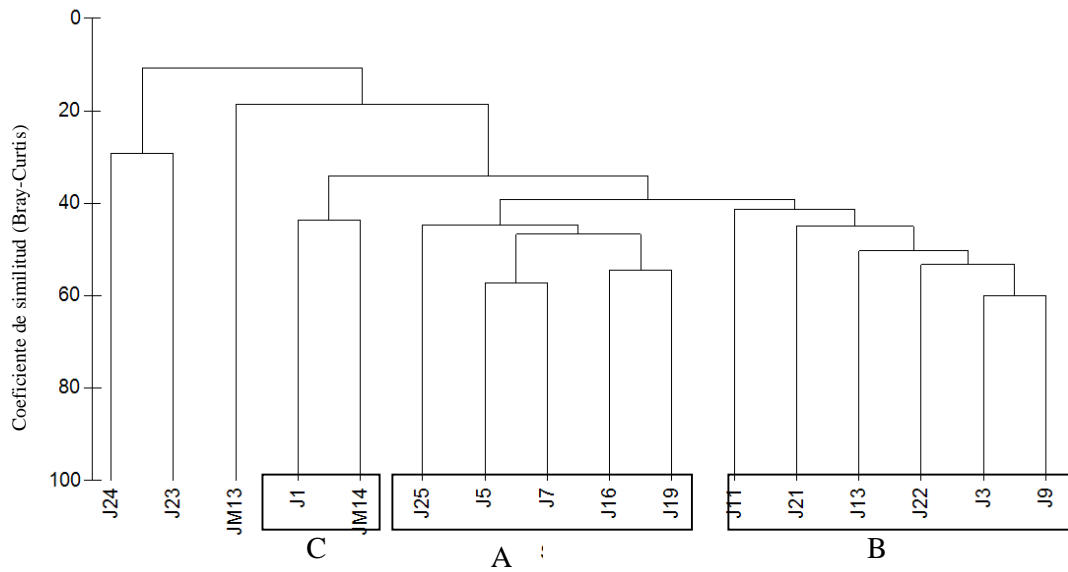


Figura 16.- Agrupamientos de la desembocadura del Río Jamapa con base en la densidad de organismos orgs./m².

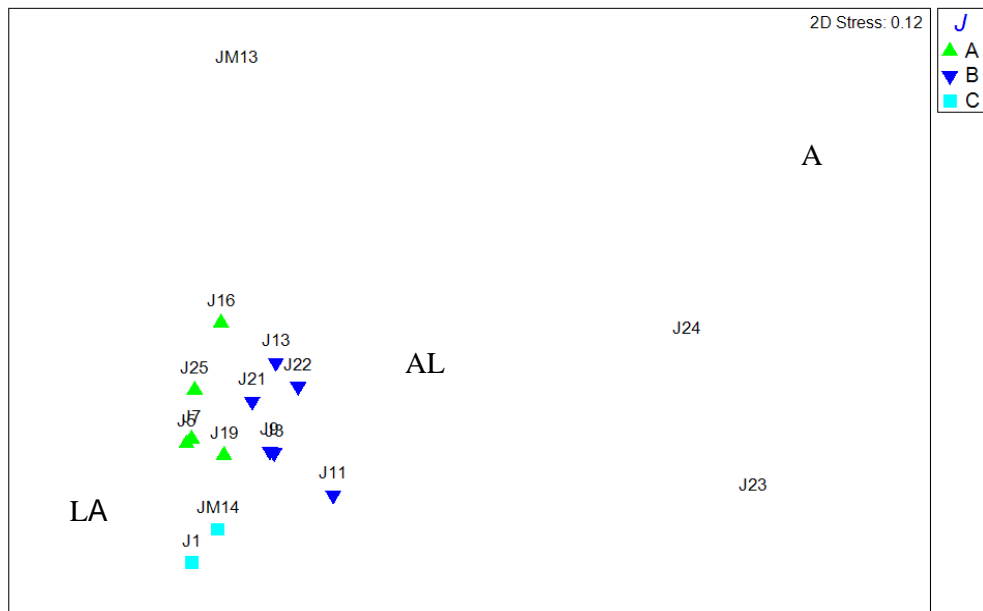


Figura 17.- NMDS obtenido para la fauna de la desembocadura del Río Jamapa con base en la densidad de organismos.

Un Grupo B estuvo conformado con estaciones de profundidades entre 25 y 31m ubicadas en la zona intermedia de la desembocadura donde *S. verrilli*, *P. yokoyamai* *Orbinia* sp. 1, *A. verrilli*, *Terebellides cf. lanai* *N. daueri*, *Aphelochaeta* sp. 1, *K. cf. orenzansi* y *Prionospio (M.) delta* en conjunto contribuyeron en un 50% para su formación. Un Grupo C, se formó con las

estaciones J1 y JM14, las más profundas (34 y 43 m respectivamente) y lejanas de la costa en el que *S. Verrilli*, *Aricidea (Acmira) rubra*, *Orbinia* sp. 1, *Mediomastus californiensis*, *P. yokoyamai*, *K. cf. orenzansi* y *N. californiensis* contribuyeron con un 52.85% para su formación. En los agrupamientos se observaron especies comunes entre ellos (*S. verrilli*, *P. yokoyamai* *Orbinia* sp. 1, *A. verrilli*); sin embargo, es notorio el cambio en el orden de importancia de estas especies y la presencia de especies propias de en cada agrupamiento. Las estaciones J23 y J24 no se agruparon debido al cambio en la composición de la fauna. Por último, la estación JM13, presentó una baja afinidad con el resto de las estaciones debido a su baja riqueza específica y densidad de organismos.

En el análisis de ordenación correspondiente a la fauna de la desembocadura del Río Jamapa (Fig. 17), en general se observa un gradiente ambiental que va de sedimentos limo-arenosos a arenosos. Aunque concentrados en un conglomerado del mapa del NMDS, es posible distinguir los grupos obtenidos previamente, mientras que las estaciones JM13, J23 y J24 se separan por completo; la primera por su menor densidad, riqueza de especies y diversidad y las dos últimas por cambios en la composición de especies.

Tabla 17.- Especies que contribuyeron a la formación de agrupamientos en la desembocadura del Río Jamapa con base en el análisis SIMPER.

Agrupamiento A Jamapa		
Similitud promedio: 47.68%		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	10.89	10.89
<i>Aglaophamus verrilli</i>	10.04	20.93
<i>Scoletoma verrilli</i>	8.29	29.21
<i>Orbinia</i> sp. 1	7.12	36.33
<i>Cossura delta</i>	7.04	43.38
<i>Meredithia uebelackerae</i>	5.97	49.35
<i>Magelona</i> sp. L	3.83	53.18
<i>Notomastus americanus</i>	3.33	56.51
<i>Terebellides</i> cf. <i>Ianai</i>	3.26	59.77
<i>Magelona</i> sp. G	3.26	63.03
<i>Sthenelais</i> sp. A	3.09	66.12
<i>Notomastus tenuis</i>	3.05	69.16

Continuación...

Agrupamiento B		
Similitud promedio: 46.89%		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Scoletoma verrilli</i>	8.86	8.86
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	7.6	16.46
<i>Terebellides cf. lanai</i>	5.55	22.01
<i>Notomastus daueri</i>	5.51	27.52
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	5.33	32.85
<i>Orbinia</i> sp. 1	5.23	38.08
<i>Aglaophamus verrilli</i>	4.9	42.98
<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	4.56	47.55
<i>Prionospio (M.) delta</i>	4.3	51.84
<i>Lumbrineris cingulata</i>	3.57	55.41

Agrupamiento C		
Similitud promedio: 43.53%		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Scoletoma verrilli</i>	9.34	9.34
<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	8.86	18.2
<i>Orbinia</i> sp. 1	7.54	25.74
<i>Mediomastus californiensis</i>	7.54	33.28
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	6.52	39.8
<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	6.52	46.32
<i>Notomastus americanus</i>	6.52	52.85
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	6.52	59.37
<i>Sigambra tentaculata</i>	6.52	65.89
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	4.87	70.76
<i>Levinsenia gracilis</i>	4.87	75.63

Por otra parte, en la desembocadura del Río Papaloapan, sólo se formó un Agrupamiento A (Fig. 18) con las tres estaciones del estrato más profundo (20-24 m) en el que *Lumbrineris cingulata* y *Glycera oxycephala* contribuyeron con un 58.5% para su conformación. El resto de las estaciones, prácticamente se registró una composición distinta en cada una, razón por la cual no se agruparon.

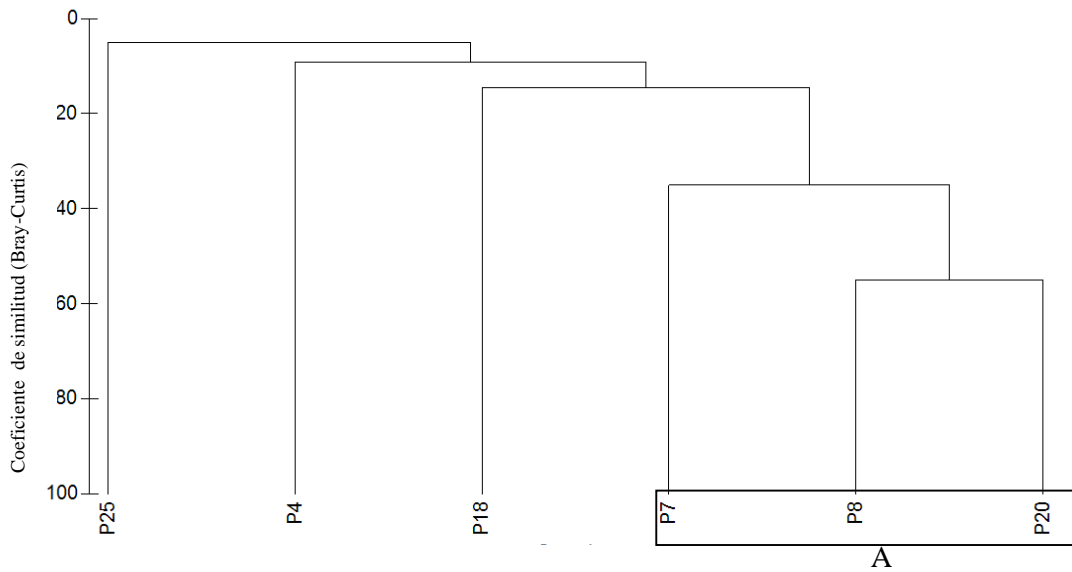


Figura 18.- Agrupamientos de la desembocadura del Río Papaloapan con base en la densidad de organismos (orgs./m²).

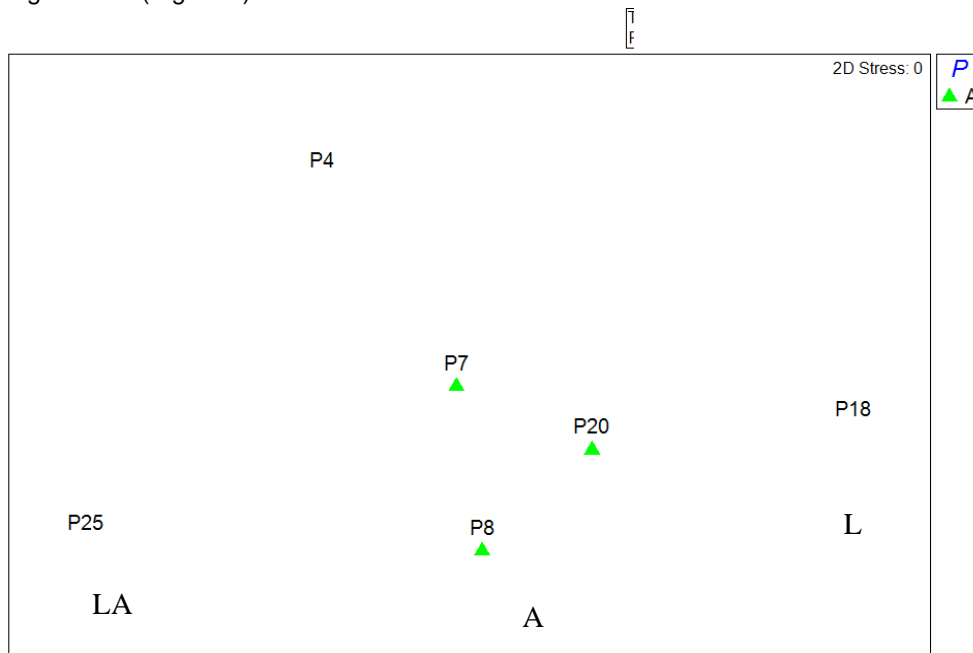


Figura 19.- NMDS obtenido para la fauna de la desembocadura del Río Papaloapan con base en la densidad de organismos.

El agrupamiento anterior (formado por P7, P8 y P20) también es distinguible en el NMDS (Fig. 19), donde las estaciones P4, P25 y P18, por sus diferencias en composición faunística, se distribuyeron por separado alrededor de dicho agrupamiento. Aunque no parece existir un patrón claro que relacione la ubicación de las estaciones con algún parámetro ambiental, las estaciones con

sedimento arenoso se dispusieron hacia la zona central del mapa mientras que las estaciones P25 y P18, donde predominaron los limos, se dispusieron hacia los extremos de la figura 19.

Tabla 18.- Especies que contribuyeron a la formación de agrupamientos en la desembocadura del Río Papaloapan con base en el análisis SIMPER.

Agrupamiento A Papaloapan		
Similitud promedio: 41.60		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Lumbrineris cingulata</i>	33.48	33.48
<i>Glycera oxycephala</i>	25.02	58.5
<i>Apoprionospio dayi</i>	25.02	83.52
<i>Notomastus americanus</i>	8.24	91.76
<i>Magelona sp. G</i>	8.24	100

Por último, en las estaciones M en la plataforma continental, se observó la formación de dos agrupamientos; un Grupo A con las estaciones ubicadas en la zona externa de la desembocadura del Río La Antigua, (Fig. 20) en el que *Nephtys incisa* contribuyó con un 56.39% para su formación y un grupo B que se formó con el par de estaciones más lejanas y profundas ubicadas fuera de la desembocadura del Río Papaloapan (M23 y M26) por la contribución de *Eurythoe sp.* y *Glycera brevicirris*. Las estaciones ubicadas fuera de las desembocaduras y cercanas a la zona arrecifal (M17 y M22) no formaron un agrupamiento, por los cambios en composición de especies.

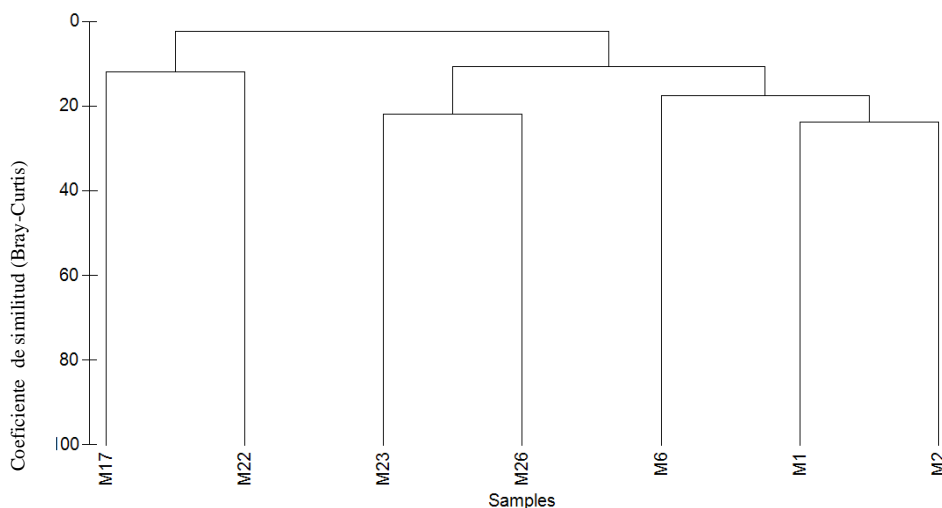


Figura 20.- Agrupamientos de las estaciones de plataforma continental (M) con base en la densidad de organismos orgs./m².

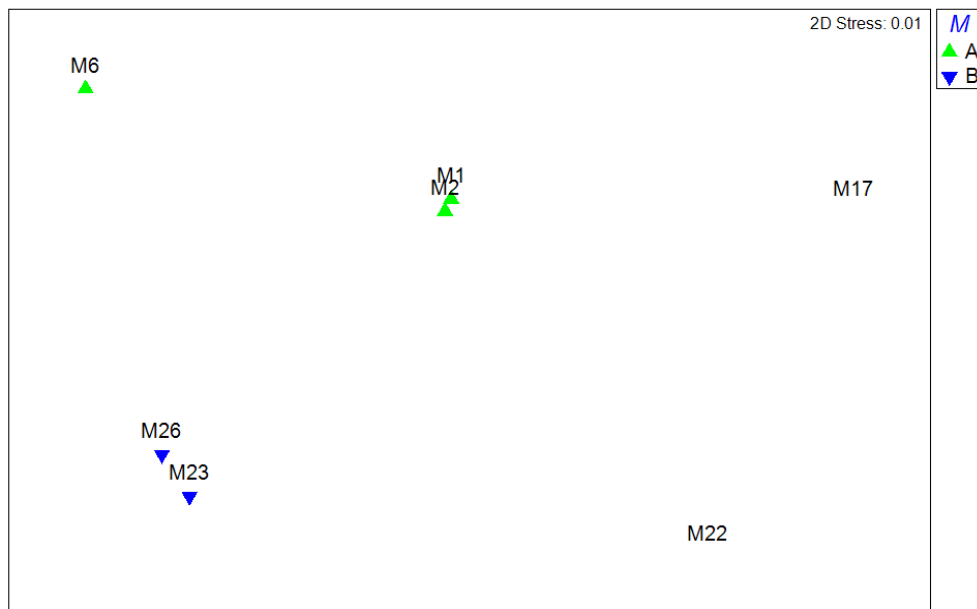


Figura 21.- NMDS obtenido para la fauna de la plataforma continental (M) con base en la densidad de organismos.

En el mapa del NMDS (Fig. 21) se pueden observar los agrupamientos faunísticos previamente obtenidos. Aunque no es del todo claro, la disposición de las estaciones está relacionada con la ubicación geográfica de las mismas en el área de estudio.

Se pueden distinguir: 1) la fauna de las afueras de la desembocadura de los ríos La Antigua (M1, M2 y M6) y Papaloapan (M23 y M26) donde predominaron los sedimentos limosos en un intervalo de profundidad de 42 a 72 m y 2) el distanciamiento con M17 y M22 ubicadas hacia la zona arrecifal de Antón Lizardo en la isobata de 30 m donde se registraron arenas.

En general en este mapa se observa una tendencia a la disposición de las estaciones en un gradiente de mayor a menor diversidad que es consistente con el incremento de la profundidad de las estaciones.

Tabla 19.- Especies que contribuyeron a la formación de agrupamientos en las estaciones de plataforma continental (M) con base en el análisis SIMPER.

Agrupamiento A		
Similitud promedio: 19.56 %		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Nephtys incisa</i>	56.39	56.39
<i>Diopatra tridentata</i>	16.74	73.13
<i>Sthenolepis sp. A</i>	13.44	86.56
<i>Magelona sp. L</i>	13.44	100

Agrupamiento B		
Similitud promedio: 11.87 %		
Especies	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Eurythoe sp.</i>	50	50
<i>Glycera brevicirris</i>	50	100

En el mapa del NMDS para toda la fauna del área de estudio en conjunto (Fig. 22) las estaciones se dispusieron en función del tipo de sedimento. Las estaciones M con sedimentos limosos y ubicadas fuera de las desembocaduras de los ríos se separaron de un conglomerado central donde se concentraron las estaciones A y J que presentaron sedimentos limo-arenosos a arenos limosos, y que a su vez se separaron de las estaciones P que presentaron sedimentos arenosos (incluyendo M17 y M22).

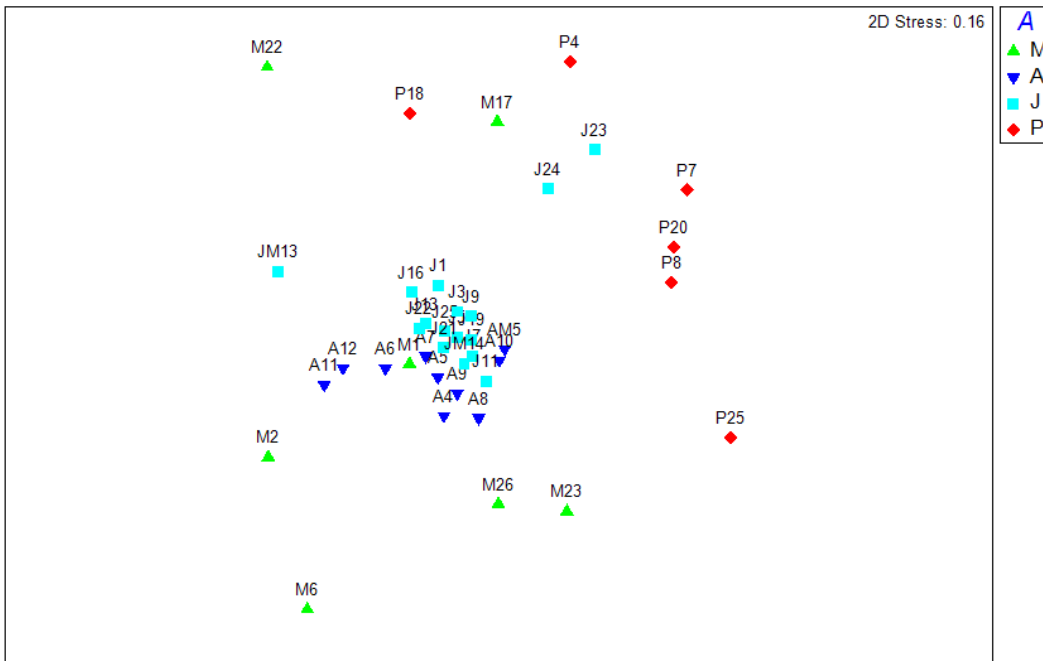


Figura 22.- Mapa del NMDS con datos de densidad transformados para la fauna de toda el área de estudio.

También se observó un gradiente biótico relacionado con la diversidad, riqueza y densidad de organismos, donde las estaciones con los mayores valores se ubicaron en el centro del mapa. En él, se diferenció la fauna de la desembocadura del Río La Antigua de la del Río Jamapa, siendo en esta última donde se registraron los valores más altos de estos parámetros de toda el área de estudio. Las estaciones con valores más bajos de diversidad, riqueza y densidad de organismos se dispusieron dispersas alrededor de dicho conglomerado central.

Relación fauna-ambiente

Dado que no se contó con los datos de carbono orgánico para las estaciones M, en primer lugar se analizó la relación de la densidad, riqueza específica y diversidad de todas las estaciones de muestreo con las variables ambientales de profundidad, temperatura, salinidad oxígeno disuelto y sedimento (porcentaje de arenas) y posteriormente se realizaron análisis sólo considerando la fauna de las desembocaduras de los ríos (estaciones A, J y P), incluyendo el porcentaje de carbono orgánico en las variables ambientales.

(En el Anexo II se encuentran todas las regresiones múltiples y análisis de varianza realizados).

Para la densidad, el análisis de regresión múltiple resultó significativo según lo obtenido por el análisis de varianza ($p=0.03$) y, aunque el modelo podría explicar el 30% de los cambios de la densidad por efectos ambientales, únicamente se observó que los cambios en la densidad son explicados por el efecto de la profundidad, la cual mostró una correlación negativa, (es decir que a una mayor profundidad, hay una menor densidad de organismos). Por otra parte, la temperatura mostró una correlación positiva con la densidad.

El mismo análisis de regresión múltiple realizado para los datos de riqueza específica contra los parámetros ambientales analizados muestra que el modelo fue significativo para los parámetros de profundidad (correlación negativa) y temperatura (correlación positiva), ya que en términos de estos dos factores ambientales, se podría explicar el 26 % de los cambios; sin embargo, el análisis de varianza no probó su significancia estadística ($p=0.06$).

Para la diversidad, el análisis de regresión múltiple mostró que el modelo podría explicar el 18% de los cambios en la diversidad. Sin embargo, no se observó ninguna correlación significativa entre la diversidad y los parámetros ambientales, como también lo mostró el análisis de varianza que tampoco mostró un valor estadístico significativo ($p=0.22$).

Análisis de regresión múltiple para las desembocaduras de los ríos

Con base en el análisis de regresión múltiple, el modelo obtenido para la densidad en la desembocadura del Río Antigua, aunque puede explicar el 97% de las variaciones en la densidad por efecto de los factores ambientales, sólo se correlacionó positivamente con el porcentaje de carbono orgánico y en forma negativa con la profundidad y el tipo de sedimento, es decir: a mayor profundidad y contenido de arenas, la densidad disminuye. El análisis de regresión fue validado por el análisis de varianza, el cual arrojó un valor significativo de variación ($p=0.019$).

Para la riqueza específica no se obtuvo ninguna correlación con los factores ambientales dado que los resultados obtenidos de las regresiones y del análisis de varianza no fueron significativos. Para la diversidad, aunque se observaron correlaciones con la temperatura (negativa) y con la profundidad (positiva), el análisis de variación no fue significativo ($p=0.19$).

En las desembocaduras de los ríos Jamapa y Papaloapan, no se obtuvo ninguna correlación de la densidad, riqueza específica y diversidad con los factores ambientales dado que los análisis de regresión múltiple y de variación no fueron significativos. Cabe señalar que, en el caso de la desembocadura del Papaloapan dado que el número de variables (seis) no puede ser igual al número de casos (seis) para poder realizar los análisis de regresión y de variación se omitió la temperatura por ser la variable más estable.

DISCUSIÓN

La distribución de sedimentos limo-arenosos ó areno-limosos en las zonas próximas a las desembocaduras de los ríos, seguida por una mezcla de sedimentos arenosos y limosos conforme la distancia a la costa incrementa, es característico de ambientes de descargas de ríos mismas que han sido observadas en el oeste del Golfo de México en los ríos, Pánuco (Amezcuá-Allieri, 1998), Tuxpam, Papaloapan y Coatzacoalcos (Cruz-Abrego, 1991).

En general, en el Río La Antigua se observó un gradiente negativo de la fracción arenosa con respecto al incremento de la distancia a la costa, mientras que en el Jamapa la distribución de los sedimentos fue más heterogénea, y en el Papaloapan, el predominio fue de arenas, con excepción de la zona próxima a la desembocadura. Estas diferencias pueden ser debidas a factores como la dinámica oceánica (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008), las diferencias en el caudal (Tamayo, 1999) y/o a la ubicación geográfica.

En efecto, aunque el Río Jamapa presenta el menor caudal de los tres ($1.89 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{año}$), está más expuesto al aporte de material biogénico proveniente de la zona arrecifal, y ello se constató con la presencia de sedimentos gruesos y fragmentos de conchas en las estaciones cercanas a los arrecifes. Por su parte, en el Río La Antigua, con un caudal de $2.82 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{año}$, la desembocadura se encuentra expuesta a aportes terrígenos del Río Actopan lo cual, sumado a sus propias descargas, pudo favorecer el incremento del porcentaje de arenas (<50%) en las zonas someras próximas a la boca, sobre todo durante invierno cuando la dirección de la corriente en el margen costero es norte-sur (Caballero-Rosas, 1990).

Finalmente, el Papaloapan, que es el más caudaloso de los tres ($39.17 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{año}$), se encuentra asociado al Sistema Lagunar de Alvarado donde se depositan parte de los sedimentos acarreados por este río (Raz-Guzmán *et al.*, 1992), disminuyendo la cantidad descargada hacia el mar, lo cual facilita el efecto estacional de los nortes para dejar al descubierto los sedimentos gruesos en su desembocadura (Gómez-Rocha, 2010).

Los valores del contenido de carbono orgánico registrados en el área de estudio son similares a los observados por Cruz-Abrego (1991) en los ríos Tuxpam (0.87-1.11%), Papaloapan (0.01-1.07%), Coatzacoalcos (0.45-0.83%) y en el Grijalva-San Pedro y San Pablo (0.91-1.45%) donde, al igual que en el presente estudio, los máximos se asociaron con las estaciones próximas a la desembocadura, predominando texturas lodosas, finas, que de acuerdo con Gray y Elliot (2009) brindan una mayor superficie para su adsorción.

En el área de estudio se observaron variaciones mínimas de la temperatura ($<1^{\circ}\text{C}$), pero con el incremento en la distancia a la costa, ésta tendía a estabilizarse; por ello, se infiere cierta influencia de las aguas de los ríos y la profundidad en la temperatura del fondo. En los abanicos costeros del Golfo de México, durante las temporadas de lluvias y secas, Amieva-Obregón (1991) registró valores superiores a 20°C con variaciones de hasta 7°C , tanto en gradientes positivos como negativos con respecto a la desembocadura. Amezcua-Allieri (1998) en el Pánuco, registró cambios de temperatura de $24-27^{\circ}\text{C}$ en la temporada de secas y una disminución de la variación durante los nortes. Por este motivo, las bajas variaciones en el presente estudio pudieran ser consecuencia del efecto de los “nortes” que tienden a homogeneizar la columna de agua (Rabalais, 2004).

En cuanto a la salinidad, la disminución y alta variación registradas en las estaciones próximas a la desembocadura de los ríos, así como valores más altos y constantes en estaciones alejadas, dejan de manifiesto la influencia de los ríos sobre este factor. Este gradiente salino, con cambios de una a dos unidades de salinidad, ha sido observado en el Golfo de México, en las proximidades de los ríos Tuxpam, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo, sin un comportamiento estacional (lluvias y secas), ni regional de la temperatura y la salinidad en las diferentes zonas (Amieva-Obregón, 1991). Sin embargo, Amezcua-Allieri (1998), menciona que en la descarga del Pánuco, las variaciones disminuyen de lluvias a “nortes”. En cambio, en la Bahía de Campeche las mayores variaciones de salinidad (de hasta 2.5 unidades) fueron registradas en un intervalo de profundidad de 15-30 m, asociadas a las descargas fluvio-lagunares del sistema Grijalva-Usumacinta

y de la Laguna de Términos, las cuales propician la dilución de salinidad en las regiones someras adyacentes (Granados-Barba, 2001 Domínguez-Castanedo 2004; Rojas-López, 2004).

Los valores más bajos de oxígeno disuelto se registraron en estaciones cercanas a las desembocaduras de los ríos; sin embargo, en la mayor parte del área de estudio los valores fueron cercanos a 4 mL/L, es decir, por encima de condiciones hipóxicas (>2ml/L) (Fitzhugh, 1984; Rabalais, 2004). Al respecto, Rabalais (2004) menciona que los frentes fríos y las tormentas tropicales alteran la estratificación de la columna de agua permitiendo la mezcla y desaparición de la pycnoclina, con lo cual se inhiben las condiciones hipóxicas.

Aunado a lo anterior, en la zona costera del Golfo de México el aporte de nutrientes provenientes del continente favorecen una alta producción primaria y en consecuencia una mayor concentración de oxígeno, alcanzando incluso niveles de sobresaturación (De la Lanza-Espino, 2001).

En el sureste del Golfo de México, las desembocaduras de los ríos Tuxpan, Coatzacoalcos y el sistema Grijalva-Usumacinta y Champotón, al igual que el área de estudio, tendrían más probabilidades de desarrollar hipoxia si presentaran una estratificación controlada por la salinidad y/o temperatura, aunado a una acumulación de biomasa de fitoplancton, como sucede en el norte del Golfo de México, en la zona de descarga del Río Mississippi donde una zona hipóxica prevalece desde finales de primavera hasta finales de verano típicamente en un intervalo de profundidad 5-30 m (Rabalais, 2004).

En el presente estudio, se identificaron 159 especies que representan el 18.61% de las especies registradas en el Golfo de México (Fauchald *et al.*, 2009), lo cual evidencia la alta riqueza macrofaunística asociada a las descargas de ríos. Amieva-Obregón (1996) también registró una alta riqueza de especies en las descargas de los ríos Tuxpam, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-San Pedro y San Pablo, donde en sólo seis familias de poliquetos, cuantificaron 51 especies. La riqueza de los ambientes bentónicos de estos

mismos ríos, también se ha visto en otros grupos de invertebrados como crustáceos peracáridos con 34 especies (Molina-Ruiz, 1998) y moluscos con 87 especies (Cruz-Abrego, 1991). Por su parte, Cruz-Herrera (1989) registró 100 especies de ostrácodos y 101 de foraminíferos sólo en la descarga del Río Coatzacoalcos, mientras que Ruiz del Campo (1989) registró 94 especies de foraminíferos y 82 de ostrácodos en la desembocadura del Río Tuxpam. En el presente estudio incluso se registró un mayor número de especies que el reportado en fondos blandos del sur del Golfo de México, donde Granados-Barba (2001) y Rojas-López (2004) cuantificaron 145 y 98 especies para la sonda y la Bahía de Campeche, respectivamente.

Por otra parte, se registran 24 especies potencialmente nuevas para la ciencia, lo cual es evidencia de la alta diversidad potencial bentónica presente en la región, así como de la necesidad de realizar más estudios en este tipo de ambientes.

El lúbrinerido *S. verrilli* fue la especie dominante en términos de frecuencia y densidad en el área de estudio, lo cual soporta resultados de estudios previos en los que es reportada como ecológicamente importante en zonas de descargas fluviolagunares con sedimentos lodo-arenosos y limosos del suroeste del Golfo de México (Granados-Barba, 1991; 1994; 2001; Miranda Vázquez, 1993; Rodríguez Villanueva, 1993; Domínguez-Castanedo, 2004; Rojas-López, 2004; 2007). Lo anterior es importante, ya que *S. verrilli* sólo fue abundante y frecuente en las desembocaduras de los ríos La Antigua y Jamapa donde predominaron las texturas lodo-arenosas y areno-lodosas, mientras que en la desembocadura del río Papaloapan, donde predominaron los sedimentos arenosos, esta especie prácticamente estuvo ausente.

Con una distribución similar a *S. verrilli* en las desembocaduras de los ríos La Antigua y Jamapa y ausente en la del Papaloapan, la segunda especie más importante fue el espionido *P. yokoyamai*, con valores muy cercanos de frecuencia y densidad a *S. verrilli* pero, a diferencia de esta especie, también se distribuyó en las estaciones del resto de la plataforma (M1, M23 y M26). Lo anterior también ha sido observado en la plataforma continental del Golfo de

México donde *P. yokoyamai* ha sido catalogada como una especie dominante en todas las temporadas del año (Granados-Barba, 2001; Domínguez-Castanedo, 2004; Rojas López, 2004; 2007). Particularmente en los abanicos costeros de los ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-San Pedro y San Pablo en el Golfo de México, Amieva-Obregón (1996) señala a *P. yokoyamai* como la especie dominante tanto en temporada de secas como de lluvias.

En la desembocadura del Río Papaloapan, al parecer los sedimentos arenosos fueron un factor importante para que se establecieran otras especies como *Glycera oxycephala*, *Lumbrineris cingulata* y *Apiopronospio dayi*. Con ello, se destaca el papel que representa el tipo de sedimento en el establecimiento y desarrollo de la macrofauna bentónica (Warwick, 1988; Agard *et al.*, 1993; Gray, J. S. & M. Elliot, 2009) y que, junto con la profundidad, son claves en la distribución de poliquetos del Golfo de México (Fitzhugh, 1984; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995; López-Granados, 1993; Granados-Barba, 1991; 2001; Domínguez-Castanedo, 2004; Rojas-López, 2004; 2007).

Otras especies dominantes en la zona de estudio, también lo son en el sureste del Golfo de México, aunque con valores de densidad y frecuencia notoriamente menores, como es el caso de *Cossura delta*, *Nephtys incisa* y *Kinbergonuphis cf. orenzansi* (Granados-Barba, 2001), lo cual las hace relevantes para el estudio de la zona de descargas fluviales del Golfo de México. Particularmente, *C. delta*, es una especie afectada por la temporalidad, siendo en lluvias cuando alcanza mayor frecuencia y densidad en las descargas de los principales ríos del Golfo de México (Amieva-Obregón, 1996). En condiciones “norte” también se le ha asociado a descargas fluviolagunares en la Bahía de Campeche (Rojas-López, 2004).

Por su parte, *Nephtys incisa* es una especie móvil que se alimenta de depósitos subsuperficiales, sin descartar que puede llegar a comportarse como carnívoro (Sanders, 1960), características que le permitirían adquirir importancia en las comunidades bentónicas de fondos blandos arenosos (González-Macías, 1997) y limosos (Granados-Barba, 2001) de la Bahía de Campeche.

Los valores más altos de densidad y riqueza de especies se registraron en las desembocaduras de los ríos Antigua y Jamapa, con cambios importantes en la composición y hábitos alimentarios de las especies recolectadas ahí. El valor más alto de densidad registrado en la estación AM5 fue ocasionado por la abundancia de *S. verrilli* y *Prionospio (M.) delta* que concentraron alrededor del 50% de la fauna de esta localidad. Al parecer, la estrategia de alimentación sedimentívora de ambas especies (Fauchald y Jumars, 1979) les permite establecerse con altas densidades en sedimentos con alta resuspensión (Sanders, 1960) como es el caso de la desembocadura del Río La Antigua.

En el caso del Jamapa, las estaciones con mayor densidad se ubicaron al noreste de la desembocadura del río y, a diferencia de lo ocurrido en La Antigua, se observó una mayor riqueza de especies y de hábitos alimentarios. En J5, el suspensívoro *Owenia* sp. A, el omnívoro *A. verrilli* y los sedimentívoros *M. uebelackerae*, *N. americanus* y *P. yokoyamai* y en J3 los sedimentívoros *S. verrilli*, *Orbinia* sp. 1, *Prionospio (M.) delta*, el omnívoro *K. cf. orenzansi* y el sedimentívoro *A. (Acmira) rubra*, concentraron el mayor porcentaje de organismos en sus respectivas estaciones.

En general, existe una disminución de la densidad al aumentar la profundidad, tendencia observada para comunidades de anélidos poliquetos en los abanicos costeros del Golfo de México por (Amieva-Obregón, 1996) y en fondos blandos en el Golfo de México por (Sánchez-García, 1995; Hernández-Arana, 1995; Granados-Barba, 2001). No obstante, dicha tendencia no es obvia en la desembocadura del Jamapa, donde las variaciones son importantes. Al respecto, se ha mencionado que las desembocaduras de ríos son ambientes heterogéneos, producto de la mezcla de sedimentos, factores que son relevantes en la estructura comunitaria del bentos (Cruz-Abrego *et al.*, 1991). En este trabajo, el caso más representativo es el del Jamapa.

En general se observó que texturas finas, como limos, e incluso mezclados con arenas, favorecieron altos valores de densidad y riqueza específica, mientras que texturas arenosas influyeron en la disminución de organismos y número de especies presentes, como en el Papalopan. Estos resultados, también fueron

observados por Amieva-Obregón (1996) y Cruz-Herrera (1989), en cuanto a densidad de poliquetos y riqueza de especies de ostrácodos, respectivamente.

El número de especies registradas en las desembocaduras de los ríos es congruente con lo registrado en el Panúco (Amezcua-Allieri, 1998) y en los deltas de Dos Bocas, Carmen-Machona, Grijalva y Términos (Escobar-Briones, 2004).

En el presente estudio la diversidad H' se incrementó discretamente conforme aumenta la distancia a la costa. Al respecto, Cruz-Herrera (1989) en ostrácodos y foraminíferos de la descarga del río Coatzacoalcos, registró valores de diversidad similares a los observados en este estudio pero sin un patrón definido, lo cual es indicativo de la heterogeneidad ambiental imperante en zonas de descargas.

La alta riqueza de especies y diversidad presente en la desembocadura del Río Jamapa puede relacionarse con estar en las inmediaciones del SAV, ya que esto puede sumar condiciones que favorecen el enriquecimiento de la fauna bentónica al propiciar una heterogeneidad de microambientes para el establecimiento de más especies (Hicks, 1982). Dicho incremento se ha observado en otros estudios en las descargas de los principales ríos del Golfo de México donde se ha registrado una mayor riqueza de especies de moluscos, crustáceos peracáridos y algunas familias de poliquetos en la desembocadura del río Tuxpam, próxima a una zona arrecifal en comparación con la fauna de las descargas de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta (Cruz-Abrego, 1991; Amieva-Obregón, 1996 y Molina-Ruiz, 1998).

En la desembocadura del Papaloapan, dos especies (*M. uebelackerae* y *N. micromma*) dominaron contundentemente, ya que suman más del 40% de la fauna presente, lo cual es congruente con la disminución general observada en la diversidad. Ello puede explicarse por el predominio de sedimentos arenosos, ya que se menciona que texturas gruesas permiten espacios intersticiales de mayor tamaño que propician una menor retención de nutrientes (Gray y Elliot, 2009) que puede favorecer la disminución en el número de especies presentes.

En el Golfo de México, se han observado núcleos de alta diversidad en la zona costera particularmente en las asociadas a las descargas de ríos (Rojas-López, 2004; 2007). En el presente estudio, con excepción de la desembocadura del Papaloapan, los altos valores de diversidad estuvieron ligados a la alta riqueza específica y equidad registradas, que impidieron que una especie dominara con más del 30% en cada estación de muestreo.

Las fluctuaciones de disminución de la diversidad con al incremento de la profundidad, es más claro al contrastar la zona próxima a la desembocadura con las estaciones de plataforma cuando la profundidad incrementa de 20-35 m a 50-70 m. La disminución de la riqueza de especies y el incremento de la equidad, favorecieron la presencia de especies dominantes con porcentajes empatados en las estaciones de la plataforma.

Los análisis de similitud y escalamiento multidimensional no métrico, mostraron agrupamientos faunísticos relacionados con los gradientes ambientales impuestos por las descargas de los ríos, como se ha observado en poliquetos (Amieva-Obregón, 1996) y otros grupos como ostrácodos y foraminíferos (Ruiz del Campo, 1989; Cruz-Herrera, 1989), moluscos (Cruz-Abrego, 1991) y crustáceos peracáridos (Molina-Ruiz, 1998), en los principales abanicos costeros del suroeste del Golfo de México.

En este estudio, la conformación de agrupamientos faunísticos fue estructurada con base en las especies dominantes obtenidas a nivel regional y/o local. Destacan *P. yokoyamai* y *S. verrilli*, que contribuyeron significativamente a diferenciar grupos en los ríos La Antigua y Jampa; sin embargo, su contribución fue diferenciada en función de la distancia a la descarga. En efecto, *P. yokoyamai* fue más relevante cerca de las desembocaduras, mientras que *S. verrilli*, la sustituye en los sitios más alejados. Las diferencias en las contribuciones fueron complementadas por especies como *C. delta* y *Magelona* sp. L, las cuáles han sido asociadas a descargas fluvio-lagunares de la plataforma continental el Golfo de México (Amieva-Obregón, 1996; Rojas-López, 2004).

De acuerdo con el IVB, *Lumbrineris cingulata* es la tercera especie más importante; sin embargo, no se observó un patrón claro de distribución. Sus densidades más altas se registraron en los sedimentos arenosos de la desembocadura del Papaloapan. Al respecto, de acuerdo con Fauchald y Jumars (1979) los Lumbrineridae son carnívoros y sedimentívoros no selectivos que se caracterizan por excavar en arena o lodo, lo cual les brinda la oportunidad de distribuirse en diferentes hábitats. En el presente estudio, se observó que *S. verrilli* se distribuyó preferentemente en sedimentos de texturas intermedias, mientras que en sedimentos arenosos fue sustituida por *L. cingulata*.

Otra especie que contribuyó a la formación de agrupamientos faunísticos en las inmediaciones de la desembocadura del Río La Antigua, fue el néftido *N. incisa* que, si bien, no fue catalogada como dominante en el presente estudio, ha sido importante en términos de abundancia y biomasa en la Bahía de Campeche donde se le ha asociado con zonas de descargas de aguas continentales (Granados-Barba, 2001; Rojas-López, 2004).

En las regresiones múltiples realizadas para la densidad, riqueza específica y diversidad de toda el área de estudio, sólo se observaron correlaciones de la densidad y riqueza con la temperatura (positiva) y con la profundidad (negativa). Esto no es extraño, ya que en la columna de agua el incremento de la profundidad va acompañado en una disminución de la temperatura. La profundidad es la variable más importante en los cambios de densidad para comunidades de poliquetos en los abanicos costeros del Golfo de México (Amieva-Obregón, 1996) y en fondos blandos en el Golfo de México (Sánchez-García, 1995; Hernández-Arana, 1995), mientras que los cambios en la riqueza específica de la fauna bentónica suelen estar más relacionados con el tipo de sedimento (Cruz-Herrera, 1989; Cruz-Abrego, 1991; Amieva-Obregón, 1996 y Molina-Ruiz, 1998) que, a su vez, se relaciona con la distancia a la costa y la profundidad.

La desembocadura del Río La Antigua se caracterizó por altas densidades en sitios someros, principalmente limo-arenosos y con comparativamente altos

valores de carbono orgánico. Ello fue debido a la dominancia de *S. verrilli* y *P. yokoyamai* y soportado por la relación positiva de la densidad con el porcentaje de carbono orgánico, así como las relaciones negativas del incremento en profundidad y el contenido de sedimentos arenosos obtenidas en los análisis de regresión múltiple. Asimismo, aunque no fue validado por el análisis de varianza, la relación positiva de la diversidad con la salinidad, y negativa con la temperatura son indicativas de los gradientes observados en ambos factores, toda vez que ambos incrementan sus valores conforme se alejan de la costa.

En las desembocaduras de los ríos Jamapa y Papaloapan, los análisis de regresión múltiple no arrojaron resultados contundentes al relacionar los parámetros ambientales con los biológicos, lo cual se refleja en la heterogeneidad observada en los parámetros ecológicos, particularmente, en los valores de densidad y riqueza específica. Esto fue menos claro en el Papaloapan, ya que se observaron algunas diferencias ambientales entre las estaciones cercanas a la boca de las del resto de la desembocadura, sobre todo en cuanto al sedimento, contenido de carbono orgánico y salinidad. En este caso, el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para sustentar estadísticamente estas diferencias.

CONCLUSIONES

Conclusión general

El gradiente ambiental impuesto por las descargas de los ríos y su relación con la distribución de factores biológicos fue notorio sólo en la desembocadura de La Antigua y, aunque se observaron diferencias importantes en términos ambientales y faunísticos con las del Jamapa y Papaloapan, en éstas no fue posible describir claramente dichos gradientes y su relación con los poliquetos. Sin embargo, en todos los casos, se observaron cambios en la composición de especies de poliquetos a lo largo de las desembocaduras, aunados a incrementos discretos de la diversidad hacia mar adentro.

Conclusiones particulares

1.- El ambiente bentónico, en las inmediaciones de las descargas de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, sigue un patrón general de incremento de sedimentos finos hacia mar adentro; de hecho, hacia afuera de las desembocaduras se registraron principalmente sedimentos limosos en todos los casos. No obstante, en las cercanías a las desembocaduras de los ríos existen diferencias en la distribución de sedimentos: en La Antigua se presenta un gradiente de incremento de limos hacia mar adentro, en el Jamapa existe una heterogeneidad en la distribución de los sedimentos y en el Papaloapan predominan sedimentos arenosos en la desembocadura.

2.- Las regiones próximas a las bocas de los ríos presentan los mayores valores de carbono orgánico, principalmente en los sedimentos limosos. Asimismo, ahí se registra una mayor variación de la temperatura, oxígeno disuelto y salinidad y, a pesar de la tendencia a distribuirse en forma homogénea, su disposición en forma de gradiente fue más clara en La Antigua.

3.- En la desembocadura de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, así como en sus inmediaciones, se recolectaron 2009 individuos de anélidos poliquetos, 37 familias, 86 géneros y 159 especies, de las cuales, 24 son potencialmente nuevas para la ciencia, todo lo cual es evidencia de la alta riqueza bentónica presente en estos ambientes.

4.-Las especies con mayor densidad y frecuencia a nivel regional y local en el área estudiada son: *Scoletoma verrilli*, *Paraprionospio yokoyamai* *Magelona* sp. L, *Notomastus americanus*, *Lumbrineris cingulata*, *Cossura delta*, *Terebellides* cf. *lanai*, *Kinbergonuphis* cf. *orenzansi*, *Sthenelais* sp. A, y *Aglaophamus verrilli*.

5.- Los valores de los parámetros estructurales (densidad, riqueza de especies y diversidad) están relacionados con la heterogeneidad sedimentaria presente en las desembocaduras de los ríos. Éstos, son más altos en el Jamapa, intermedios en La Antigua y disminuyen en el Papaloapan, observándose cambios en la composición de especies, y un incremento discreto de la diversidad, hacia mar adentro.

6.- Los parámetros ambientales más importantes en la distribución de la densidad y riqueza específica de los anélidos poliquetos bentónicos en toda el área de estudio fueron la temperatura y la profundidad.

7.-El esperado gradiente ambiental impuesto por las descargas de los ríos sobre la distribución de la densidad, riqueza específica y diversidad, sólo se ve reflejado en el Río La Antigua.

Recomendación

Ampliar e intensificar el esfuerzo de muestreo hacia las isobatas más someras en las desembocaduras de los ríos con la finalidad de poder describir mejor los gradientes ambientales y faunísticos, de este tipo de ambientes.

LITERATURA CITADA

- Agard, J. B., J. Gobin & R. M. Warwick. 1993. Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Marine Ecology Progress Series*. 92: 233-243.
- Aller, J. & R. C. Aller. 1986. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off the Changjiang River, East China Sea. *Continental Shelf Research*. 6: 291-310.
- Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*. 28: 381-496.
- Amezcuca-Allieri, M. A. 1998. *Poliquetos bénticos indicadores de la calidad del agua y sedimento del Río Pánuco, Tamaulipas, México*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 135 pp.
- Amezcuca-Allieri, M. A. & C. González-Macías. 2007. Propuesta de un índice numérico para evaluar la calidad del sedimento influenciado por la industria petrolera. *Interciencia*. 32(7): 453-459.
- Amieva-Obregón, M. P. 1996. *Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de los órdenes Orbiniida, Spionida y Cossurida, asociados a los abanicos costeros de los principales ríos del Golfo de México: Taxonomía, distribución, abundancia, densidad y algunos aspectos biogeográficos*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 124 pp.
- Augener, H. 1906. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, and on the East coast of the United States, 1877 to 1880, by the U. S. Coast Survey Steamer "Blake", Lieut. Commander C. D. Sigsbee, U. S. N., and Commander J. R. Bartlett, U. S. N., Commanding. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*. 43(4): 91-196.

- Behringer, D. W., R. L. Molinari & J. F. Festa. 1977. The variability of anticyclonic current patterns in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical research*. 82(34): 5469-5476.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monograph*. 27: 325-349.
- Brower, J. E. & J. H. Zar. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. W.M.C. Brown Company Publishers. Iowa. 194 pp.
- Clarke, K. R. & R. N. Gorley. 2001. *PRIMER V. 5.0: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth. 91 pp.
- Corona Rodríguez, A. 1997. *Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de La plataforma de Yucatán*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 163 pp.
- Cruz-Abrego, F.M. 1991. *Análisis de la distribución de los moluscos bentónicos en los abanicos costeros de los principales ríos del Golfo de México (Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-San Pedro y San Pablo) y su relación con condiciones ambientales y sedimentos*. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 103 pp.
- Cruz-Ábrego, F. M., F. Flores-Andolais & V. Solís-Weiss. 1992. Distribución de moluscos y caracterización ambiental en zonas de descarga de aguas continentales del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 18(2): 247-259.
- Cruz-Herrera, A. M. 1989. *Estudio estacional de las asociaciones microbénticas del delta del Río Coatzacoalcos, Veracruz*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 115 pp.
- Del Castillo-Sarabia, L. E. 2007. *Macrofauna bentónica en fondos blandos del arrecife Hornos, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*,

México. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.

De la Lanza-Espino, G. 2001. *Características físico-químicas de los mares de México 1.9.1*. Plaza y Valdés Editores. 149 pp.

Delgado-Blas, V. H. 2001. Distribución espacial y temporal de poliquetos (Polychaeta) bénticos de la plataforma continental de Tamaulipas, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 49(1): 141-147.

Delgado-Blas, V. H. 2004. Two new species of *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region and comments of the genus status. *Hydrobiologia*. 520: 189-198.

Delgado-Blas, V. H. 2006. Partial revision of *Scolelepis* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean Region, with the description of two new species and a key to species recorded in the area. *Contributions to Zoology*. 75(1/2): 75-97.

Domínguez-Castanedo, N. 2004. *Estructura Comunitaria de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a sustratos blandos en el banco de Campeche, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 89 pp.

Domínguez-Castanedo, N. 2007. *Estudio de la macrofauna bentónica de la laguna arrecifal de Isla Sacrificios, Veracruz*. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 98 pp.

Domínguez-Castanedo, N., A. Granados-Barba & V. Solís-Weiss, 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del arrecife Sacrificios, p. 112-126. In: A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas & J. M. Vargas-Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche. 304 pp.

Domínguez-Castanedo, N., P. Hernández-Alcántara, V. Solís-Weiss & A. Granados-Barba. *En prensa*. Distribution of polychaete feeding guilds in

sedimentary environments of the Campeche Bank, Southern Gulf of Mexico. *Aceptado en revista Helgoland Marine Research*.

Escobar-Briones, E. 2004. Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el Golfo de México *In*: Caso, M., I. Pisanty & E. Ezcurra (eds.). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Vol. 1 Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). pp. 201-246.

Fauchald, K. & P. A. Jumars. 1979. The diet of worms: A study of polychaeta feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*. 17:193-284.

Fauchald, K., Granados-Barba, A. & V. Solís-Weiss.. 2009. Polychaeta (Annelida) of the Gulf of Mexico. *In* Tunnell, J. W. Jr, Felder, D. L. & S. A. Earle (eds) *Gulf of Mexico origin, water, and biota*. 1 ed. Texas A & M University Press College Station 1393 pp.

Field, J. G., K. R. Clarke & R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*. 8:37-52.

Fitzhugh, K. 1984. Temporal and spatial patterns of the polychaete fauna on the central northern Gulf of Mexico continental shelf, pp. 211-225. *In* Hutchings, P.A. (ed.) *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*. The Linnean Society of New South Wales.

Folk, R. L. 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company Austin Texas 78703. 182 pp.

García, E. 1987. *Apuntes de climatología*. 3ª ed. Larios e hijos impresores. México, D. F. 153 pp.

Gómez-Rocha, G. 2010. *Estudio sedimentológico de la plataforma continental somera en el suroeste del Golfo de México, adyacente al río Papaloapan*. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 113 pp.

- Granados-Barba, A. 2001. *Los poliquetos bénticos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: Estructura comunitaria e impacto ambiental*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 149 pp.
- Granados-Barba, A. 2011. Gusanos Anillados Marinos (Annelida: Polychaeta). Pp. 569-579. Sección Diversidad de Especies, Invertebrados. **In:** Cruz-Angón, A. (Coord.). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Vol. II. CONABIO - Gob. Edo. Veracruz - Universidad Veracruzana - Instituto de Ecología, A.C., México. ISBN: 978-607-7607-51-9.
- Granados-Barba, A. & V. Solís Weiss. 1994. New records of the polychaetous annelids (order: Eunicida) from the Southeastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 54(2): 420-427
- Granados-Barba, A. & V. Solís Weiss. 1997a. The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae and Pilargidae with description of *Ophioglycera lyra* a new species and comments on *Goniada distorta* Moore and *Scoloplos texana* Maciolek and Holland, Orbiniidae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 110(-3):457-470.
- Granados-Barba, A. & V. Solís Weiss. 1997b. The polychaetous annelids of the oil platforms area from the southeastern Gulf of Mexico: Orbiniidae and Cossuridae. *Bulletin of Marine Science* 61(3): 549-557.
- Granados-Barba, A. & V. Solís Weiss. 1998. Les Spionidae (Annélides, Polychètes) de la zone des puits pétroliers de la région méridionale du Golfe du Mexique. *Vie et Milieu*. 48(2):111-119.
- Granados-Barba, A., V. Solís-Weiss, M. A. Tovar-Hernández & V. Ochoa Rivera. 2003. Distributions and diversity of the Syllidae (Annelida: Polychaeta) from the Mexican Gulf of Mexico and Caribbean. *Hydrobiologia*. 496: 337-345.

- Gray, J. S. 2000. The measurement of the marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250: 23-49.
- Gray, J. S. & M. Elliot. 2009. *Ecology of Marine Sediments. From science to Management*. Second Edition. Oxford University Press. 215 pp.
- Gutiérrez de Velasco G. & C. D. Winant. 1996. Seasonal patterns of wind stress and wind stress curl over the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*. 101: 18127-18140.
- Harper, D. E., McKinney, L. D., Salzer, R. R. & R. J. Case. 1981. The occurrence of hypoxic bottom water off the upper Texas coast and its effects on the benthic biota. *Contributions in Marine Science*. 23:53-79.
- Hartman, O. 1951. The littoral marine annelids of the Gulf of Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science*. 2 (1): 124 pp.
- Hermant, R., Salen-Picard, Ch., Alliot, E. & C. Degiovanni. 2008. Macrofaunal density, biomass and composition of estuarine sediments and their relationship to the river plume of Rhone River (NW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 79:367-376.
- Hernández-Arana, H. A. 1995. *El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bénticas tropicales*. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN-Mérida. México. 204 pp.
- Hernández-Alcántara, P. 2002. *Composición y Estructura de las comunidades de Poliquetos (Annelida: Polychaeta) Bénticos de la plataforma Continental del Golfo de California*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 196 pp.
- Hernández-Téllez, J. & J. Salgado-Rivero. 1996. *Masas de agua en la costa de la ciudad de Veracruz, Ver. (MACCV), enero 1995 a febrero de 1996*. Reporte técnico, D. G. O. M., Secretaría de Marina. 39 pp.

- Keylock, C. J. 2005. Simpson diversity and the Shannon-Wiener index as special cases of a generalized entropy. *OIKOS*. 109 (1): 203-207.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 3th ed. Harper and Row. New York. 800 pp.
- Kruskal, B. S. & M. Wish. 1991. *Multidimensional scaling. Quantitative applications in the social sciences*. USA. Beverly Hill, California, Sage Publications, 16 edition.
- Krutak, P.R. 1997. Petrography and provenance of siliclastic sediments, Veracruz-Antón Lizardo Reefs, México. In. *Paleoceanography and paleoclimatology in the northwest Pacific region*. (J. San-Joon Jan and Y. Hi-11., Eds.) Special Issue 3, Ocean Research. 19:231-243.
- López-Granados, E. M. 1993. *Estudio ecológico de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de las familias Spionidae, Nephtyidae y Nereididae de la sonda de Campeche, México*. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México 90. pp.
- Magurran, A. E. 1989. *Ecological, Diversity and its Measurement*. Princenton University Press. N. J. USA 179 pp.
- Marín-Guzmán, A. P. 2009. *Estudio de sedimentos superficiales de la plataforma continental somera, frente al Río Jamapa, Veracruz, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.
- Méndez-Ubach, M. N., V. Solís-Weiss & A. Carranza-Edwards. 1986. La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de las playas del Estado de Veracruz. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 13(3): 45-56.
- Méndez-Ubach, M. N. & V. Solís-Weiss. 1987. Estudio preliminar de las Familias de Anélidos Poliquetos y su relación con el tipo de sedimento y contenido de materia orgánica en el sureste del Golfo de México.

Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco.

- Miranda Vázquez, L. A. 1993. *Estudio de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental externa de sur del Golfo de México.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 148 pp.
- Molina-Ruiz, M. A. 1998. *Riqueza de especies, abundancia y distribución de crustáceos peracáridos asociados a los principales abanicos costeros del suroeste del Golfo de México.* Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 118 pp.
- Monreal-Gómez, M. A. & D. A. Salas de León. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. *In*. Lavín, M. F. (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía física en México.* Unión Geofísica Mexicana. Monografía No.3. pp. 183-199.
- Nowlin, W. D. & H. J. McLellan. 1967. A characterization of Gulf of Mexico waters in Winter. *Journal of Marine Research.* 25:29-59.
- Perkins, T. H. & T. Savage. 1975. A bibliography and checklist of Polychaetous Annelids of Florida, the Gulf of Mexico, and the Caribbean Region. *Florida Marine Research Publications.* (14): 1-62.
- Pielou, E. C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology.* Wiley, New York. 385 pp.
- Rabalais, N. N., R. E. Turner & W. J. Wiseman Jr. 2002. Gulf of Mexico Hypoxia, A.K. A. "The dead zone". *Annual Review of Ecology and Systematics.* 33: 235-263.
- Rabalais, N. 2004. Hipoxia en el Golfo de México. *In*: Caso, M., I. Pisanty & E. Ezcurra (eds.). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México.* Vol. 2 Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). pp. 773-790.

- Raz-Guzmán, A., De la Lanza, G. & L. A Soto. 1992. Caracterización Ambiental y $\delta^{13}\text{C}$ del sedimento, detrito y vegetación del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 40 (2): 215 – 225.
- Rhoads, D. C., Boesch, D. F., Zhican T., Fengshan, X., Liqiang, H. & Nilsen, K. J. 1985. Macrobenthos and sedimentary facies on the Changjiang delta platform and adjacent continental shelf, East China Sea. *Continental Shelf Research*. 4:189-213.
- Rioja, E. 1946. Estudios Anelidológicos XIV. Observaciones sobre algunos poliquetos de las costas del Golfo de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 17: 194-203.
- Rioja, E. 1959. Estudios Anelidológicos XXII. Datos para el conocimiento de la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 29(1-2): 219-301.
- Rioja, E. 1960. Estudios Anelidológicos XXIV. Adiciones a la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 31: 289-316.
- Rioja, E. 1961. Estudios Anelidológicos XXV. Un nuevo género de la familia *Pareulepidae* del Golfo México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 32(1-2): 235-249.
- Rodríguez Villanueva, L. V. 1993. *Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México: abundancia, distribución y diversidad*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 128 pp.
- Rojas-López, R. 2004. *Los anélidos poliquetos asociados a sustratos blandos de la Bahía de Campeche, Golfo de México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 97 pp.
- Rojas-López, R. 2007. Estructura comunitaria de la microinfauna bentónica y calidad ambiental de la Bahía de Campeche en tres temporadas de

nortes. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Rosales-Hoz, L., J. J. Kasper-Zubillaga, A. Carranza-Edwards & O. Celis-Hernández. 2008. Geochemical composition of surface sediments near Isla Sacrificios coral reef ecosystem, Veracruz, Mexico. *Hidrobiológica* 18(2):55-165.
- Ruiz-del Campo, V. X. 1989. *La microfauna de ostrácodos y foraminíferos bentónicos del abanico aluvial del Río Tuxpan*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 99 pp.
- Salas-Pérez, J. J. & A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera*. 21(3): 281-301.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnology and Oceanography*. 5: 138-153.
- Sánchez-García, L. 1995. *Efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del Banco de Campeche, México*. Tesis de Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida. México. 178 pp.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Blume, Madrid, España. 832 pp.
- Solís-Weiss, V., V. Rodríguez-Villanueva, A. Granados-Barba, V. Ochoa Rivera, L. Miranda Vázquez & P. Hernández-Alcántara. 1994. The annelid polychaete populations of the order Eunicida from the southern Gulf of Mexico. *Mémoires du Museum National d'histoire Naturelle*. 162: 559-566.
- Solís-Weiss, V., A. Granados-Barba, V. Rodríguez-Villanueva, L. Miranda Vázquez, V. Ochoa Rivera & P. Hernández-Alcántara. 1995. The lumbrinerids of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*. 92:61-75.

- Solís-Weiss, V., A. Granados-Barba, V. Ochoa Rivera, A. Corona-Rodríguez & I. Palomar-Morales. 1995. Atlas de Anélidos poliquetos de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México. *Informe final del Proyecto CONABIO-UNAM PO52*. 3 vols. 990 pp.
- Spellerberg, I. F. & P. J. Fedor. 2003. A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the "Shannon-Wiener" Index. *Global Ecology & Biogeography*. 12: 177-179.
- Tovar-Hernández, M. A., A. Granados-Barba & V. Solís-Weiss. 2002. *Typosyllis papillosus* a new species (Annelida: Polychaeta) from the southwest Gulf of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 115(4): 760-768.
- Uebelacker, J. M. & P. G. Johnson. 1984. *Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Prepared for the Minerals Management Service under contract 14-12-001-29091*. Barry A. Vittor & Associates, Inc. Mobile, Alabama.
- Vidal, V. M., F. V. Vidal & J. M. Pérez-Molero. 1992. Collision of a loop current anticyclonic ring against the continental shelf slope of the western Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*. 50:559-588.
- Warwick, R. M. 1988. The level taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin*. 19: 259-268.
- Wheatcroft, R. A. 2006. Time-series measurement of macrobenthos abundance and sediment bioturbation intensity on a flood-dominated shelf. *Progress in Oceanography*. 71:88-122.
- Zavala-Hidalgo, J., S. L. Morley & J.J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical research*. 108:1-12.

ANEXO I

Coeficiente simple de Dominancia (CSD) de las especies con mayor densidad en las estaciones de la desembocadura del río La Antigua.

A4			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	40	21.05	21.05
<i>Aglaophamus verrilli</i>	40	21.05	42.11
<i>Goniada littorea</i>	25	13.16	55.26
<i>Owenia sp. A</i>	20	10.53	65.79
<i>Arabella (Arabella) iricolor</i>	10	5.26	71.05
<i>Kinbergonuphis simonisimony</i>	10	5.26	76.32
<i>Kinbergonuphis sp.1</i>	10	5.26	81.58
<i>Isolda pulchella</i>	5	2.63	84.21
<i>Notomastus americanus</i>	5	2.63	86.84
<i>Magelona sp. L</i>	5	2.63	89.47

A7			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	90	26.47	26.47
<i>Magelona sp. L</i>	50	14.71	41.18
<i>Scoletoma verrilli</i>	45	13.24	54.41
<i>Sthenolepis sp. A</i>	25	7.35	61.76
<i>Magelona sp. G</i>	20	5.88	67.65
<i>Aglaophamus verrilli</i>	20	5.88	73.53
<i>Nephtys simoni</i>	15	4.41	77.94
<i>Cauleriella cf. alata</i>	10	2.94	80.88
<i>Diopatra tridentata</i>	10	2.94	83.82
<i>Notomastus americanus</i>	5	1.47	85.29

AM5			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	362.5	29.90	29.90
<i>Prionospio (M.) delta</i>	250	20.62	50.52
<i>Cossura delta</i>	87.5	7.22	57.73
<i>Prionospio (M.) sp. 2</i>	87.5	7.22	64.95
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	62.5	5.15	70.10
<i>Magelona sp. L</i>	50	4.12	74.23
<i>Notomastus americanus</i>	37.5	3.09	77.32
<i>Tharyx cf. annulosus</i>	37.5	3.09	80.41
<i>Lumbrineris cingulata</i>	37.5	3.09	83.51
<i>Mediomastus californiensis</i>	25	2.06	85.57

Continuación...			
A10			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	60	24.00	24.00
<i>Websterinereis tridentata</i>	25	10.00	34.00
<i>Scoletoma verrilli</i>	20	8.00	42.00
<i>Diopatra tridentata</i>	20	8.00	50.00
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	15	6.00	56.00
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	10	4.00	60.00
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10	4.00	64.00
<i>Prionospio (P.) dubia</i>	10	4.00	68.00
<i>Isolda pulchella</i>	5	2.00	70.00
<i>Notomastus americanus</i>	5	2.00	72.00
A5			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	60	26.09	26.09
<i>Kinbergonuphis sp.1</i>	25	10.87	36.96
<i>Lumbrineris cingulata</i>	15	6.52	43.48
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	15	6.52	50.00
<i>Cossura delta</i>	10	4.35	54.35
<i>Ophiogoniada Iyra</i>	10	4.35	58.70
<i>Scoletoma ernesti</i>	10	4.35	63.04
<i>Magelona sp. L</i>	10	4.35	67.39
<i>Nephtys sp. 1</i>	10	4.35	71.74
<i>Notomastus daueri</i>	5	2.17	73.91
A8			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	25	15.63	15.63
<i>Magelona sp. L</i>	20	12.50	28.13
<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	15	9.38	37.50
<i>Sthenelais sp. A</i>	15	9.38	46.88
<i>Notomastus americanus</i>	10	6.25	53.13
<i>Owenia sp. A</i>	10	6.25	59.38
<i>Aricidea (Allia) claudiae</i>	10	6.25	65.63
<i>Laonice cirrata</i>	10	6.25	71.88
<i>Prionospio (P.) dubia</i>	10	6.25	78.13
<i>Dasybranchus lunulatus</i>	5	3.13	81.25
A11			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Sthenolepis sp. A</i>	15	21.43	21.43
<i>Scoletoma verrilli</i>	10	14.29	35.71
<i>Kinbergonuphis sp.1</i>	10	14.29	50.00

Continuación...

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma ernesti</i>	5	7.14	57.14
<i>Scoletoma tenuis</i>	5	7.14	64.29
<i>Nephtys incisa</i>	5	7.14	71.43
<i>Owenia</i> sp. A	5	7.14	78.57
<i>Aricidea (Acmira) simplex</i>	5	7.14	85.71
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	5	7.14	92.86
<i>Prionospio (P.) dubia</i>	5	7.14	100.00

A6

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Cossura delta</i>	25	16.67	16.67
<i>Scoletoma verrilli</i>	20	13.33	30.00
<i>Aglaophamus verrilli</i>	15	10.00	40.00
<i>Notomastus tenuis</i>	10	6.67	46.67
<i>Nephtys incisa</i>	10	6.67	53.33
<i>Kinbergonuphis</i> sp.1	10	6.67	60.00
<i>Sthenolepis</i> sp. A	10	6.67	66.67
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	10	6.67	73.33
<i>Notomastus daueri</i>	5	3.33	76.67
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	5	3.33	80.00

A9

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	30	26.09	26.09
<i>Nephtys</i> sp. 1	15	13.04	39.13
<i>Cossura delta</i>	10	8.70	47.83
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	10	8.70	56.52
<i>Notomastus americanus</i>	5	4.35	60.87
<i>Monticellina baptistae</i>	5	4.35	65.22
<i>Goniada maculata</i>	5	4.35	69.57
<i>Lumbrineris cingulata</i>	5	4.35	73.91
<i>Magelona polydentata</i>	5	4.35	78.26
<i>Magelona</i> sp. L	5	4.35	82.61

A12

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Cossura delta</i>	30	23.08	23.08
<i>Scoletoma verrilli</i>	15	11.54	34.62
<i>Kinbergonuphis</i> sp.1	10	7.69	42.31
<i>Owenia</i> sp. A	10	7.69	50.00
<i>Laonice cirrata</i>	10	7.69	57.69
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	5	3.85	61.54
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	5	3.85	65.38

Continuación...

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Monticellina baptisteeae</i>	5	3.85	69.23
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	5	3.85	73.08
<i>Marphysa cf. disjuncta</i>	5	3.85	76.92

B) Coeficiente simple de Dominancia (CSD) de las especies con mayor densidad en las estaciones de la desembocadura del Río Jamapa.

J5

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Owenia sp. A</i>	325	33.16	33.16
<i>Aglaophamus verrilli</i>	90	9.18	42.35
<i>Meredithia uebelackerae</i>	75	7.65	50.00
<i>Notomastus americanus</i>	65	6.63	56.63
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	65	6.63	63.27
<i>Magelona sp. G</i>	45	4.59	67.86
<i>Scoletoma verrilli</i>	40	4.08	71.94
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	20	2.04	73.98
<i>Magelona sp. L</i>	15	1.53	75.51
<i>Scoloplos cf. rubra</i>	15	1.53	77.04

J16

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Aglaophamus verrilli</i>	85	20.00	20.00
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	75	17.65	37.65
<i>Meredithia uebelackerae</i>	55	12.94	50.59
<i>Cossura delta</i>	15	3.53	54.12
<i>Lumbricalus januarii</i>	15	3.53	57.65
<i>Scoletoma verrilli</i>	15	3.53	61.18
<i>Orbinia sp. 1</i>	15	3.53	64.71
<i>Sthenelais sp. A</i>	15	3.53	68.24
<i>Mediomastus californiensis</i>	10	2.35	70.59
<i>Notomastus tenuis</i>	10	2.35	72.94

J19

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Aglaophamus verrilli</i>	85	15.89	15.89
<i>Notomastus hemipodus</i>	75	14.02	29.91
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	60	11.21	41.12
<i>Meredithia uebelackerae</i>	35	6.54	47.66
<i>Sthenelais sp. A</i>	30	5.61	53.27
<i>Terebellides cf. lanai</i>	30	5.61	58.88
<i>Orbinia sp. 1</i>	25	4.67	63.55
<i>Kinbergonuphis cf. orenzansi</i>	20	3.74	67.29

Continuación...

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Linopherus canariensis</i>	15	2.80	70.09
<i>Cossura delta</i>	15	2.80	72.90

J7

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	95	18.45	18.45
<i>Aglaophamus verrilli</i>	85	16.50	34.95
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	50	9.71	44.66
<i>Magelona</i> sp. G	40	7.77	52.43
<i>Notomastus hemipodus</i>	25	4.85	57.28
<i>Notomastus americanus</i>	15	2.91	60.19
<i>Cossura delta</i>	15	2.91	63.11
<i>Lumbricalus januarii</i>	15	2.91	66.02
<i>Magelona polydentata</i>	15	2.91	68.93
<i>Orbinia</i> sp. 1	15	2.91	71.84

J25

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	135	21.09	21.09
<i>Cossura delta</i>	95	14.84	35.94
<i>Scoletoma verrilli</i>	75	11.72	47.66
<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	65	10.16	57.81
<i>Meredithia uebelackerae</i>	45	7.03	64.84
<i>Aricidea (Allia) claudiae</i>	30	4.69	69.53
<i>Notomastus tenuis</i>	20	3.13	72.66
<i>Orbinia</i> sp. 1	20	3.13	75.78
<i>Sigambra tentaculata</i>	20	3.13	78.91
<i>Aglaophamus verrilli</i>	15	2.34	81.25

J24

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Goniadides carolinae</i>	25	20.00	20.00
<i>Glycera oxycephala</i>	15	12.00	32.00
<i>Lumbrineris cingulata</i>	15	12.00	44.00
<i>Lepidasthenia varius</i>	10	8.00	52.00
<i>Sthenelais</i> sp. A	10	8.00	60.00
<i>Mediomastus californiensis</i>	5	4.00	64.00
<i>Lumbrinerides crassicephala</i>	5	4.00	68.00
<i>Scoletoma tenuis</i>	5	4.00	72.00
<i>Scoletoma verrilli</i>	5	4.00	76.00
<i>Magelona riojai</i>	5	4.00	80.00

Continuación...

J23			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Pista</i> sp. 2	55	33.33	33.33
<i>Glycera oxycephala</i>	25	15.15	48.48
<i>Lumbrineris cingulata</i>	25	15.15	63.64
<i>Spiophanes bombyx</i>	10	6.06	69.70
<i>Chloeia viridis</i>	5	3.03	72.73
<i>Mediomastus californiensis</i>	5	3.03	75.76
<i>Magelona</i> sp. B	5	3.03	78.79
<i>Ceratocephale oculata</i>	5	3.03	81.82
<i>Armandia maculata</i>	5	3.03	84.85
<i>Scoloplos</i> cf. <i>rubra</i>	5	3.03	87.88

JM13			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma ernesti</i>	12.5	25.00	25.00
<i>Scoletoma verrilli</i>	12.5	25.00	50.00
<i>Aglaophamus verrilli</i>	12.5	25.00	75.00
<i>Orbinia</i> sp. 1	12.5	25.00	100.00

J21			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	125	30.49	30.49
<i>Orbinia</i> sp. 1	30	7.32	37.80
<i>Laonice cirrata</i>	20	4.88	42.68
<i>Scoletoma verrilli</i>	15	3.66	46.34
<i>Aglaophamus verrilli</i>	15	3.66	50.00
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	15	3.66	53.66
<i>Sthenelais</i> sp. A	15	3.66	57.32
<i>Notomastus hemipodus</i>	10	2.44	59.76
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	10	2.44	62.20
<i>Cossura delta</i>	10	2.44	64.63

J3			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	125	15.43	15.43
<i>Orbinia</i> sp. 1	85	10.49	25.93
<i>Prionospio</i> (M.) <i>delta</i>	70	8.64	34.57
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	55	6.79	41.36
<i>Aricidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>rubra</i>	50	6.17	47.53
<i>Aglaophamus verrilli</i>	35	4.32	51.85
<i>Aricidea</i> (<i>Aricidea</i>) <i>wassi</i>	30	3.70	55.56
<i>Mediomastus californiensis</i>	20	2.47	58.02
<i>Cossura delta</i>	20	2.47	60.49

Continuación...

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma ernesti</i>	20	2.47	62.96

J9

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	125	23.81	23.81
<i>Scoletoma verrilli</i>	50	9.52	33.33
<i>Orbinia</i> sp. 1	50	9.52	42.86
<i>Scoloplos</i> cf. <i>rubra</i>	30	5.71	48.57
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	25	4.76	53.33
<i>Cossura delta</i>	20	3.81	57.14
<i>Levinsenia gracilis</i>	20	3.81	60.95
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	15	2.86	63.81
<i>Lumbrineris cingulata</i>	15	2.86	66.67
<i>Ceratocephale oculata</i>	15	2.86	69.52

J22

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Orbinia</i> sp. 1	50	15.63	15.63
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	45	14.06	29.69
<i>Aglaophamus verrilli</i>	40	12.50	42.19
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	20	6.25	48.44
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	15	4.69	53.13
<i>Scoletoma verrilli</i>	15	4.69	57.81
<i>Notomastus daueri</i>	10	3.13	60.94
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	10	3.13	64.06
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	10	3.13	67.19
<i>Magelona</i> sp. G	10	3.13	70.31

J13

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i>	30	11.11	11.11
<i>Prionospio</i> (P.) <i>dubia</i>	25	9.26	20.37
<i>Notomastus lineatus</i>	15	5.56	25.93
<i>Aglaophamus verrilli</i>	15	5.56	31.48
<i>Kinbergonuphis</i> sp.1	15	5.56	37.04
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	15	5.56	42.59
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	10	3.70	46.30
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10	3.70	50.00
<i>Scoletoma ernesti</i>	10	3.70	53.70
<i>Sthenelais</i> sp. A	10	3.70	57.41

Continuación...

J11			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Scoletoma verrilli</i> (Perkins, 1979)	30	14.29	14.29
<i>Prionospio (M.) delta</i> (Hartman, 1965)	30	14.29	28.57
<i>Ophiogoniada lyra</i>	15	7.14	35.71
<i>Notomastus hemipodus</i>	10	4.76	40.48
<i>Nephtys simoni</i>	10	4.76	45.24
<i>Kinbergonuphis</i> sp. 1	10	4.76	50.00
<i>Sthenelais</i> sp. A	10	4.76	54.76
<i>Notomastus americanus</i>	5	2.38	57.14
<i>Notomastus daueri</i>	5	2.38	59.52
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	5	2.38	61.90

J1			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	40	12.90	12.90
<i>Scoletoma verrilli</i>	30	9.68	22.58
<i>Mediomastus californiensis</i>	15	4.84	27.42
<i>Neanthes micromma</i>	15	4.84	32.26
<i>Orbinia</i> sp. 1	15	4.84	37.10
<i>Notomastus americanus</i>	10	3.23	40.32
<i>Notomastus tenuis</i>	10	3.23	43.55
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	10	3.23	46.77
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	10	3.23	50.00
<i>Sigambra tentaculata</i>	10	3.23	53.23

JM14			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Cossura delta</i>	100	13.79	13.79
<i>Scoletoma verrilli</i>	87.5	12.07	25.86
<i>Orbinia</i> sp. 1	62.5	8.62	34.48
<i>Mediomastus californiensis</i>	37.5	5.17	39.66
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	37.5	5.17	44.83
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	37.5	5.17	50.00
<i>Tharyx</i> cf. <i>annulosus</i>	25	3.45	53.45
<i>Nephtys incisa</i>	25	3.45	56.90
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	25	3.45	60.34
<i>Aricidea (Acmira) rubra</i>	25	3.45	63.79

Coeficiente simple de Dominancia (CSD) de las especies con mayor densidad en las estaciones de la desembocadura del Río Papaloapan.

P25			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Neanthes micromma</i>	35	70.00	70.00
<i>Notomastus daueri</i>	10	20.00	90.00
<i>Goniada littorea</i>	5	10.00	100.00

P4			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Glycera oxycephala</i>	15	23.08	23.08
<i>Goniadides carolinae</i>	10	15.38	38.46
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	10	15.38	53.85
<i>Glycera brevicirris</i>	5	7.69	61.54
<i>Hemipodus roseus</i>	5	7.69	69.23
<i>Magelona riojai</i>	5	7.69	76.92
<i>Magelona</i> sp. B	5	7.69	84.62
<i>Rullierinereis mexicana</i>	5	7.69	92.31
<i>Levinsenia gracilis</i>	5	7.69	100.00

P18			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Meredithia uebelackerae</i>	15	42.86	42.86
<i>Sternaspis scutata</i>	10	28.57	71.43
<i>Lumbrineris cingulata</i>	5	14.29	85.71
<i>Scoletoma verrilli</i>	5	14.29	100.00

P7			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Glycera oxycephala</i>	35	33.33	33.33
<i>Apoprionospio dayi</i>	35	33.33	66.67
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10	9.52	76.19
<i>Mastobranchus variabilis</i>	5	4.76	80.95
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	5	4.76	85.71
<i>Goniada littorea</i>	5	4.76	90.48
<i>Magelona</i> sp. C	5	4.76	95.24
<i>Sthenelais</i> sp. 1	5	4.76	100.00

P8			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Notomastus americanus</i>	15	15.79	15.79
<i>Lumbrineris</i> sp. 1	15	15.79	31.58
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10	10.53	42.11
<i>Magelona</i> sp. G	10	10.53	52.63

Continuación..

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Magelona</i> sp. H	10	10.53	63.16
<i>Decamastus gracilis</i>	5	5.26	68.42
<i>Notomastus daueri</i>	5	5.26	73.68
<i>Notomastus hemipodus</i>	5	5.26	78.95
<i>Glycera oxycephala</i>	5	5.26	84.21
<i>Clymenella torquata</i>	5	5.26	89.47

P20

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10	33.33	33.33
<i>Notomastus americanus</i>	5	16.67	50.00
<i>Glycera oxycephala</i>	5	16.67	66.67
<i>Magelona</i> sp. G	5	16.67	83.33
<i>Apoprionospio dayi</i>	5	16.67	100.00

C) Coeficiente simple de Dominancia (CSD) de las especies con mayor densidad en las estaciones de la plataforma continental.

M22

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Synelmis</i> cf. <i>albini</i>	10	15.38	15.38
<i>Pista</i> sp. 2	10	15.38	30.77
<i>Polycirrus</i> cf. <i>plumosus</i>	10	15.38	46.15
<i>Eurythoe</i> sp.	5	7.69	53.85
<i>Leiocapitella</i> sp. A	5	7.69	61.54
<i>Glycera brevicirris</i>	5	7.69	69.23
<i>Lumbrinerides crassicephala</i>	5	7.69	76.92
<i>Magelona pitelkai</i>	5	7.69	84.62
<i>Aricidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>cerrutii</i>	5	7.69	92.31
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	5	7.69	100.00

M17

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Ceratonereis</i> sp. 1	55	29.73	29.73
<i>Aricidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>rubra</i>	15	8.11	37.84
<i>Paraehlersia</i> sp. 1	15	8.11	45.95
<i>Caulleriella</i> cf. <i>alata</i>	10	5.41	51.35
<i>Glycera oxycephala</i>	10	5.41	56.76
<i>Ceratocephale oculata</i>	10	5.41	62.16
<i>Scalibregma stenocerum</i>	10	5.41	67.57
<i>Eurythoe</i> spp.	5	2.70	70.27
<i>Grubeulepis mexicana</i>	5	2.70	72.97
<i>Grubeulepis</i> sp. A	5	2.70	75.68

Continuación...

M1			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Cossura delta</i>	37.5	12.00	12.00
<i>Scoletoma verrilli</i>	37.5	12.00	24.00
<i>Sthenolepis</i> sp. A	37.5	12.00	36.00
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	37.5	12.00	48.00
<i>Aphelochaeta</i> sp. 1	25	8.00	56.00
<i>Magelona</i> sp. L	25	8.00	64.00
<i>Sthenelais</i> sp. A	25	8.00	72.00
<i>Monticellina</i> sp. 1	12.5	4.00	76.00
<i>Lumbrineris cingulata</i>	12.5	4.00	80.00
<i>Scoletoma ernesti</i>	12.5	4.00	84.00

M6			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Sosane sulcata</i> Malmgren, 1866	12.5	25.00	25.00
<i>Nephtys incisa</i> Malmgren, 1865	12.5	25.00	50.00
<i>Diopatra tridentata</i>	12.5	25.00	75.00
<i>Syllis botosaneanui</i>	12.5	25.00	100.00

M26			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Magelona</i> sp. L	10	16.67	16.67
<i>Nephtys</i> sp. 1	10	16.67	33.33
<i>Sthenelais</i> sp. A	10	16.67	50.00
<i>Notomastus americanus</i>	5	8.33	58.33
<i>Aglaophamus</i> sp. 1	5	8.33	66.67
<i>Kinbergonuphis</i> sp.1	5	8.33	75.00
<i>Armandia maculata</i>	5	8.33	83.33
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	5	8.33	91.67
<i>Syllis botosaneanui</i>	5	8.33	100.00

M2			
Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Eurythoe</i> sp.	12.5	11.11	11.11
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	12.5	11.11	22.22
<i>Ninoe vargasi</i>	12.5	11.11	33.33
<i>Magelona</i> sp. L	12.5	11.11	44.44
<i>Sabaco</i> sp1	12.5	11.11	55.56
<i>Nephtys incisa</i>	12.5	11.11	66.67
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	12.5	11.11	77.78
<i>Sthenolepis</i> sp. A	12.5	11.11	88.89
<i>Prionospio</i> (P.) sp.1	12.5	11.11	100.00

Continuación...

M23

Especies	Densidad(orgs./m ²)	CSD	CSD Acumulado
<i>Notomastus americanus</i>	18.18	10.00	18.18
<i>Glycera tessellata</i>	18.18	10.00	36.36
<i>Cirrophorus lyra</i>	18.18	10.00	54.55
<i>Paraprionospio yokoyamai</i>	18.18	10.00	72.73
<i>Leiocapitella</i> sp. B	9.09	5.00	81.82
<i>Scoletoma tenuis</i>	9.09	5.00	90.91
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>orenzansi</i>	9.09	5.00	100.00

ANEXO II

Análisis de regresión lineal múltiple para la densidad, riqueza específica y diversidad en el total de estaciones (A, J, P y M), sin la variable ambiental de carbono orgánico, con sus análisis de varianza correspondientes.

Densidad

R= 0.5493, R²= 0.3017, R² ajustada= 0.1959

N=39	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(33)	p
Interacción			-15780	7165.403	-2.202	0.0347*
Profundidad	-0.427	0.1	-8.9	4.0	-2.180	0.0364*
Temperatura	0.357	0.1	649	282.6	2.296	0.0281*
Salinidad	0.210	0.16	24.8	19.31	1.286	0.2072
O2	-0.269	0.15	-260.5	147.09	-1.77	0.0858
Sedimento	-0.343	0.198	-2.7	1.57	-1.728	0.0931

Valores significativos *

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	889284	5	177856.9	2.852	0.03*
Residual	2057768	33	62356.6		
Total	2947052				

Valores significativos *

Riqueza

R= 0.5125, R²= 0.2627, R² ajustada= 0.151

N=39	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(33)	P
Interacción			-689.935	299.908	-2.300	0.027*
Profundidad	-0.414	0.2	-0.351	0.1	-2.056	0.047*
Temperatura	0.3715	0.1	27.490	11.8	2.323	0.026*
Salinidad	0.234	0.16	1.131	0.8	1.399	0.171
O2	-0.127	0.15	-4.994	6.15	-0.811	0.423
Sedimento	-0.237	0.204	-0.077	0.065	-1.165	0.252

Valores significativos *

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	1284.704	5	256.94	2.352	0.062
Residual	3604.886	33	109.239		
Total	4889.590				

Diversidad H'

R= 0.4284, R²= 0.1836, R² ajustada= 0.0599

N=39	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(33)	P
Interacción			-38.2914	23.6028	-1.62232	0.1142
Profundidad	-0.2376	0.2	-0.0150	0.01	-1.12172	0.27
Temperatura	0.2612	0.1	1.4454	0.9	1.55248	0.13
Salinidad	0.2838	0.17	0.1022	0.06	1.60625	0.1177
O2	0.1681	0.16	0.4946	0.48	1.02080	0.3147
Sedimento	-0.1698	0.214	-0.0041	0.005	-0.79075	0.4347

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	5.0215	5	1.00431	1.4843	0.2214
Residual	22.3276	33	0.67659		
Total	27.3492				

Análisis de regresión lineal múltiple para la densidad, riqueza específica y diversidad en las estaciones del río La Antigua, con sus análisis de varianza correspondiente.

Densidad

R= 0.9861, R²= 0.9725, R² ajustada= 0.9175

N=10	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(3)	p
Interacción			-73602.7	16494.51	-4.4622	0.02095*
%CO	0.7552	0.157	714.6	149.49	4.7803	0.01740*
Profundidad	-2.890	0.4	-132.6	21.4	-6.1866	0.00850*
Temperatura	1.1209	0.3	2466.9	779.7	3.1638	0.05072
Salinidad	0.2707	0.54	413.9	838.58	0.4936	0.65544
O2	0.1248	0.13	208.3	219.79	0.9475	0.41325
Sedimento	-2.0926	0.283	-24.7	3.35	-7.3808	0.00514*

Valores significativos *

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	982710	6	163785	17.6913	0.01928*
Residual	27774	3	9257.9		
Total	1010484				

Valores significativos *

Riqueza

R= 0.8924, R²= 0.7965, R² ajustada= 0.3896

N=10	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(3)	p
Interacción			-930	592.942	-1.568	0.214
%CO	1.264	0.429	15.813	5.373	2.942	0.060
Profundidad	-2.761	1.2	-1.674	0.7	-2.172	0.118
Temperatura	-1.570	0.9	-45.675	28	-1.629	0.201
Salinidad	2.999	1.49	60.598	30.14	2.010	0.137
O2	-0.188	0.35	-4.154	7.9	-0.525	0.635
Sedimento	-1.642	0.771	-0.256	0.12	-2.129	0.123

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	140.509	6	23.418	1.957	0.310
Residual	35.890	3	11.963		
Total	176.40				

Diversidad H'

R= 0.92591, R²= 0.8574, R² ajustada= 0.5723

N=10	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(3)	p
Interacción			-46.305	29.885	-1.549	0.219
%CO	1.121	0.359	0.843	0.27	3.115	0.052
Profundidad	-1.936	1	-0.070	0	-1.820	0.166
Temperatura	-3.132	0.8	-5.484	1.4	-3.882	0.0302*
Salinidad	4.390	1.24	5.341	1.51	3.515	0.039*
O2	-0.073	0.3	-0.097	0.39	-0.244	0.822
Sedimento	-1.033	0.645	-0.009	0.006	-1.601	0.207

Valores significativos *

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	P
Regresión	0.548	6	0.091	3.0075	0.19727
Residual	0.0911	3	0.0303		
Total	0.639				

Valores significativos *

Análisis de regresión lineal múltiple para la densidad, riqueza específica y diversidad en las estaciones de Jamapa, con sus análisis de varianza correspondientes.

Densidad

R= 0.8264, R²= 0.683, R² ajustadas= 0.4717

N=16	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(9)	p
Interacción			-64404.1	51738.50	-1.244	0.244
%CO	-0.172	0.278	-262.6	425.27	-0.617	0.552
Profundidad	-0.00004	0.2	-0.0	9.88	-0.00015	0.999
Temperatura	0.8319	0.5	2211.2	1356.06	1.63	0.137
Salinidad	0.484	0.89	297.0	549.86	0.54	0.602
O2	-0.8115	0.58	-578.6	416.71	-1.388	0.198
Sedimento	-0.2639	0.246	-2.6	2.39	-1.072	0.311

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	691776	6	115296.1	3.233008	0.0559
Residual	320959	9	35662.2		
Total	1012736				

Riqueza

R= 0.5413, R²= 0.293, R² ajustada= - 0.1782

N=16	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(9)	p
Interacción			-522.815	3055.871	-0.171086	0.867
%CO	-0.245	0.416	-14.800	25.118	-0.589217	0.5702
Profundidad	0.184	0.4	0.266	0.5	0.456288	0.6589
Temperatura	0.271	0.7	28.516	80	0.356037	0.73001
Salinidad	-0.188	1.33	-4.561	32.47	-0.140448	0.8913
O2	-0.108	0.87	-3.072	24.61	-0.124829	0.9034
Sedimento	-0.157	0.367	-0.061	0.141	-0.429039	0.6779

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	464.074	6	77.345	0.6217	0.7102
Residual	1119.676	9	124.408		
Total	1583.750				

Diversidad H'R= 0.4708, R²= 0.2217, R² ajustada= -0.2971

N=16	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de B	T(9)	p
Interacción			-38.412	217.264	-0.1768	0.863
%CO	-0.0587	0.437	-0.239	1.785	-0.134	0.896
Profundidad	0.5134	0.4	0.0503	0	1.211	0.256
Temperatura	0.2840	0.7	2.0229	5.6	0.355	0.730
Salinidad	-0.2003	1.4	-0.329	2.3	-0.142	0.889
O2	0.1754	0.91	0.335	1.74	0.1915	0.852
Sedimento	-0.0304	0.385	-0.0008	0.01	-0.0788	0.938

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	1.612	6	0.268	0.427	0.84
Residual	5.659	9	0.628		
Total	7.272				

Análisis de regresión lineal múltiple para la densidad, riqueza específica y diversidad en las estaciones de Papaloapan, con sus análisis de varianza correspondientes.

DensidadR=1.0, R²=1.0, R² ajustada=1.0

N=6	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de Beta	T(0)	p
Interacción			2038.303			
	1.590		92.966			
%CO	-0.203		-2.455			
Profundidad	-3		-15.778			
Salinidad	-5.7		-494.070			
O2	8.6		5.754			
Sedimento			2038.303			

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	4833.33	5	966.66		
Residual	-0	0			
Total	4833.33				

Riqueza

R=1.0, R²=1.0, R² ajustada=1.0

N=6	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de Beta	T(0)	p
Interacción			242.646			
%CO	0.149		0.965			
Profundidad	-0.3		-0.444			
Salinidad	-4.39		-2.5093			
O2	-5.23		-50.026			
Sedimento	8.549		0.630			

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	58.833	5	11.766		
Residual	-0	0			
Total	58.833				

Diversidad H'

R=1.0, R²=1.0, R² ajustada =1.0

N=6	Beta	Error estandar de Beta	B	Error estandar de Beta	T(0)	p
Interacción			43.075			
%CO	-0.344		-0.528			
Profundidad	-0.3		-0.103			
Salinidad	-3.66		-0.497			
O2	-3.44		-7.831			
Sedimento	6.264		0.109			

Anova

	Suma de cuadrados	g.l	Media de cuadrados	F	p
Regresión	3.325	5	0.665		
Residual	-0	0			
Total	3.325				