



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

INVERTEBRADOS ASOCIADOS AL SISTEMA RADICULAR DE
Eichhornia crassipes (Mart.) **Solms** DURANTE LA EPOCA
DE LLUVIAS (2001) EN EL SISTEMA LAGUNAR DE
ALVARADO, VERACRUZ, MEXICO.

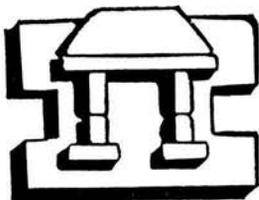
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

DIANA PATRICIA LOPEZ ANAYA



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA.

2002



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.

ASESOR

M. en C. Arturo Rocha Ramírez.

SINODALES

Dr. Sergio Cházaro Olvera

M. en C. Jonathan Franco López

M. en C. Rafael Chávez López

Biól. Angel Morán Silva

DEDICATORIA.

Dedicado con mucho cariño, respeto y agradecimiento a mis padres

Noel y Lupita

Dedicado con todo mi amor a mi hija

Sofia

INDICE.

IZT.

• Lista de Figuras	iii
• Lista de tablas	iv
• Resumen	v
• Introducción	1
• Antecedentes	3
• Objetivos	5
• Área de estudio	6
• Material y Métodos	8
• Resultados	11
• Discusión	23
• Conclusiones	37
• Literatura citada	39
• Apéndice 1	42
• Apéndice 2	45
• Apéndice 3	47

LISTA DE FIGURAS.

Fig. 1	Mapa de la zona de estudio.	7
Fig. 2	Salinidad promedio de cada uno de los meses de estudio.	11
Fig. 3	Conductividad y salinidad promedio de cada uno de los meses de estudio.	12
Fig. 4	Transparencia y turbidez promedio de cada uno de los meses de estudio.	12
Fig. 5	Oxígeno disuelto y turbidez promedio de cada uno de los meses de estudio.	13
Fig. 6	ACP de los parámetros físico químicos.	15
Fig. 7	Resultados de la prueba de asociación de Olmstead y Tukey.	17
Fig. 8	Densidad total de organismos dulceacuícolas, estuarinos y marinos en cada uno de los meses de estudio.	18
Fig. 9	Ordenación por MDS de las abundancias de las especies encontradas.	19
Fig. 10	Densidad total de organismos y salinidad promedio de cada uno de los meses de estudio.	20
Fig. 11	ACC de las especies y parámetros.	21

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1	Eigenvalores del ACP.	14
Tabla 2	Valores de diversidad, riqueza específica y valor de importancia en cada uno de los meses de estudio.	16
Tabla 3	Comparación con la fauna asociada a sedimentos y a praderas de pastos.	22

RESUMEN.

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es exportado a las lagunas costeras desde ríos y otros cuerpos de agua dulce por efecto del viento y corrientes acuáticas. Sus raíces flotantes influyen en la estructura de la comunidad de invertebrados ya que constituyen un refugio contra la depredación y la turbulencia, además de que su capacidad de retención y aporte de materia orgánica cambia la arquitectura del hábitat. La comunidad de invertebrados representa un eslabón entre la producción primaria y los consumidores secundarios; su composición puede variar según los cambios en la densidad de macrofitas, o por las condiciones físico químicas del cuerpo de agua. En diversos trabajos se han encontrado correlaciones positivas entre la densidad de organismos asociados a las raíces de *E. crassipes* y factores como el oxígeno disuelto y la conductividad. Se planteó conocer a los invertebrados asociados a las raíces de *E. crassipes* y analizar su distribución en el Sistema Lagunar de Alvarado durante la época de lluvias, para lo cual, de las muestras tomadas mensualmente de 12 estaciones de muestreo, se identificaron y contabilizaron los organismos hallados; y se tomaron en cuenta los valores de oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, transparencia, salinidad y conductividad. Con los datos de los parámetros físico químicos se realizaron comparaciones de los valores promedio de cada mes de salinidad y conductividad, transparencia y turbidez y del oxígeno disuelto y turbidez. También se analizó el comportamiento de la salinidad a lo largo del periodo de estudio y se realizó un ACP con todos los datos de parámetros físico químicos. Con los datos de abundancia de las especies se realizó la prueba de asociación de Olmstead y Tukey y una ordenación por MDS con datos transformados. Se obtuvieron para cada mes los valores del índice de diversidad Complemento de Simpson (1-D), el valor de importancia (P_i) y la riqueza específica (S). Se establecieron las densidades de organismos según su origen y se analizó su variación. Se obtuvieron valores de r^2 de la abundancia v_s . volumen radicular, densidad total v_s . salinidad y diversidad v_s . salinidad. Se calculó el porcentaje de frecuencia de lirio; se realizó un ACC con los datos de abundancia y los parámetros físico químicos, y finalmente se realizó una comparación de los invertebrados encontrados en el presente trabajo, con los encontrados en praderas de pastos sumergidos y en sedimentos en el Sistema Lagunar de Alvarado. Se encontró que la salinidad disminuyó a lo largo de los meses de estudio, de la misma manera que disminuyó la heterogeneidad ambiental en términos de la misma. Existió una estrecha relación entre la salinidad y la conductividad, entre la turbidez y la transparencia y entre la

turbidez y el oxígeno disuelto; los datos de éstos parámetros indicaron que la época de lluvias no se consolidó sino hasta después de Junio. Este hecho fue comprobado en el ACP (72.88% de varianza explicada), mismo que separó a las estaciones de los meses trabajados en dos conjuntos: uno correspondiente al inicio de la época (Junio y Julio), que se caracterizó por valores altos de salinidad, conductividad y oxígeno disuelto; y el segundo correspondiente al apogeo de la época (Agosto y Septiembre) donde hubo valores bajos de salinidad y conductividad, y valores de intermedios a bajos de oxígeno disuelto. Se encontraron 78 especies de las cuales la mayoría (47.43%) fueron clasificadas como frecuentes y abundantes en la prueba de Olmstead y Tukey. Los valores de diversidad se mantuvieron por arriba de 0.8 en todos los meses, a pesar de la alta dominancia presentada en todos los meses (hasta 65%) con especies como *Fossaria* sp. entre otras. La ordenación por MDS (estrés=0.214) encontró una gran similitud entre las estaciones de Septiembre y por otro lado, entre las de Agosto, debido a la presencia de *S. terebrans* y de *I. spinifer* respectivamente. Las especies marinas fueron las más pobremente representadas, debido a las condiciones de baja salinidad en el Sistema, al contrario de las dulceacuícolas, que se vieron favorecidas por ésta condición. Existió una fuerte correlación ($r^2=0.714$) entre la salinidad y la densidad total de organismos, debido a que ambas están ligadas al constante flujo de agua dulce propio de ésta época. La débil correlación ($r^2=0.133$) entre el volumen radicular y la abundancia de organismos habla de que la distribución de éstos obedece a factores propios de su morfología y en menor medida a factores ambientales, tal y como lo mostró el ACC (78.20% varianza explicada), donde sólo *S. reticulatum* y *C. benthophilus* estuvieron relacionados significativamente con un parámetro, la conductividad. Se encontraron numerosas coincidencias entre los invertebrados asociados a lirio, praderas de pastos y sedimentos, lo que corrobora la idea del poblamiento del sedimento a partir de organismos provenientes de las raíces de lirio. La distribución de las especies no estuvo relacionada de manera significativa con alguno de los factores tomados en cuenta, sin embargo quedó clara la importancia del lirio como una fuente de sustento y protección.

INTRODUCCIÓN

La vegetación flotante tiene efectos sobre los cuerpos de agua donde se encuentra, ya que aporta grandes cantidades de materia orgánica, y propicia el agotamiento de oxígeno disuelto en el fondo (Bechara y Andreani, 1989), además influye en la estructura de las comunidades animales, al representar un refugio contra la turbulencia y la depredación, y afectando las cadenas tróficas debido a que provee de una gran superficie para el crecimiento del perifiton (Weatherhaed y James, 2001).

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) es una de las macrofitas flotantes que son exportadas a las lagunas costeras desde ríos y otros cuerpos de agua dulce por efecto del viento y corrientes acuáticas (Batzer *et al.*, 1999). Las raíces flotantes de *E. crassipes* acumulan depósitos de sedimento del río de donde provienen, así como partículas de materia orgánica producidas en el sitio donde llegan (Poi de Neiff y Carignan, 1997), lo cual junto con las altas velocidades de pérdida de biomasa de ésta macrofita (Pinto-Coelho y Barcelos, 1999) y su morfología, influyen en la arquitectura del hábitat que ofrecen las raíces (Albertoni *et al.*, 2001), y en la creación de una cadena alimenticia más compleja y rica (Masifwa *et al.*, 2001) al presentar una importante retención de invertebrados, cambiando la disponibilidad de éstos a otras comunidades como la de los peces o las aves (Poi de Neiff y Carignan, 1997).

La comunidad de invertebrados es importante en el funcionamiento de los sistemas acuáticos debido a que reciclan material detrítico y representan un eslabón entre la producción primaria y los consumidores secundarios, al manos en cuerpos de agua dulce (Weatherhead y James, 2001). Las variaciones en la composición de dicha comunidad ha sido atribuida a varios factores, siendo el principal, los cambios en la densidad de macrofitas acuáticas (Albertoni *et al.*, 2001), ya sea por las relaciones tróficas y el sustrato que éstas ofrecen (Masifwa *et al.*, 2001), o por la complejidad física del hábitat que originan, permitiendo una

mejor repartición de recursos y por tanto la coexistencia de un mayor número de especies (Downes *et al.*, 2000).

Otros factores que regulan de alguna manera a la comunidad de invertebrados son la biomasa y longitud de la raíz de la planta que la sostiene, y las condiciones físico-químicas tales como el oxígeno disuelto, la profundidad, la conductividad y otras (Bechara y Andreani, 1989; Poi de Neiff y Carignan, 1997; Toft, 2000; Albertoni *et al.*, 2001; Masifwa *et al.*, 2001; Weatherhaed y James, 2001; Boyero y Bailey, 2001).

ANTECEDENTES

Weatherhead y James (2001) reportaron que el tipo de sustrato, la biomasa de macrofitas y el detritus son factores que regulan directamente la distribución y abundancia de macro invertebrados, mientras que factores como la profundidad y el movimiento del agua influyen indirectamente sobre éstas al controlar la distribución y abundancia de las macrofitas.

En un estudio realizado en la Laguna de Imboassica, Brasil (Albertoni *et al.*, 2001), acerca de los macro invertebrados asociados a la macroalga *Chara*, se encontraron ácaros, nemátodos, insectos, moluscos, nereidos y crustáceos, siendo éste último grupo el mejor representado con 12 especies. Reportaron que existe correlación positiva entre la biomasa de *Chara* y la densidad total de organismos.

Bechara y Andreani (1989) estudiaron el macro bentos de una laguna en el valle de inundación del río Paraná, cubierta por *E. crassipes*, y encontraron que la densidad de organismos está correlacionada positivamente con la profundidad y el porcentaje de saturación de oxígeno; así mismo, reportaron que la variación en la composición taxonómica de quironómidos y oligoquetos está relacionada con las concentraciones de oxígeno disuelto y a los niveles del agua.

Paporello de Amsler reportó para los ríos Correntoso, y Paraná, Argentina (1983, 1987) los siguientes grupos asociados a las raíces de *E. crassipes*: celenterados, platelmintos, nemátodos, oligoquetos, cladóceros, ostracodos, copépodos, anfípodos, decápodos, ácaros, insectos y gasterópodos. Los grupos más abundantes fueron los copépodos, oligoquetos e insectos. Los grupos más pobremente representados fueron los ácaros, celenterados y moluscos.

En el trabajo llevado a cabo en la Planicie de inundación del río Paraná (Poi de Neiff y Carignan, 1997) se encontraron los siguientes organismos asociados a las

raíces de *E. crassipes*: oligoquetos, ostracodos, conostracos, anfipodos, decápodos, insectos, moluscos, hirudineos y ácaros. Los organismos que eran mayormente retenidos en las raíces eran pupas, larvas y ninfas de algunos insectos, algunos ostracodos y conostracos. En el mismo trabajo se reportó que las raíces con el mayor número de organismos, fueron aquellas que se encontraban más cercanas al río, y que el volumen de las raíces en los lirios, respondió fundamentalmente a factores físico químicos del agua tales como conductividad y oxígeno disuelto. Por otro lado, encontraron variaciones en la estructura trófica de los macro invertebrados a lo largo de los diferentes periodos hidrológicos estudiados.

Toft (2000) estudió a la comunidad de invertebrados asociados a las raíces de *E. crassipes* en el delta Sacramento-San Joaquín, encontrando grupos poco abundantes como hidrozorios, anélidos, gasterópodos, cladóceros y copépodos; y grupos abundantes como anfipodos, isópodos e insectos. Reportó que la variación anual es mínima con respecto a la composición de especies y que cuando los niveles de oxígeno en el sedimento son muy bajos, los organismos que usualmente lo habitan, colonizan las raíces de lirio bajo estas condiciones.

Masifwa *et al.* (2001) encontraron que el oxígeno disuelto es el factor que regula la distribución de macro invertebrados asociados a las raíces de *E. crassipes* en el Lago Victoria, Uganda; y que las plantas que se encontraban flotando libremente tenían una mayor abundancia y diversidad de macro invertebrados que aquellas que estaban en contacto con el fondo. El 58% de los organismos encontrados eran quironómidos, el 19% gasterópodos, el 7% efemerópteros, el 7% hirudineos, y un 9% de otros taxones.

OBJETIVO GENERAL

Conocer los invertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* y analizar la distribución dentro del Sistema Lagunar de Alvarado durante la época de lluvias.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar el comportamiento de los parámetros físico químicos en el sistema lagunar durante la época de lluvias (2001) .
- Identificar las especies de invertebrados asociadas a las raíces de *Eichhornia crassipes*.
- Analizar la distribución de las especies de invertebrados en las estaciones de colecta.
- Conocer los principales atributos comunitarios de la fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes*.
- Analizar las relaciones de la distribución de los organismos con factores fisicoquímicos de la laguna.
- Conocer la relación entre el volumen radicular y la abundancia.
- Comparar la composición faunística de los hábitats praderas de *Ruppia maritima*, sedimentos, y raíces de *Eichhornia crassipes*.

ÁREA DE ESTUDIO

El Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, se encuentra ubicado en las costas del Golfo de México en la región central del estado de Veracruz, entre los meridianos 95°44' y 95°57' de longitud oeste y 18°44' 18°52' de latitud norte, abarcando un área de 86,609 km².

El sistema está formado por tres lagunas: Camaronera, Buen País y Alvarado. La longitud aproximada del sistema es de 26 km desde la punta oeste de la Isla Vives hasta el extremo noreste de la laguna Camaronera; se conecta al mar mediante una boca de 400 m de longitud situada en el extremo sur. Actualmente hay un canal artificial de 2 m de diámetro que se localiza en la porción más estrecha de la barra, que conecta directamente al sistema lagunar con el mar a través de la laguna Camaronera (Contreras, 1993).

El complejo lagunar es somero, con una profundidad promedio de 2.5 m. En la boca principal y en el canal suplementario, se observan canales de mayor profundidad (10 m), así como deltas de marea, los cuales aunados al aporte fluvial y a la composición de los sedimentos, indican el patrón de circulación en la laguna y las zonas de mayor influencia marina y dulce (Contreras, 1993).

La distribución de la temperatura y principalmente la salinidad, son determinados por los aportes fluviales; éstos producen temperaturas y salinidades bajas en especial en el sur de la laguna, en donde se registran condiciones oligohalinas durante las épocas de lluvias y nortes (Contreras, 1993).

Las épocas climáticas se encuentran bien definidas, siendo la de lluvias durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre (Contreras, 1993).

La vegetación de los contornos del Sistema está dominada por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia nitida*), y mangle blanco

(*Laguncularia racemosa*); también se pueden encontrar praderas de pastos sumergidos (*Ruppia maritima* (Linnaeus, 1753)) y parches de lirio acuático arrastrados por las corrientes y los vientos de los ríos hacia el Sistema Lagunar, siendo éstos más abundantes durante la época de lluvias, llegando a cubrir grandes extensiones de las lagunas (INEGI, 1998).



Fig. 1. Mapa del área de estudio. Los números representan las estaciones de muestreo, cuyo nombre se encuentra en la sección de material y métodos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de éste estudio, fueron situadas las siguientes estaciones de muestreo (Fig. 1):

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Escollera | 7. Arbolillo |
| 2. Papaloapan I | 8. Buen País II |
| 3. Papaloapan II | 9. Buen País I |
| 4. Aneas | 10. Camaronera III |
| 5. Río Blanco | 11. Camaronera II |
| 6. Rastro | 12. Camaronera I |

Las muestras correspondieron a las colectas de los meses de lluvias; es decir, Junio, Julio, Agosto y Septiembre del 2001. Se tomaron muestras individuales de lirio, cortándolas en caso de que estuvieran unidas varias matas por estolones; éstas fueron tomadas de las partes someras cercanas a la orilla de la laguna en todas las estaciones cuando éste estuvo presente. Se colocaba una cubeta de 20 l por debajo del lirio, misma que al ser alzada, recogía a éste junto con un poco de agua circundante. El lirio era despojado de sus partes aéreas y las raíces depositadas en frascos de plástico con alcohol al 70%. El agua de la cubeta era entonces pasada por un filtro de 250 μm ; el filtrado resultante era colocado junto con las raíces en el frasco. Ya en el laboratorio, las raíces se lavaron con agua corriente a efecto de desprender los organismos que se encontraban adheridos a ellas; las suspensiones obtenidas de ésta forma, junto con el agua que venía en el frasco, fueron pasadas posteriormente por un filtro con una abertura de 250 μm . El volumen radicular (VR) fue obtenido por la técnica de volumen desplazado. Los datos de abundancia obtenidos fueron estandarizados a 500 ml.

Después del lavado de las raíces, se procedió a la separación e identificación de los organismos. Esta última se llevó a cabo con la ayuda de claves de identificación: Rocha *et al.*, (1996) para estadios larvales de carideos, peneidos, anomuros y braquiuros; Burch y Cruz (1987) para gasterópodos de agua dulce;

Pennak (1991) y Thorp (1991) para invertebrados dulceacuicolas; Kensley y Schotle (1989) para isópodos marinos; y Polhemus (1984) para hemípteros acuáticos y semiacuáticos. La identificación de cladóceros, e insectos fue llevada a cabo por especialistas. Se desecharon los organismos de origen terrestre.

Los datos hidrológicos que se tomaron en cuenta en el presente trabajo son oxígeno disuelto; temperatura; salinidad; turbidez; transparencia; y conductividad. Dichos datos fueron proporcionados por la sección de parámetros físico químicos del Laboratorio de Ecología de la FES Iztacala y corresponden a las doce estaciones de colecta en cada mes (excepto los registros de Aneas y Rastro de Septiembre).

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) por correlación de los parámetros físico químicos (ANACOM Versión 3.0); fue analizada la variación de la salinidad a lo largo de los meses de estudio y se realizaron gráficas para observar la relación entre la conductividad y la salinidad, entre la transparencia y la turbidez, y entre el oxígeno disuelto y la turbidez.

Con los datos de densidad de organismos se realizó la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995) obteniendo resultados en la escala espacial únicamente, debido a la brevedad del tiempo de estudio. Fueron obtenidos para cada mes los valores de diversidad por medio del Índice Complemento de Simpson (1-D), el valor de importancia ($P_i = n_i / N$) y la riqueza específica (S) (Krebs/Win Versión 0.95).

IZT.

Se eligió la ordenación por escalamiento multidimensional (MDS) para analizar la abundancia de las especies (SPSS 11.0 para Windows), ya que según afirman Rundle *et al.* (1998), ésta es la técnica más robusta en el análisis de datos comunitarios. Los datos de abundancia fueron transformados mediante la ecuación $y_{ij} = \log_e (y_{ij} + 1)$ (Biodiversity Pro Versión 2), para restar peso a las especies dominantes (Jongman *et al.*, 1995).



Se establecieron las densidades de organismos según su origen: dulceacuícolas, estuarinos y marinos, y se analizó su variación. Se tomaron en cuenta únicamente las densidades de los organismos cuya identidad taxonómica estaba plenamente identificada.

Fueron realizadas regresiones por mínimos cuadrados, obteniendo valores de r^2 , de la abundancia vs. volumen radicular de lirio, densidad total vs. salinidad, y diversidad vs. salinidad.

También se calculó el porcentaje de ocurrencia de lirio en los diferentes meses de estudio.

Para analizar la relación entre los parámetros físico químicos y la abundancia de las especies, se realizó una ordenación por la técnica de análisis canónico de correspondencias (ACC) (ANACOM Versión 3.0).

Finalmente se realizó la comparación de los organismos encontrados en el presente trabajo, con aquellos encontrados asociados el macro bentos en el Sistema Lagunar de Alvarado y a praderas de *Ruppia maritima* también en Alvarado, con base en los estudios realizados por García-Montes (1988) y Winfield (1999).

RESULTADOS.

Aspectos físico químicos.

La salinidad (‰) disminuyó a lo largo de los meses, teniendo que al principio de la temporada se presentaban en la laguna condiciones mesohalinas, y durante el apogeo y fin de la temporada, condiciones oligohalinas (clasificación de lagunas según la salinidad según Carriker, 1967 en De la Lanza y Cáceres, 1994); también se apreció que existe heterogeneidad ambiental, en términos de salinidad, la cual disminuyó al paso de los meses, siendo que durante Junio y Julio el intervalo de salinidad fue de 14-0 ‰, y en Septiembre es de sólo 4-0 ‰ (Fig. 2).

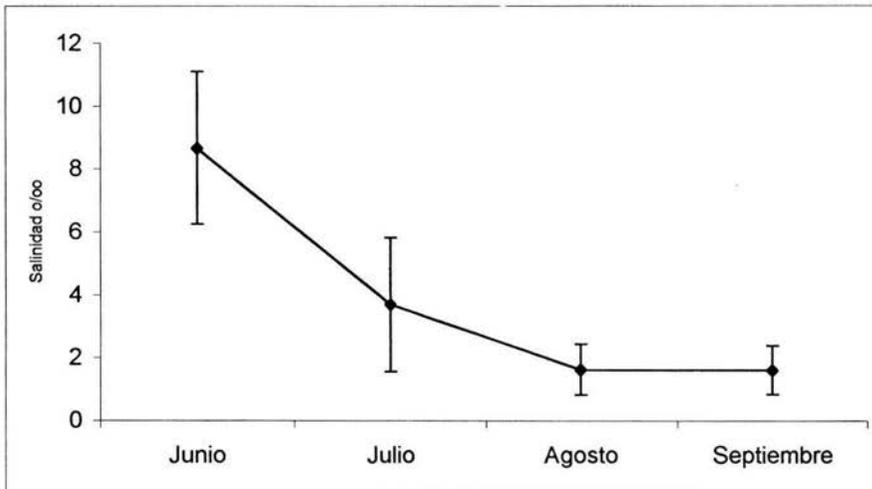


Fig. 2. Salinidad promedio presentada en cada uno de los meses de estudio. Las barras representan el error estándar de la media con $\alpha = 0.05$, G. L. n-1.

La salinidad y la conductividad estuvieron estrechamente relacionadas, los niveles de ambas comenzaron a descender después de Junio (Fig. 3). La turbidez y la transparencia también estuvieron muy relacionadas (Fig. 4), teniendo que mientras la primera aumentaba, la transparencia disminuía; ésta misma relación se encontró entre la turbidez y el oxígeno disuelto (Fig. 5). Observando las figuras 3, 4 y 5 queda claro que el comportamiento de los parámetros medidos fue muy diferente en el mes de Junio en comparación con el resto de los meses, indicando

que es hasta después de éste, cuando realmente comenzó la época de lluvias durante el 2001.

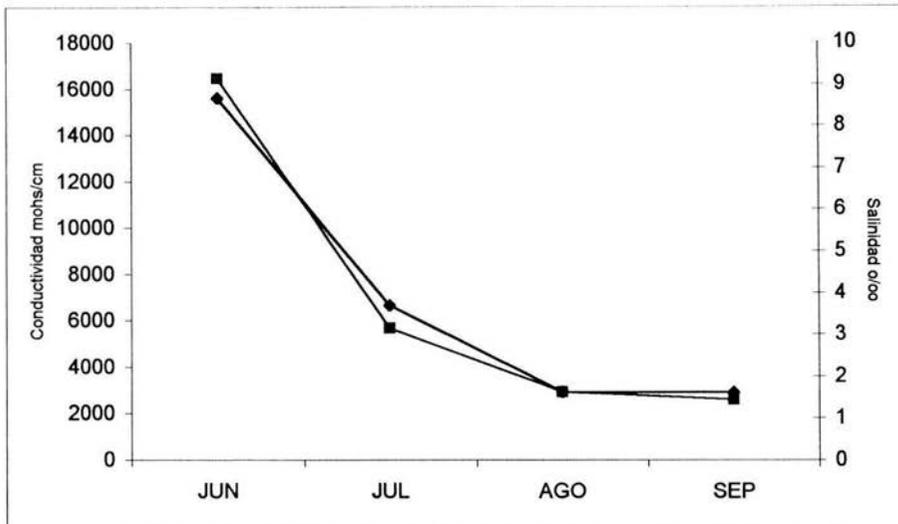


Fig. 3. Conductividad y salinidad promedio presentadas en cada uno de los meses de estudio.
□ conductividad ◇ salinidad

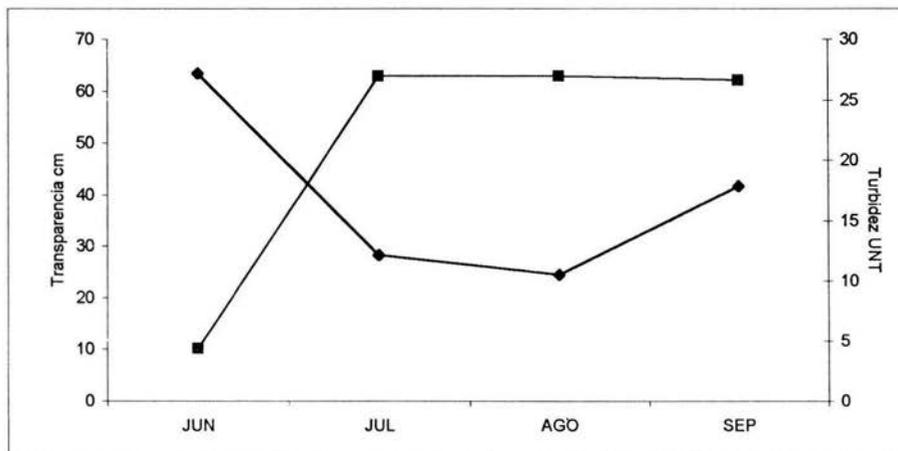


Fig. 4. Transparencia y turbidez promedio presentadas en cada uno de los meses de estudio.
□ turbidez ◇ transparencia

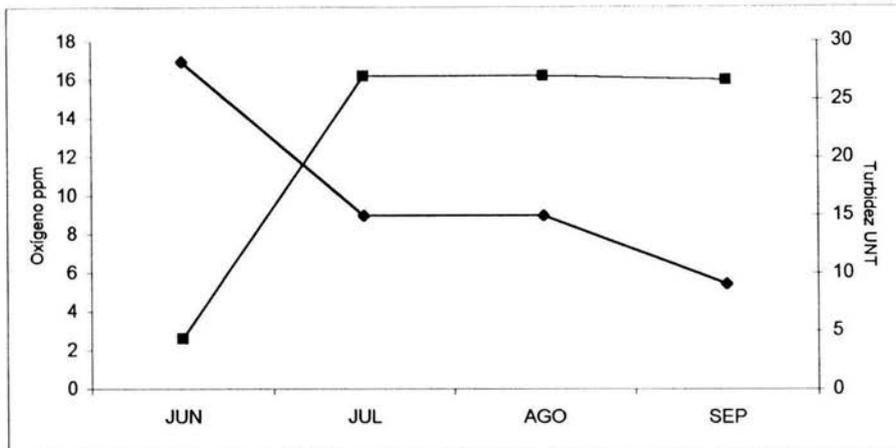


Fig. 5. Oxígeno disuelto y turbidez promedio presentados en cada uno de los meses de estudio.
 □ turbidez ◊ oxígeno disuelto

El ACP explicó en sus dos primeros componentes el 72.88% de la varianza; el primer componente fue explicado en mayor medida por la conductividad y la salinidad, y el segundo por el oxígeno disuelto (Tabla 1). La gráfica resultante (Fig. 6) mostró en la parte superior del cuadrante las estaciones con valores de oxígeno disuelto alto, y en la parte inferior aquellas con valores bajos del mismo parámetro. Del lado derecho del cuadrante estuvieron las estaciones con valores altos de conductividad y salinidad, mientras que en el lado opuesto se encontraron aquellas con valores bajos de ambos parámetros. Con base en esta última observación, se separó a la época de lluvias de 2001 en dos etapas: principio y apogeo.

Tabla 1. Resultados de los eigenvalores del ACP. CP = componente principal.

	EIGENVALORES		
	CP1	CP2	CP3
	3.370	1.003	0.852
VARIABLES			
Transparencia	0.327	-0.632	-0.364
Salinidad	0.484	0.318	0.225
Oxígeno	0.367	0.404	-0.494
Temperatura	0.327	-0.330	0.703
Conductividad	0.493	0.323	0.132
Turbidez	-0.418	0.352	0.247

Aspectos biológicos.

Se encontró un total de 79 especies, siendo los crustáceos el taxon mejor representado con 38, seguido del de los ácaros con 14, el de los moluscos con 12, e insectos, nematodos, nemerteos, anélidos y platelmintos con el restante (Apéndice 1).

Según la prueba de asociación de Olmstead-Tukey, el 47.43% de las especies fueron frecuentes y abundantes, el 39.74% especies poco frecuentes y poco abundantes, el 5% especies poco frecuentes y abundantes, y también el 5% especies frecuentes y poco abundantes. Las especies de mayor abundancia y frecuencia fueron (de mayor a menor) *Fossaria* sp., *Munna* sp. y Chironomidae; mientras que las especies de menor abundancia y frecuencia fueron (de menor a mayor) *Latonopsis australis* Sars 1888, *Callinectes rathbunae* Contreras 1930, y *Litoridinops* sp. (Fig. 7). *Fossaria* sp. y Chironomidae son organismos dulceacuícolas; sin embargo, el origen de *Munna* sp. es incierto. En cuanto a las especies poco frecuentes y poco abundantes, *C. rathbunae* es de origen estuarino, y *Litoridinops* sp. y *L. australis* son dulceacuícolas.

El mes que presentó la mayor riqueza específica fue Agosto con 59 especies, y el de menor riqueza fue Septiembre con 51; por otra parte, la diversidad tuvo su valor

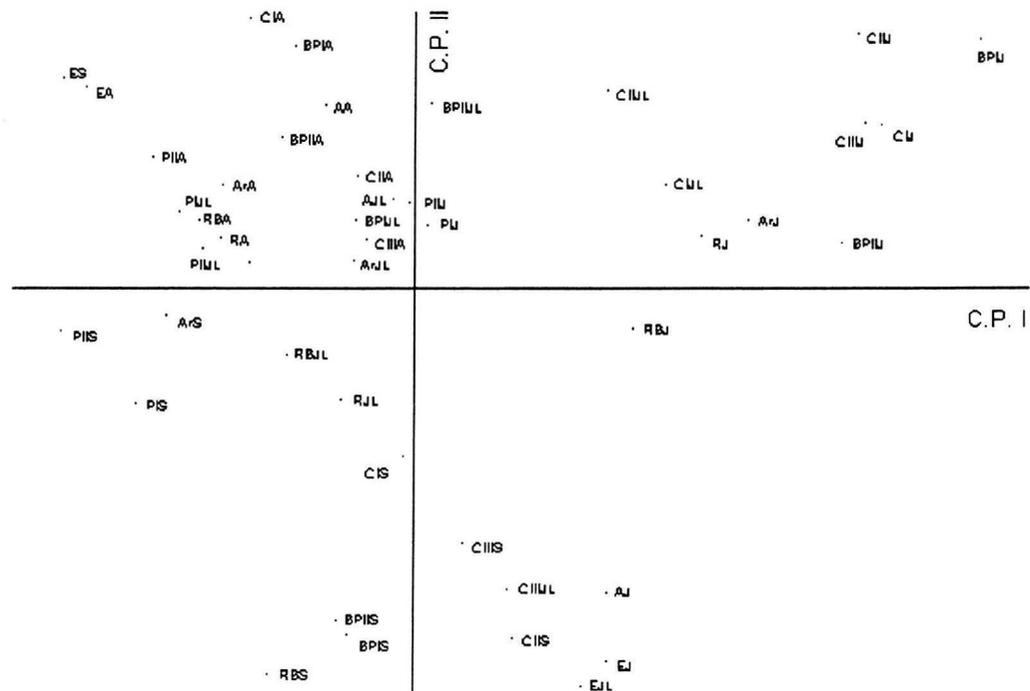


Fig. 6. Análisis de componentes principales de los parámetros físico químicos registrados en las estaciones de colecta durante todos los meses de estudio. Los nombres completos de las estaciones se encuentran en el Apéndice 2.

máximo durante Julio (0.945), y el más bajo en Agosto (0.843) (Tabla 2). La riqueza específica no siempre contribuyó a una mayor diversidad, atribuyéndose esto a los valores de importancia presentados por algunas especies. Para cada mes se tomaron en cuenta los valores de importancia de las cinco especies más dominantes para saber qué porcentaje del total de especies representaban ($\sum Pi \times 100$); así tenemos, que en Junio se registró el valor más alto con 65%, y en Julio el más bajo con 42%. *Fossaria* sp. y *Ostracoda* sp1 son las únicas especies que se encuentran dentro de las cinco más dominantes en todos los meses (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de diversidad de Simpson (1-D) y riqueza específica (S) presentados en cada uno de los meses de estudio. Valores de importancia (*Pi*) y porcentaje de dominancia de las cinco especies más importantes en cada mes.

MES	1-D	S	ESPECIES	<i>Pi</i> (%)
JUNIO	0.88	53	<i>Munna</i> sp.	25.519
			<i>Fossaria</i> sp.	16.911
			<i>Neritina virginea</i>	9.228
			O sp1	7.481
			Chironomidae	5.861
$\sum Pi$				65%
JULIO	0.945	58	<i>Grandidierella bonnieroides</i>	11.473
			O sp1	8.013
			<i>Cassidinidea ovalis</i>	7.815
			<i>Fossaria</i> sp.	7.767
			O sp4	6.942
$\sum Pi$				42.01%
AGOSTO	0.843	59	<i>Fossaria</i> sp.	36.132
			O sp1	8.219
			<i>Munna</i> sp.	8.109
			Chironomidae	4.951
			Culicidae	4.580
$\sum Pi$				61.99%
SEPTIEMBRE	0.876	51	O sp1	28.765
			<i>Fossaria</i> sp.	12.893
			O sp2	9.815
			<i>Ilyocryptus spinifer</i>	6.345
			O sp4	5.604
$\sum Pi$				63.42%

La ordenación por MDS tuvo un valor de estrés de 0.21440 (siendo el mínimo posible 0.005). En la gráfica resultante (Fig. 8), se observan dos grupos más o menos definidos, uno formado por las estaciones de Agosto, y otro por las de

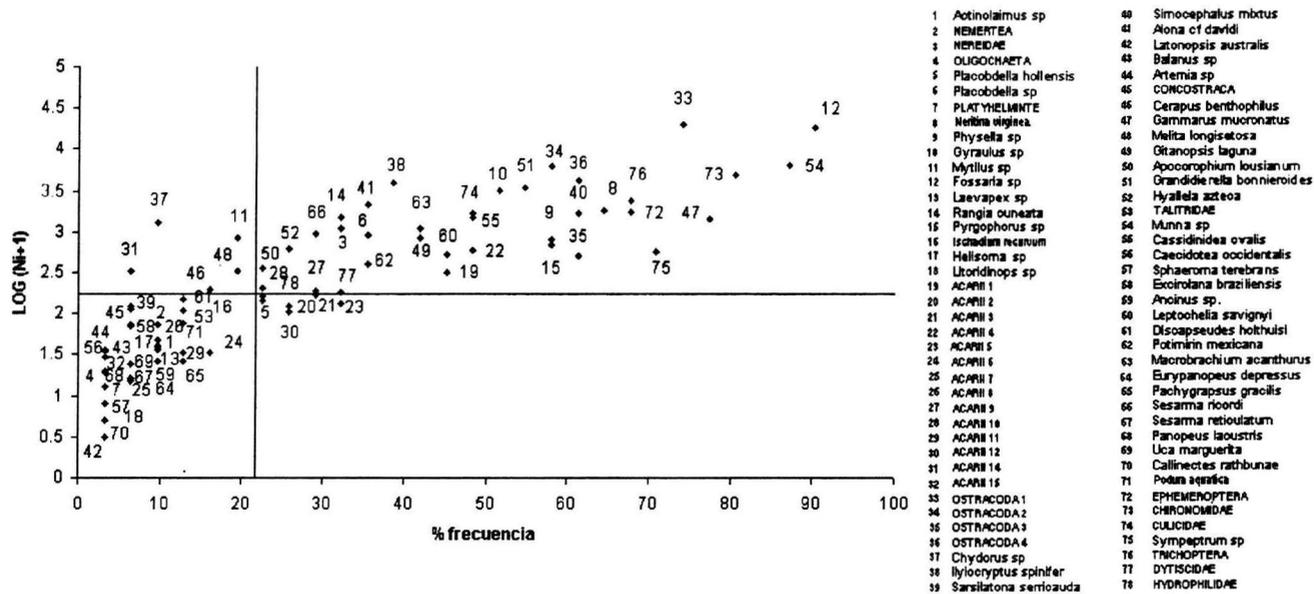


Fig. 7. Prueba de asociación de Olmstead y Tukey. La lista muestra la correspondencia entre los números de la gráfica y las especies que representan. Cuadrante I especies frecuentes y abundantes, cuadrante II poco frecuentes y abundantes, cuadrante III poco frecuentes y poco abundantes, IV frecuentes y poco abundantes.

Septiembre. Las estaciones de Junio y Julio se encontraron dispersas en todo el cuadrante, mostrando poca similitud entre ellas, con excepción de Papaloapan I y Papaloapan II de Junio.

La abundancia de las especies dulceacuícolas aumentó mes con mes, sobretodo de Julio a Agosto; la abundancia de especies estuarinas no tuvo grandes fluctuaciones, pero se encontraron en mayor número que las marinas, las cuales estuvieron pobremente representadas (Fig. 9).

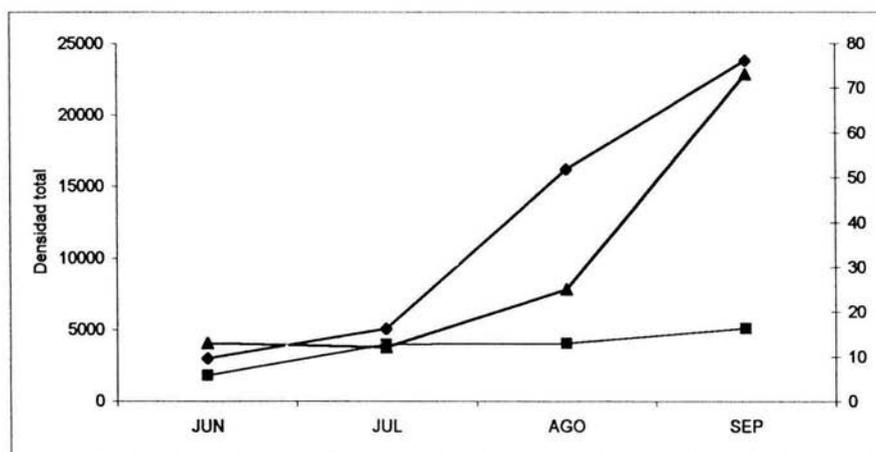


Figura 9. Densidad total de organismos dulceacuícolas, estuarinos y marinos presentada en cada uno de los meses de estudio. El segundo eje corresponde a las especies marinas.
 ◇ dulceacuícolas □ estuarinas △ marinas

La relación existente entre salinidad y densidad de organismos, tuvo una r^2 de 0.7140; sin embargo, la relación entre salinidad y diversidad tuvo una r^2 de sólo 0.017. En la figura 10 se observa la estrecha relación que existió entre la salinidad y la densidad de organismos, sobretodo a partir de Agosto.

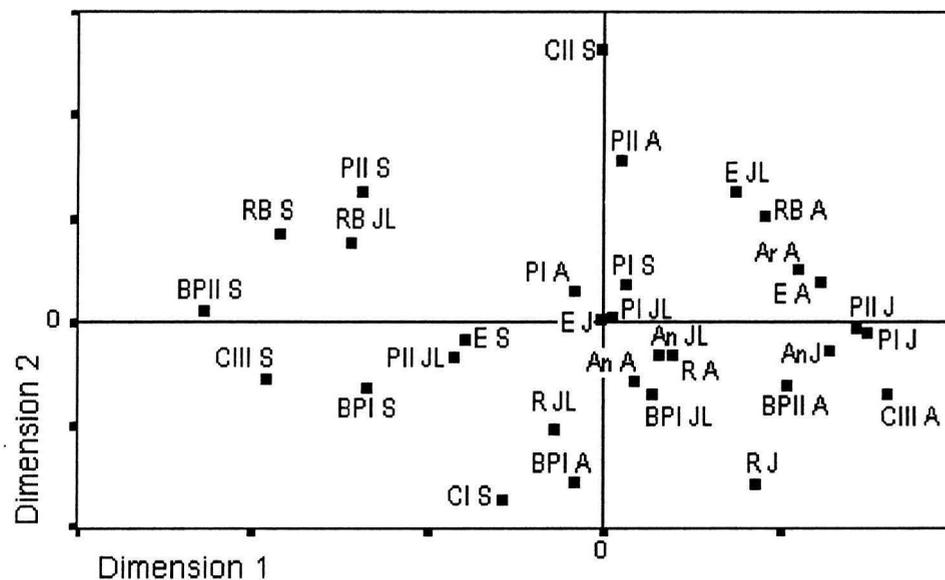


Fig. 8. Ordenación por escalamiento multidimensional de las densidades de organismos registradas en las estaciones de cada uno de los meses de estudio. Las abreviaturas corresponden a los nombres del Apéndice 2.

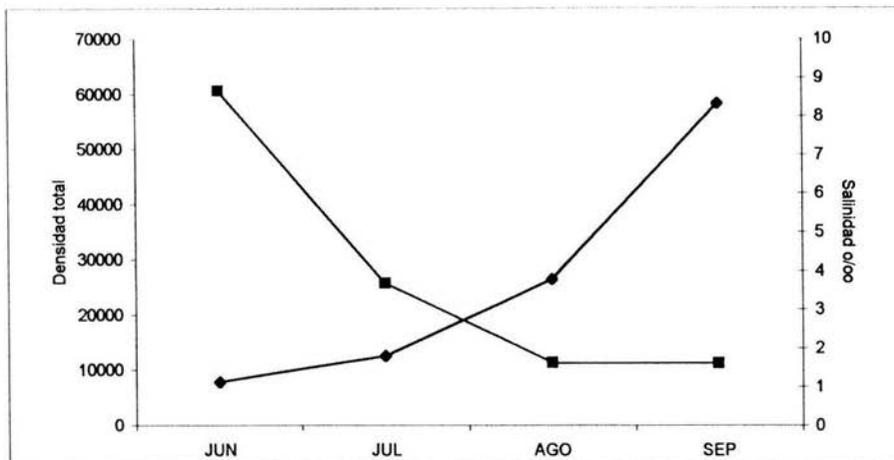


Figura 10. Densidad total y salinidad promedio presentadas en cada uno de los meses de estudio.
 ◇ densidad total □ salinidad promedio

La ocurrencia de lirio en el Sistema Lagunar fue de 41.66% en Junio, de 58.33% en Julio, de 83.33% en agosto, y de 75% en Septiembre.

La relación estimada entre la abundancia y el volumen radicular tuvo un valor de r^2 de 0.133.

Los dos primeros ejes del ACC explicaron el 78.20% de la varianza de los datos. Como se aprecia en la figura 11, *Cerapus benthophilus* Thomas & Heard 1979 y *Sesarma reticulatum* (Say 1817) fueron las únicas especies relacionadas de manera significativa con algún parámetro, en éste caso con la conductividad.

La comparación hecha con el trabajo de Winfield (1999), mostró que nueve de las especies de peracáridos por él reportadas se encontraban también asociadas a las raíces de *E. crassipes*; las especies que reportó como dominantes fueron *Cassinidea ovalis* Say 1818, *Gammarus mucronatus* Say 1818 y *Apocorophium louisianum* (Shoemaker 1934), mismas que en el presente trabajo se encontraron en el mismo cuadrante de la prueba de asociación de Olmstead-Tukey. Por otro lado, en la comparación con el trabajo de García-Montes (1988) acerca de los macro invertebrados epibénticos del Sistema Lagunar de Alvarado, 16 de las especies reportadas se encontraron también en *E. crassipes*, coincidiendo en la

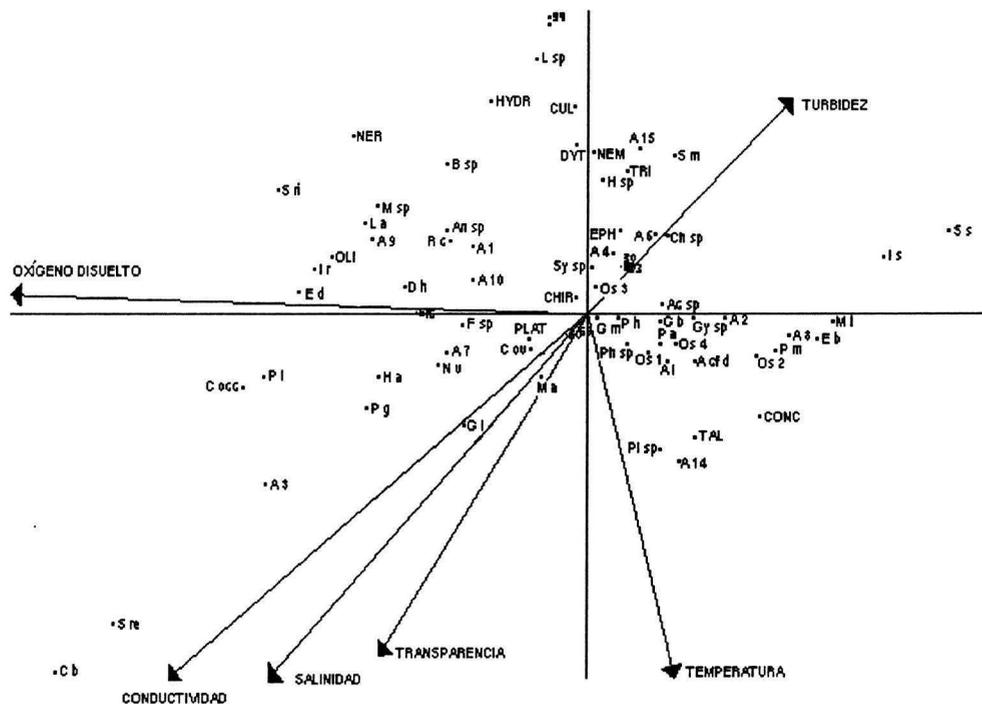


Fig. 11 Análisis de canónico de correspondencias, que muestra la relación entre las especies encontradas y los parámetros medidos. Las abreviaturas corresponden al listado del Apéndice 3.

prueba antes mencionada en el caso de las especies Nereidae, *Neritina virginea*, *Grandidierella bonnieroides* Stephensen 1948, *G. mucronatus*, *C. ovalis*, *Macrobrachium acanthurus* Holthius 1952, *C. rathbunae*, y *Eurypanopeus depressus* (Smith 1869) (Tabla 3).

Tabla 3. Especies encontradas en los trabajos de Winfield (1999) y de Garcia-Montes (1988), que también se encontraron asociadas a *E. crassipes*, y su posición en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey.

Winfield, 1999	Categoría	Garcia-Montes, 1988	Categoría
<i>Gitanopsis laguna</i>		Nereidae	Dominante
<i>Cerapus benthophilus</i>	Rara	<i>Neritina reclinata</i>	Dominante
<i>Apocorophium lousianum</i>	Dominante	<i>Neritina virginea</i>	Dominante
<i>Grandidierella bonnieroides</i>		<i>Mytilus edulis</i>	Dominante
<i>Gammarus mucronatus</i>	Dominante	<i>Rangia cuneata</i>	Estacional
<i>Melita longisetosa</i>	Rara	<i>Grandidierella bonnieroides</i>	Dominante
<i>Cassidinidea ovalis</i>	Dominante	<i>Gammarus mucronatus</i>	Dominante
<i>Discapseudes holthuisi</i>		<i>Hyallela azteca</i>	Rara
<i>Leptochelia savignyi</i>		<i>Cassidinidea ovalis</i>	Dominante
		<i>Leptochelia savignyi</i>	Estacional
		<i>Discapseudes holthuisi</i>	Dominante
		<i>Potimirin mexicana</i>	Ocasional
		<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Dominante
		<i>Callinectes rathbunae</i>	Rara
		<i>Eurypanopeus depressus</i>	Rara
		<i>Dyspanopeus texanus</i>	Ocasional
		<i>Sesarma ricordi</i>	Rara

DISCUSIÓN.

La diferencia en el comportamiento de los parámetros físico químicos medidos entre Junio y el resto de los meses, marca sin duda que es hasta después de éste que se consolidó la época de lluvias. En el caso de la salinidad, fue evidente que la mayor entrada de agua dulce al sistema, sobretodo a partir de Agosto, contribuyó a la disminución de los niveles de ésta, y dado que la conductividad estuvo relacionada con la salinidad, sus valores también disminuyeron considerablemente a partir de Agosto.

El mayor arribo de sedimentos y material en suspensión, que acompaña a los flujos de agua propios de la época de lluvias, trajo como consecuencia una disminución de la transparencia y un aumento de la turbidez, justo después del mes de Junio. A su vez, toda esta materia fue descompuesta, lo que originó una disminución en los niveles de oxígeno disuelto. La llegada de una mayor cantidad de lirio podría también haber contribuido en ésta disminución, como lo han comprobado Toft (2000) y Masifwa *et al.* (2001).

El ACP mostró una separación de las estaciones en dos conjuntos. Del lado derecho del cuadrante se encontraron muchas de las estaciones de Junio y Julio, que marcaron el principio de la época de lluvias. Estas presentaron los valores más altos de salinidad (9-14 ‰), conductividad (16000-34000 mohs/cm) y oxígeno disuelto (8.8-14.4 ppm) en todo el periodo de estudio y correspondieron a las estaciones con menor influencia dulceacuícola: Camaronera I, II y III y Buen País I y II. Por el contrario, las estaciones de Junio y Julio que no se encontraron dentro del lado derecho del cuadrante presentaron valores de intermedios a bajos de los mismos parámetros. Dichas estaciones en general correspondieron a los lugares del sistema lagunar donde la influencia dulceacuícola fue mayor: Papaloapan I y II y Río Blanco. Del lado izquierdo del cuadrante se encontraron los meses de Agosto y Septiembre, que constituyeron la época de apogeo de la temporada de lluvias, la cual se caracterizó por una influencia dulceacuícola

importante, lo que disminuyó los valores de salinidad hasta 0 ‰, y los de conductividad hasta 150 mohs/cm en algunas estaciones. Por otro lado, los valores de oxígeno disuelto también disminuyeron, teniendo un valor promedio de los dos meses de 7.20 ppm, contra las 12.97 ppm promedio de los meses de Junio y Julio. En esta parte de la temporada de lluvias no existió una separación notable entre estaciones cercanas a ríos y estaciones con poca influencia dulceacuícola, debido a que incluso en estaciones como Camaronera I, II y III los valores de salinidad fueron muy bajos (3.5 ‰ en promedio en los dos meses), mientras que en estaciones como Papaloapan I y II, Río Blanco o Aneas, entre otras, los valores fueron de 0-1 ‰, de ahí que se hable de una mínima heterogeneidad ambiental.

Los meses de Agosto y Septiembre mostraron ser los más homogéneos en cuanto a composición faunística, ya que sus estaciones dentro del MDS formaron conjuntos bien definidos. Sin embargo, existió poca similitud entre ambos, lo cual resulta extraño tratándose de meses continuos. Una de las especies que podría haber contribuido en ésta diferencia fue *Ilyocryptus spinifer* (Brady 1886), que debió su posición en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey a su gran abundancia y a que se encontró a lo largo de todo el tiempo de estudio, a excepción del mes de Agosto, donde no fue registrada en ninguna estación. Otras diferencias estuvieron dadas por la composición específica de grupos como los moluscos y los isópodos principalmente, ya que se registró la presencia de especies poco frecuentes y poco abundantes como *Sphaeroma terebrans* Bate 1866 (Agosto), y *Excitrolana braziliensis* Richardson 1912 (Septiembre).

De acuerdo a la técnica de MDS, la estación más disímil con respecto a las demás fue Camaronera II de Septiembre; esto se debe a que en ella no se registró a *Fossaria* sp., a pesar de que fue la especie más frecuente y abundante, y una de las más dominantes en todo el periodo de estudio. Así mismo, otras especies frecuentes y abundantes como *Munna* sp., Chironomidae y *G. mucronatus* no fueron registradas, o en su defecto en números muy bajos. Por el contrario, otras especies como *Placobdella hollensis* (Whitman 1892), que se caracterizó por ser

frecuente pero poco abundante, registró su abundancia máxima en ésta estación. El origen dulceacuícola de ésta especie y la cercanía de ésta estación con una boca de comunicación con el mar, hacen pensar tanto en la eficiencia de la corriente de agua dulce en la laguna, como en la importancia de las condiciones de vida que ofrece el lirio a los organismos que se encuentran asociados a él, tal y como afirmaron Albertoni *et al.* (2001) y Masifwa *et al.* (2001); sin embargo, no hay que olvidar que durante este mes, la salinidad en ésta estación y en general en todo el sistema fue muy baja.

En general, las estaciones de Junio se caracterizaron por la poca abundancia de las especies, pero sobretodo, por haber registrado el mayor número de especies de decápodos en todo el periodo de estudio. Las estaciones Papaloapan I y Papaloapan II de J fueron muy similares ya que contaron con los únicos registros de *Panopeus lacustris* Desbonne 1867 en todo el periodo de estudio.

En la ordenación por MDS se observó que las estaciones de Julio no fueron muy similares ni entre ellas, ni con aquellas de los otros meses. La heterogeneidad ambiental presentada en éste mes no puede explicar estas diferencias ya el ACC no encontró una relación importante entre los parámetros físico químicos y la distribución y densidad de las especies; más bien, puede ser atribuible al flujo de agua dulce en el Sistema lagunar, ya que éste determina qué tan lejos llegarán, y donde se asentarán el lirio y las especies asociadas a él. Sin embargo, en el caso de los cladóceros se observó una aparente relación con la salinidad, ya que su distribución se vio restringida a un estrecho intervalo que fue de 0 a 3.5‰. Es durante Agosto que se reportó el mayor número de especies de cladóceros, pero es en Septiembre donde se registró la mayor densidad de ellos, marcando tal vez los pulsos reproductivos de las especies, y no un reemplazo de las mismas a lo largo de un gradiente de salinidad como lo reportaron Verschuren *et al.* (2000). Tal reemplazo no fue posible en este caso porque no existió un gradiente de salinidad en los meses de mayor abundancia de cladóceros, mientras que en Junio y Julio, donde hubo un intervalo de salinidad más amplio, su presencia se restringió a las

estaciones con los valores más bajos, y nunca en los extremos o en medio del mismo. A pesar de la aparente restricción en la distribución de los cladóceros, especies como *I. spinifer*, *Simocephalus mixtus* Sars 1903 y *Alona cf davidi* se encontraron entre las frecuentes y abundantes en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey; las condiciones predominantemente oligohalinas en el sistema lagunar permitieron la amplia distribución y supervivencia de éstos organismos. El resto de las especies de cladóceros (*Chydorus* sp. Leach 1816, *Sarsilatona serricauda* Sars 1901 y *L. australis*) tuvieron una distribución que se restringió a unas pocas estaciones de los meses de Agosto y Septiembre, que se caracterizaron por tener valores de conductividad incluso menores a 500 mohs/cm. La aparente relación entre la salinidad y la conductividad con la distribución de los cladóceros, no se vio reforzada en el ACC, donde se encontraron relaciones diferentes entre los parámetros y las especies, mismas que no pudieron ser claramente explicadas mediante los datos originales de abundancia y valores de parámetros. La nula relación encontrada de los cladóceros con la conductividad, contrapone lo dicho por Verschuren *et al.* (2000), quienes encontraron que éstos no soportan conductividades por arriba de 3000 μ S/cm.

Puede afirmarse que el grupo de los moluscos es exitoso, al menos durante ésta época climática, debido a que de las 12 especies presentes, la mitad se encontraron dentro de las frecuentes y abundantes en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey, y una de ellas, *Fossaria* sp., fue una de las más dominantes durante todo el periodo de estudio, llegando a representar hasta el 36.13% del total de organismos encontrados en Agosto. El origen dulceacuícola de ésta especie y de la mayoría del resto de los moluscos, podría indicar que en la laguna existieron ciertas condiciones, de salinidad principalmente, que permitieron la supervivencia de éstas especies; sin embargo, sólo *N. virginea* y *Fossaria* sp. mostraron cierta relación con dicho parámetro en el ACC; de manera que la amplia distribución y la gran abundancia de ésta última especie, no pudo atribuirse más que a sus características morfológicas y fisiológicas, mismas que le han permitido

explotar el hábitat que ofrecen las raíces de lirio. Lo mismo podría ocurrir con el resto de las especies de origen dulceacuícola que se encontraron en gran número. Por otra parte, de las especies estuarinas como *Rangia cuneata* Sowerby 1831, *Mytilus edulis*, e *Ischadium recurvum*, la única que figuró entre las frecuentes y abundantes fue la primera, mientras que las otras dos fueron poco frecuente y abundante, y poco frecuente y poco abundante respectivamente. En el caso de *Mytilus* sp. y de *I. recurvum*, su pobre presencia en las raíces de *E. crassipes* pudo deberse a que se trata de especies principalmente bentónicas y sésiles, que forman colonias o arrecifes en los sitios en los que el sustrato es el adecuado. Estas características son compartidas por *R. cuneata*; sin embargo, su mayor presencia en el lirio indica una mayor capacidad de movimiento y una menor selectividad de sustrato. Según los resultados del ACC, las tres especies fueron afectadas por las concentraciones de oxígeno disuelto, encontrándose que *M. edulis* e *I. recurvum* no fueron registradas en ninguna estación del mes de Septiembre, que es el que tuvo los valores más bajos de oxígeno disuelto en todo el periodo de estudio, mientras que *R. cuneata* sólo fue registrada en una estación de éste mismo mes, cuando su presencia había sido constante en el resto de los meses.

El grupo de los anfipodos estuvo compuesto en su mayoría por especies estuarinas. *G. mucronatus*, *Gitanopsis laguna* McKinney 1978, *A. lousianum*, *G. bonnieroides* y *Hyalalea azteca* Saussure 1857 se encontraron entre las especies frecuentes y abundantes. Ésta última es la única de origen dulceacuícola, y no fue registrada en ningún mes en la laguna Camaronera, donde los valores de conductividad nunca fueron inferiores a 6000 mohs/cm, de ahí su relación con éste parámetro en el ACC, y su posición en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey. La aparente relación entre el resto de las especies y la temperatura, mostrada en el ACC, no pudo ser explicada con los datos originales, ya que todas ellas se encontraron a todo lo largo del intervalo de temperatura registrada en las estaciones de cada mes. Más bien el hecho de que todas ellas sean de origen estuarino, explica en gran medida su amplia distribución e importante abundancia

a lo largo de toda la laguna. Éste éxito se tradujo en la ocupación de diferentes hábitats, ya que como se apreció en la comparación con los trabajos de Winfield (1999) y de García-Montes (1988), las cinco especies han sido encontradas en praderas de *R. maritima* o en sedimento. La posición de *Melita longisetosa* Sheridan 1979 y de *C. benthophilus* como especies poco frecuentes y abundantes indicó una cierta selectividad en cuanto al sitio de la laguna donde se encuentran; en el caso de la primera, ninguno de los parámetros medidos pudo explicar la restricción de distribución, ya que como se observó en el ACC, *M. longisetosa* se encuentra lejos de cualquiera de los vectores con que se representan a los parámetros. Por otro lado, la estrecha distribución de *C. benthophilus* está claramente explicada por la conductividad. Esta especie estuvo presente en un estrecho intervalo de conductividad (10100-4500 mohs/cm), con valores altos en comparación con los que dominaron la temporada. La presencia de *C. benthophilus* en sitios con altas conductividades, y por tanto con altas salinidades, coincide de manera parcial con lo encontrado por Winfield (1999), ya que reportó a ésta especie, sólo cercana a bocas de comunicación con el mar.

De las cinco especies de isópodos encontradas, sólo *Munna* sp. y *C. ovalis* fueron frecuentes y abundantes, mientras que *Caecidotea occidentalis* (Williams), *S. terebrans*, *E. braziliensis* y *Ancinus* sp. fueron poco frecuentes y poco abundantes. *Munna* sp. mostró ser una especie exitosa durante ésta época del año, ya que fue registrada en todas las estaciones de colecta, a excepción de Buen País I de Junio, Río Blanco de Agosto y Camaronera I y Río Blanco de Septiembre, cuya única relación fue la temperatura (27-31°C); sin embargo, el ACC no mostró ninguna relación entre *Munna* y ésta. Al parecer, ésta especie está muy bien adecuada al hábitat que ofrecen las raíces de lirio, ya que no ha sido reportada en bentos (García-Montes, 1988) ni en praderas de *R. maritima*. *C. ovalis* también fue registrada en todos los meses de estudio, aunque su distribución no fue tan amplia, no encontrándose en Papaloapan I ni en Papaloapan II de ningún mes, dos de las estaciones donde se registraron las salinidades y conductividades más bajas. La débil relación entre ésta especie y la conductividad, mostrada en el ACC,

se debió a que no fue clara la restricción de la presencia de *C. ovalis* en sitios con conductividades bajas.

La presencia de *S. terebrans* se redujo a la estación Papaloapan II de Agosto, por lo que podría pensarse que su presencia haya sido accidental, ya que tampoco se relacionó de manera significativa con ninguno de los parámetros medidos. En la misma situación se encontraron *C. occidentalis* y *E. braziliensis*; ésta última sólo se encontró en CII y PII de Septiembre. El hecho de que se encontrara en estaciones tan distantes entre sí, en un número tan reducido (63org/500ml), además de no haber mostrado ser afectada por ningún parámetro en el ACC, habla de la posibilidad de una ocurrencia accidental. *C. occidentalis* sólo se encontró en Escollera de Junio y tampoco mostró relación alguna con los parámetros medidos. En ninguno de los tres casos se puede desechar la posibilidad de que los ciclos reproductivos expliquen su poca abundancia y estrecha distribución en ésta época climática, para lo cual sería útil revisar los datos del año completo.

IZT.

Es difícil establecer una explicación clara en cuanto a la distribución y abundancia mostrada por el grupo de los insectos, debido a que se desconoce la identidad plena de los organismos; sin embargo, se puede afirmar que su presencia fue muy importante en las raíces de lirio. Esto quedó demostrado por la posición de Chironomidae como "especie" frecuente y abundante en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey, pero sobretodo por la alta dominancia mostrada por este grupo en los meses de Junio y Agosto. La importancia de conocer la identidad taxonómica de éstos organismos radica en que como lo afirma Ravera (2001), su abundancia y distribución es el resultado combinado de tasas de nacimiento, muerte y emergencia de adultos, debido a que la mayoría de los individuos colectados son larvas. De ésta manera también podrían ser observados cambios estacionales y con relación a algunos parámetros en la composición de la comunidad de insectos, como lo encontraron Bechara y Andreani (1989) con el grupo de los quironómidos en relación con el oxígeno disuelto.



De las dos especies de tanaidáceos registradas, *Leptocheilia savignyi* (Kroyer 1842) fue frecuente y abundante; fue registrada en todos los meses del año; sin embargo, nunca estuvo presente en las estaciones de la desembocadura del río Papaloapan, donde siempre existieron los valores de salinidad más bajos. Esta relación entre *L. savignyi* y la salinidad es mostrada de manera poco significativa en el ACC, por lo que su ausencia en éste sitio podría deberse a las fuertes corrientes de agua que impiden la adhesión de éste organismo a las raíces de lirio. *Discapseudes holthuisi* tuvo una distribución restringida tanto en el aspecto espacial como en el temporal, ya que sólo se encontró en la laguna Buen País en los meses de Agosto y Septiembre. Las estaciones de ésta laguna tuvieron en éstos dos meses, valores de oxígeno disuelto superiores a 8 ppm, no siendo las únicas en presentarlos, de ahí que en el ACC, la relación entre ésta especie y dicho parámetro fue moderada.

El grupo de los decápodos estuvo representado por 9 especies, de las cuales sólo una fue de origen dulceacuícola (*Potimirin mexicana* (De Saussure 1857)), dos de origen marino (*E. depressus* y *Pachygrapsus gracilis* Saussure 1858) y el resto de origen estuarino. *P. mexicana*, *M. acanthurus* y *Sesarma ricordi* Milne Edwards 1853 figuraron entre las especies frecuentes y abundantes; ésta última fue registrada en todos los meses de estudio a excepción de Septiembre, que es donde se registraron los niveles de oxígeno disuelto más bajos (3.6-8 ppm), por lo que en el ACC, la distribución de *S. ricordi* se vio afectada por este parámetro. La distribución de *P. mexicana* no fue afectada por ninguno de los parámetros medidos y tampoco mostró algún patrón claro en cuanto a las estaciones en las que estuvo presente, no pudiéndosele relacionar con zonas cercanas a bocas de comunicación con ríos o con el mar. En el caso de *M. acanthurus*, el ACC arrojó una relación con la transparencia, que no queda del todo clara al analizar los datos originales del parámetro, ya que ésta especie estuvo presente tanto en sitios con las transparencias más altas (98 cm), como en aquellos con valores medios (20 cm). El origen estuarino de ésta especie explicó en mayor medida su presencia

constante en la laguna; esto se vió reforzado con el hecho de que también ha sido reportada como una especie importante en sedimentos (García-Montes, 1988). El resto de las especies de decápodos fueron poco frecuentes y poco abundantes; en el caso de *E. depressus*, el ACC mostró una relación de ésta con el oxígeno disuelto. Sólo fue registrada en los meses de Junio y Agosto en estaciones donde las concentraciones de éste fueron de 9.4 a 11.2 ppm, representando éstos, valores altos en comparación de los registrados en otras estaciones. *P. gracilis* fue encontrada sólo en tres estaciones de igual número de meses (Junio, Julio y Agosto), donde los valores de conductividad no sobrepasaron los 10100 mhos/cm, de ahí su relación con este parámetro en el ACC.

La relación entre *S. reticulatum* y la conductividad, observada en el ACC podría radicar en el hecho de que los únicos dos registros de la especie ocurrieron en el mes de Junio, donde los valores de dicho parámetro fueron de altos a moderados (34000-3800 mhos/cm). Las estaciones donde fue encontrada esta especie (RJ y AJ) tuvieron valores de conductividad que se repitieron poco durante el periodo de estudio (16000 y 10100 mhos/cm respectivamente). Esta especie tuvo distribución restringida (apreciable en la prueba de asociación de Olmstead y Tukey), debido a los valores de conductividad relativamente altos en los que estuvo presente, en comparación con aquellos que predominaron en la temporada. *C. rathbunae* por su parte, sólo fue registrada en la estación Rastro de Julio, que tuvo un valor de turbidez de 20 UNT, siendo éste valor único en todo el tiempo de estudio, lo que explica la relación entre ésta especie con dicho parámetro. Sin embargo, el hecho de que ésta especie no haya sido reportada en praderas de pastos (Winfield, 1999) ni en sedimentos (García-Montes, 1988), y de que sea tan escasa en lirio, hace pensar en que tenga preferencia por otro tipo de hábitat como podrían ser las raíces de mangle.

A pesar de que hubo especies con altos valores de importancia, la diversidad fue alta en todos los meses, esto debido por una parte, a que el número de especies fue mayor de 50 en todas las ocasiones, y por otra, a que no importando el

volumen de las raíces siempre hubo una gran abundancia de organismos, llegándose a contar hasta 15,117 en una sola muestra. La pobre correlación encontrada entre el volumen radicular y la abundancia, no concuerda con lo esperado, ya que en otros estudios se han encontrado correlaciones positivas entre la biomasa de macrofitas y ésta última (Albertoni *et al.*, 2001; Weatherhead *et al.*, 2001). Entonces, si como afirmaron Downes *et al.* (2000) los organismos responden a la estructura de las plantas cuando éstas constituyen su hábitat, ¿por qué las especies encontradas en las raíces de *E. crassipes* no debieron su abundancia al volumen radicular?. Tal vez la respuesta se encuentre en otros aspectos de la estructura de esta macrofita que no fueron medidos como la longitud y forma de la raíz, o la cantidad y tipo de materia adherida a las raíces. En el caso de la longitud existe el precedente dado por Toft (2000), quien encontró la mayor abundancia de organismos asociados a *E. crassipes* durante Agosto, que según afirma, es el mes donde el lirio alcanza su crecimiento máximo.

La morfología de las raíces, puede afectar de manera significativa no sólo la abundancia, sino también, la composición específica de las comunidades de invertebrados, como lo afirman los reportes de Poi de Neiff y Neiff (1980), quienes encontraron que *E. crassipes* puede presentar matas en forma de estolón con raíces cortas y compactas, o plantas individuales con raíces largas y ramificadas. En cada caso, la fauna encontrada en el sistema radicular era diferente al otro. En las diferentes fechas de colecta del presente estudio, se observaron tanto la forma estolonífera como otra con raíces más largas, aunque dichas observaciones no fueron tomadas en cuenta.

La marcada superioridad en número de las especies dulceacuícolas observada durante la temporada de lluvias dejó claro que la influencia del flujo de agua dulce proveniente de los ríos fue importante no sólo en la distribución espacial de los organismos, sino también en el establecimiento de las condiciones propicias para que éstos sobrevivieran y prosperaran. Sin embargo, también existieron características propias de los organismos que permiten su supervivencia en

ecosistemas fluctuantes, como la alta tolerancia fisiológica a la salinidad o a las bajas concentraciones de oxígeno; o la dependencia a un sustrato o fuente alimenticia cuya distribución no varíe con la salinidad (Verschuren *et al.*, 2000). En el caso del oxígeno, existen reportes en los que la mayoría de las especies encontradas estaban adaptadas a vivir en condiciones de hipoxia (Poi de Neiff y Carignan, 1997); en cuanto a la salinidad, se ha encontrado que diversas especies de ostracodos, quironómidos y quidoridos (Cladocera) van más allá de su límite por regulación hiper osmótica (Verschuren *et al.*, 2000). *E. crassipes* funge como una característica del hábitat que no varía de acuerdo a las condiciones de salinidad propiamente, sino a factores hidrológicos como las corrientes, constituyendo él mismo un hábitat más o menos estable para los organismos, y un medio por el cual las especies dulceacuícolas llegan al sistema lagunar.

Las especies estuarinas también aumentaron su densidad conforme avanzaba la época de lluvias, lo cual evidentemente no tuvo nada que ver con su tolerancia a la salinidad, sino al parecer con la mayor disponibilidad de hábitat y de alimento que ofrecen las raíces del cada vez más abundante lirio.

Las especies marinas por su parte fueron siempre muy escasas debido a que la laguna presentó condiciones de mesohalinas a oligohalinas, teniendo que el valor más alto de salinidad registrado en todo el periodo de estudio fue de 14‰, muy por debajo del valor promedio del mar. La presencia de éstas especies pudo deberse a corrientes de agua del mar hacia el sistema; y probablemente arribaron en mayor número, pero no pudieron hacer frente a las condiciones de baja salinidad que predominaron durante los meses de estudio.

Es probable que la homogeneidad ambiental presentada durante la época de lluvias, contribuya a que ninguno de los parámetros físico químicos medidos explique de manera significativa la distribución de los organismos, a diferencia de lo encontrado en otros trabajos, donde el oxígeno disuelto, la conductividad y la profundidad así lo hicieron (Bechara y Andreani, 1989; Poi de Neiff y Carignan,

1997; Masifwa *et al.*, 2001). También cabe mencionar que dichos trabajos fueron llevados a cabo en ambientes dulceacuícolas, lo que representa en sí una gran diferencia con el presente trabajo. Parece ser que el lirio es el factor que determinó la presencia en la escala espacial de los organismos, concordando con lo propuesto por Albertoni *et al.* (2001); sin embargo, a diferencia del mismo trabajo, la salinidad no estuvo relacionada con la distribución en la escala temporal, al menos en los meses estudiados.

Con base en las observaciones hechas durante la identificación de los organismos, se puede afirmar que algunos de ellos pasan importantes fases de su ciclo de vida en las raíces de lirio. Este es el caso de *Munna* sp. de quien se extrajeron individuos de diferentes tallas, y hembras con huevos y embriones en el marsupio. Tanto éstas como el resto de los individuos fueron observados durante todos los meses de estudio, representando una importante porción del total de organismos hallados, además de que su presencia nunca se vio restringida a zonas específicas de la laguna. Esto habla de una permanencia espacio-temporal que sugiere una clara adaptación de *Munna* sp. al hábitat que ofrecen las raíces de lirio y un posible origen estuarino de éste isópodo.

Otro caso es el del cladóceros *I. spinifer* de quien también se encontraron hembras con huevos y embriones, además de individuos de diferentes tallas. A diferencia de *Munna* sp., ésta especie sólo fue una de las cinco más dominantes en un mes (Septiembre); sin embargo, la prueba de asociación de Olmstead y Tukey la ubicó como una especie frecuente y abundante; esto podría explicarse en base a los ciclos reproductivos de la especie.

Por último está el caso de las fases planctónicas de algunos cangrejos, sobretodo de la especie *S. ricordi* (única especie de braquiuro que figura entre las frecuentes y abundantes). La mayoría de las megalopas observadas se encontraban en una fase de pre-flexión del abdomen, esto es, a punto de convertirse en organismos

bentónicos, lo que refuerza la idea del poblamiento del bentos a partir de organismos provenientes del lirio.

El importante número de coincidencias entre las especies encontradas por García-Montes (1988) en sedimentos, por Winfield (1999) en praderas de *Ruppia*, y en este trabajo, hacen pensar en una comunidad de invertebrados con cierta dinámica. A decir de Bechara y Andreani (1989) los sedimentos pueden ser poblados a partir de organismos que vivían en el lirio y que cayeron por desprendimiento o por senescencia de material vegetal; lo mismo podría ocurrir de las raíces de lirio hacia las praderas de *Ruppia*. De esta manera se puede afirmar que existe un intercambio de organismos entre el fondo de la laguna con las raíces flotantes de *E. crassipes*, y es posible que éste ocurra en ambos sentidos, ya que según lo afirma Toft (2000), los niveles de oxígeno disuelto por debajo de las matas de lirio son los más bajos en comparación con otras macrofitas flotantes, lo que crearía sedimentos anóxicos, provocando la migración de organismos del bentos a las raíces en busca de mejores condiciones de vida, siempre y cuando su morfofisiología se los permita.

Por otro lado, existen estudios (Rocha *et al.*, 2002) que demuestran que una especie de isópodo que habita una laguna costera del estado de Guerrero puede habitar indistintamente tanto en las raíces de *E. crassipes* como en el sedimento. Aún cuando esta especie no se encuentra en Alvarado, éste estudio da una idea acerca de la plasticidad que pueden tener algunas especies en cuanto a la elección de hábitat, por lo que no se puede desechar la probabilidad de que alguna o algunas de las especies encontradas en este estudio posean un carácter similar.

El resto de las especies cuya existencia no fue reportada ni en sedimentos ni en praderas de *Ruppia*, pertenecen al plancton, y ya sea que hayan llegado a las raíces de lirio por accidente o por elección, muestran que éstas representan un

hábitat ampliamente explotado, ya sea por las facilidades de refugio y alimento que otorgan, o por tratarse de un buen medio de dispersión.

CONCLUSIONES.

Con respecto a los parámetros físico químicos, se presentó en el Sistema Lagunar durante la época de lluvias, una separación de la misma en dos etapas: inicio, en los meses de Junio y Julio y apogeo, en los meses de Agosto y Septiembre. La etapa de inicio se caracterizó por valores altos de salinidad, conductividad y oxígeno disuelto. La etapa de apogeo presentó valores bajos de salinidad y conductividad.

Ninguno de los parámetros físico químicos medidos explicó de manera significativa la distribución de los organismos, a excepción de los casos de *Cerapus benthophilus* y de *Sesarma reticulatum*, quienes se vieron afectados por la conductividad.

El volumen radicular de *Eichhornia crassipes* estuvo pobremente relacionado con la abundancia de los organismos, contrario a lo esperado con base a lo encontrado en otros estudios.

En general, la distribución de los organismos no tuvo relación aparente con las zonas o estaciones existentes en el Sistema Lagunar, por lo que es la presencia de lirio lo que determinó su ubicación.

Los organismos de origen dulceacuícola fueron los más abundantes, lo cual al parecer respondió al constante arribo de lirio al Sistema durante la época de lluvias, y a las condiciones de baja salinidad que se presentaron.

El lirio representa un hábitat importante para diversas especies, ya que en él transcurren fases importantes de su ciclo de vida. Así mismo, *Eichhornia crassipes* actúa como un medio de intercambio de especies entre el sedimento, y praderas de pastos, como queda demostrado en la comparación hecha de las comunidades de éstos hábitats.

AGRADECIMIENTOS.

Gracias al Dr. Manuel Elías Gutiérrez por el apoyo en la identificación de las especies de cladóceros, y al M. en C. Sergio Stanford Camargo por su orientación en la identificación de los grupos de insectos.

Agradezco infinitamente la paciencia y consejo académico y emocional de mi asesor, el M. en C. Arturo Rocha Ramírez.

Gracias al Biól. Alejandro Ramírez Rojas, sin cuya ayuda administrativa y personal, no hubiera sido posible la culminación de éste trabajo.

LITERATURA CITADA.

- Albertoni, E.F. ; Palma-Silva, C. and Esteves, F.A. 2001. Macroinvertebrates associated with *Chara* in a tropical coastal lagoon (Imboassica lagoon, Rio de Janeiro, Brazil). *Hydrobiologia*, 457:215-224.
- Batzer, D.P. ; Rader, R.B. and Wissinger, S. A. (Ed.). 1999. *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management*. John Wiley & Sons, Inc. E.U.A. p.
- Bechara, J.A. y Andreani, N. L. 1989. El macrobentos de una laguna cubierta por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). *Tropical Ecology*, 30(1):142-155.
- Boyer, L. and Bailey, R.C. 2001. Organization of macroinvertebrate communities at a hierarchy of spatial scales in a tropical stream. *Hidrobiología*, 464:219-225.
- Burch, J.B. y Cruz, R. A. 1987. *Clave genérica para la identificación de gastrópodos de agua dulce en México*. Instituto de Biología. Univ. Nal. Autón. México. 46 p.
- Contreras, F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Ed. Univ. Autón. Metro. Iztapalapa. México. 210 p.
- De la Lanza, E.G. y Cáceres, M.C. (Ed.). 1994. *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Downes, B.J. ; Lake, P.S. ; Schreiber, E.S.G. and Glaister, A. 2000. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. *Oecologia*, 123: 569-581.
- García-Montes, J.F. 1988. Macroinvertebrados epibentónicos del Sistema Lagunar Alvarado-Buen País-Camaronera: Composición y Estructura. Tesis de Maestría UAC y P-CCH. Univ. Nal. Autón. México. 80 p.
- INEGI. 1988. Síntesis Geográfica y Nomenclatura. Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. México. pp 29-52.
- Jongman, R.H. ; Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press. U.K. 299p.
- Kensley, B. and Schotle, M. 1989. *Guide to the Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press. E.U.A. 307 p.
- Masifwa, W.F. ; Twongo, T. and Denny, P. 2001. The impact of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart)Solms on the abundance and diversity of aquatic macroinvertebrates along the shores of Northern Lake Victoria, Uganda. *Hidrobiología*, 452:79-88.
- Paporello de Amsler, G. 1983. Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en el río Correntoso (Prov. de Santa Fe): estudio preliminar. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 14 (2): 133-147.

Paporello de Amsler, G. 1987. Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en cauces secundarios y tributarios del río Paraná en el tramo Goya-Diamante. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 18 (1): 37-50.

Pennak, W.R. 1991. *Freshwater Invertebrates of the United States (Protozoa to Mollusca)*. 3ª Edición. John Wiley & Sons, Inc. E.U.A. 506 p.

Pinto-Coelho, R.M. and Barcelos, G.M.K. 1999. The contribution of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and zooplankton to the internal cycling of phosphorus in the eutrophic Pampulha Reservoir, Brazil. *Hidrobiología*, 411:115-127.

Poi de Neiff, A. and Carignan, R. 1997. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Parana River floodplain. *Hidrobiología*, 345: 185-196.

Poi de Neiff, A. y Neiff, J. J. 1980. Los camalotales de *Eichhornia crassipes* en aguas lóxicas del Paraná y su fauna asociada. *Ecosur*, 7(14): 185-199.

Polhemus, J.T. 1984. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. 231-260. In: Merrit, R.W. y Cummins, K.W. (Eds.). *An Introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt Pub. Co. U.S.A.

Ravera, O. 2001. A comparison between diversity, similarity and biotic indices applied to the macroinvertebrate community of a small stream: the Ravella river (Como province, Northern Italy). *Aquatic Ecology*, 35:97-107.

Rocha, R.A. ; Cházaro, O.S. Roman, C.R. y Molina, B.H.M. 1996. Clave de Identificación para Estadios zoea, mysis, postlarvas (Caridea y Penaeida) y megalopas (Anomura y Brachyura) de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Zoología. Univ. Autón. México*. Número especial 1: 1-22.

Rocha, R.A. ; Román, C.R. and Chazaro, O.S. 2002. Population structure and fecundity of *Anopsilana oaxaca* Carvacho & Haasmann, 1984 (Isopoda, Cirolanidae) of the Pacific Coast of Mexico. *Crustaceana*, 75 (2): 97-109.

Rundle, S.D. ; Attrill, M.J. and Arshaad, A. 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological boundary, the freshwater-estuarine transition zone. *Aquatic ecology*, 32: 211-216.

Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3th Edition. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 887 p.

Thorp, J.H. and Covich, A.P. 1991. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, Inc. E.U.A. 516-595 y 621-669.

Toft, J.D. 2000. Community effects of the non-indigenous aquatic plant water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the Sacramento/San Joaquin Delta, California. Tesis Maestría. University of Washington.

Verschuren, D. ; Tibby, J. ; Sabbe, K. and Roberts, N. 2000. Effects of depth, salinity and substrate on the invertebrate community of a fluctuating tropical lake. *Ecology*, 81(1): 164-182.

Weatherhead, M.A. and James, M.R. 2001. Distribution of macroinvertebrates in relation to physical and biological variables in the littoral zone of nine New Zealand lakes. *Hidrobiologia*, 462:115-129.

Winfield, A.I.C. 1999. Peracáridos (Crustacea) asociados a praderas de pastos marinos (*Ruppia maritima*) del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz: un análisis ecológico espacio-temporal. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM.

APÉNDICE 1.

Listado de especies encontradas asociadas a las raíces de *Eichhornia crassipes*.

Nematoda

- *Actinolaimus* sp.

Nemertea

- Nemertea

Annelida

- Nereidae
- Oligochaeta
- *Placobdella hollensis* (Whitman, 1892)
- *Placobdella* sp.

Platyhelminthes

- Platyhelminthes

Mollusca

- *Neritina virginea* Say, 1822
- *Physella* sp.
- *Gyraulus* sp.
- *Mytilus* sp.
- *Fossaria* sp.
- *Laevapex* sp.
- *Rangia cuneata* Sowerby, 1831
- *Pyrgophorus* sp.
- *Ischadium recurvum*
- *Helisoma* sp.
- *Litoridinops* sp.

Artropoda

Quelicerata

- Acari sp1
- Acari sp2
- Acari sp3
- Acari sp4
- Acari sp5
- Acari sp6
- Acari sp7
- Acari sp8
- Acari sp9
- Acari sp10
- Acari sp11
- Acari sp12
- Acari sp14
- Acari sp15

Crustacea

Ostracoda

- Ostracoda sp1
- Ostracoda sp2
- Ostracoda sp3
- Ostracoda sp4

Cladocera

- *Chydorus* sp. Leach, 1816
- *Ilyocryptus spinifer* (Brady, 1886)
- *Sarsilatona semicauda* Sars, 1901
- *Simocephalus mixtus* Sars, 1903

- *Alona cf davidi*
 - *Latonopsis australis* Sars, 1888
- Cirripedia
- *Balanus* sp.
 - *Artemia* sp.
- Concostraca
- Concostraca
- Amphipoda
- *Cerapus benthophilus* Thomas Heard, 1979
 - *Gammarus mucronatus* Say, 1818
 - *Melita longisetosa* Sheridan, 1979
 - *Gitanopsis laguna* McKinney, 1978
 - *Apocorophium louisianum* (Shoemaker, 1934)
 - *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1948
 - *Hyalolella azteca* Saussure, 1857
 - Talitridae
- Isopoda
- *Munna* sp. Kroyer, 1839
 - *Cassidinidea ovalis* Say, 1818
 - *Caecidotea occidentalis* (Williams)
 - *Sphaeroma terebrans* Bate, 1866
 - *Exciorolana braziliensis* Richardson, 1912
 - *Ancinus* sp.
- Tanaidacea
- *Leptochelia savignyi* (Kroyer, 1842)
 - *Discapseudes holthuisi*
- Decapoda
- *Potimirin mexicana* (De Saussure, 1857)
 - *Macrobrachium acanthurus* Holthius, 1952
 - *Eurypanopeus depressus* (Smith, 1869)
 - *Pachygrapsus gracilis* Saussure, 1858
 - *Sesarma ricordi* Milne Edwards, 1853
 - *Sesarma reticulatum* (Say, 1817)
 - *Panopeus lacustris* Desbonne, 1867
 - *Uca marguerita* Thurman, 1981
 - *Callinectes rathbunae* Contreras, 1930
- Uniramia
- *Podura aquatica*
- Insecta
- Ephemeroptera
 - Trichoptera
- Diptera
- Chironomidae
 - Culicidae
- Odonata
- *Sympetrum* sp.
- Hemiptera
- Dytiscidae
- Coleoptera
- Hydrophilidae

APÉNDICE 2.

Nombres completos de las estaciones de estudio según las abreviaturas de las figuras 6 y 8.

PIJ	Papaloapan I de Junio	CIJ	Camaronera I de Junio
PIIJ	Papaloapan II de Junio	CIIJ	Camaronera II de Junio
EJ	Escollera de Junio	CIIIJ	Camaronera III de Junio
RBJ	Río Blanco de Junio	ArJ	Arbolillo de Junio
BPIJ	Buen País I de Junio	RJ	Rastro de Junio
BPIIJ	Buen País II de Junio	AJ	Aneas de Junio
PIJL	Papaloapan I de Julio	CIJL	Camaronera I de Julio
PIIJL	Papaloapan II de Julio	CIIJL	Camaronera II de Julio
EJL	Escollera de Julio	CIIIJL	Camaronera III de Julio
RBJL	Río Blanco de Julio	ArJL	Arbolillo de Julio
BPIJL	Buen País I de Julio	RJL	Rastro de Julio
BPIIJL	Buen País II de Julio	AJL	Aneas de Julio
PIA	Papaloapan I de Agosto	CIA	Camaronera I de Agosto
PIIA	Papaloapan II de Agosto	CIIA	Camaronera II de Agosto
EA	Escollera de Agosto	CIIIA	Camaronera III de Agosto
RBA	Río Blanco de Agosto	ArA	Arbolillo de Agosto
BPIA	Buen País I de Agosto	RA	Rastro de Agosto
BPIIA	Buen País II de Agosto	AA	Aneas de Agosto
PIS	Papaloapan I de Septiembre	CIS	Camaronera I de Septiembre
PIIS	Papaloapan II de Septiembre	CIIS	Camaronera II de Septiembre
ES	Escollera de Septiembre	CIIS	Camaronera III de Septiembre
RBS	Río Blanco de Septiembre	ArS	Arbolillo de Septiembre
BPIS	Buen País I de Septiembre	RS	Rastro de Septiembre
BPIIS	Buen País II de Septiembre	AS	Aneas de Septiembre

APÉNDICE 3.

Nombres completos de las especies, según las abreviaturas de la figura 11.

S ri	<i>Sesarma ricordi</i>	M l	<i>Melita longisetosa</i>
E d	<i>Eurypanopeus depressus</i>	E b	<i>Excirrolana braziliensis</i>
I r	<i>Ischadium recurvum</i>	A 8	Acari sp 8
OLI	Oligochaeta	P m	<i>Potimirin mexicana</i>
NER	Nereidae	Os 2	Ostracoda sp 2
M sp	<i>Mytilus</i> sp	CONC	Concostraca
L a	<i>Latonopsis australis</i>	A 2	Acari sp 2
A 9	Acari sp 9	Gy sp	<i>Gyraulus</i> sp
D h	<i>Discapseudes holthuisi</i>	Os 4	Ostracoda sp 4
R c	<i>Rangia cuneata</i>	A cf d	<i>Alona cf davidi</i>
B sp	<i>Balanus</i> sp	Mn sp	<i>Munna</i> sp.
An sp	<i>Ancinus</i> sp	TAL	Talitridae
A 1	Acari sp 1	A 14	Acari sp 14
A 10	Acari sp 10	G b	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
HYDR	Hydrophilidae	P a	<i>Podura aquatica</i>
S t	<i>Sphaeroma terebrans</i>	Os 1	Ostracoda sp 1
U m	<i>Uca marguerita</i>	A 1	Acari sp 1
L sp	<i>Laevapex</i> sp	Pl sp	<i>Placobdella</i> sp.
CUL	Culicidae	P h	<i>Placobdella hollensis</i>
DYT	Dytiscidae	G m	<i>Gammarus mucronatus</i>
Sy sp	<i>Sympetrum</i> sp.	Ph sp	<i>Physella</i> sp.
CHIR	Chironomidae	L s	<i>Leptocheilia savignyi</i>
NEM	Nemertea	M a	<i>Macrobrachium acanthurus</i>
H sp	<i>Helisoma</i> sp.	PLAT	Platyhelminthes
EPH	Ephemeroptera	C ov	<i>Cassidinidea ovalis</i>
A 4	Acari sp 4	F sp	<i>Fossaria</i> sp
Os 3	Ostracoda sp 3	A 7	Acari sp 7
A 15	Acari sp 15	N v	<i>Neritina virginea</i>
TRI	Trichoptera	G l	<i>Gitanopsis laguna</i>
A 6	Acari sp 6	H a	<i>Hyallela azteca</i>
C r	<i>Callinectes rathbunae</i>	P g	<i>Pachygrapsus gracilis</i>
A 5	Acari sp 5	P l	<i>Panopeus lacustris</i>
S m	<i>Simocephalus mixtus</i>	A 3	Acari sp 3
Ch sp	<i>Chydorus</i> sp.	C occ	<i>Caecidotea occidentalis</i>
Ac sp	<i>Actinolaimus</i> sp.	S re	<i>Sesarma reticulatum</i>
I s	<i>Ilyocyptus spinifer</i>	C b	<i>Cerapus benthophilus</i>
S s	<i>Sarsilatona serricauda</i>		