



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Peracáridos (Crustacea) asociados a la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms 1883 en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA:

MYRNA LAURA MARTINEZ ROBLES

DIRECTOR: M. EN C. ARTURO ROCHA RAMIREZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2003.



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.

AGRADECIMIENTOS

A mis sinodales por sus certeras observaciones para este trabajo:

Dr. Sergio Chazaro Olvera

M. en C. Rafael Chávez López

M. en C. Jonathan Franco López

Biol. Ángel Morán Silva

A mi asesor M. en C. Arturo Rocha Ramírez por su importante y valiosa asesoría para la realización de este trabajo; además de brindarme su amistad y consejos en algunas áreas de mi vida. Gracias.

Ahora ciñe como varón tus lomos;
Yo te preguntare, y tú me contestarás.

¿Dónde estabas tú cuando yo
fundaba la tierra?
Házmelo saber, si tienes
Inteligencia.
¿Quién ordenó sus medidas, si lo
sabes?
¿O quién puso piedra angular,
Cuando alababan todas las
estrellas del alba
Y se regocijaban los hijos de
Dios?

Job 39:3-7

¿Tiene la lluvia padre?
¿O quién engendró las gotas del
rocío?
¿De qué vientre salió el hielo?
Y la escarcha del cielo ¿quién la
engendró?
Las aguas se endurecen a manera
de piedra,
Y se congela la faz del abismo.

¿Podrás tu atar los lazos de las
Pléyades,
O desatarás las ligaduras de
Orión?
¿Sacarás tú a su tiempo las
constelaciones de los cielos,
O guiarás a la Osa Mayor con sus
hijos?
¿Supiste tú las ordenanzas de los
cielos?
¿Dispondrás tú de su potestad en
la tierra?

Job 39:28-33

El que hizo la tierra con su
Poder, el que afirmó el mundo con su
Sabiduría, y extendió los cielos con su
Inteligencia

Jeremías 51:15

DEDICATORIA

Puedo decir Eben-ezer "hasta aquí me ayudaste Dios". Gracias por permitirme vivir, porque en cada paso que doy Tú estas junto a mí. Eres mi roca, mi consuelo, mi gozo y mi salvación.

A mis padres Silvia y Alfredo, por todo el esfuerzo que han realizado para darme lo mejor de sus vidas en todos los aspectos de mi vida, por su gran ejemplo, su amistad, su disciplina, sus consejos, confianza, sus oraciones, su amor y cuidado. Es un gran privilegio tener unos padres como ustedes. Dar honra a quien merece honra. Los amo!!!

A mis hermanas Ana Lilia, Hilda Dalia y Angélica Viridiana, por compartir conmigo este logro y el camino que hemos recorrido juntas, en este andar por las sendas de la vida como una familia.

A mis pequeños sobrinos Alán, Irasema y Luis Alfredo por ser un refuerzo para superarme cada día más.

En memoria de mis abuelos Guadalupe y Ernesto Robles, por todo lo que me apoyaron cuando estuvieron aquí y las lecciones de vida que dejaron sembradas en mí. A mi abuela Esperanza Huitrón por ser como mi segunda madre.

A mis tíos Cirila García que siempre has sido indispensable para mi vida. Juan Robles y Martha Robles por su apoyo, cariño y comprensión.

A mis amigos y compañeros de la carrera, por brindarme su amistad, apoyo, por todo lo que compartimos en las practicas de campo: Ana Adalia, Betzabé, Carmén, Eunice, Yaque, Ray de Isaac, Jerry (Gerardo), Alejandro (Otto), Ratman (J.C.), Luis (Compa), Horacio (choro), Kas (Casandra), Pablo, Fernando, Iván (jarocho), Enrique R., Sari, Polo, Alejandro (Chino), Ana Laura, Brenda, Charly (Milhouse), Ivonne "gracias amiga", Daniel (Dan)... Y especialmente a Víctor porque fuiste un gran impulso para seguir adelante, por todo lo que vivimos y compartimos juntos, tus consejos y por darme la confianza de que si podía ir más allá en muchos aspectos de mi vida.

A mis hermanos académicos: Reinito (Alex) por su apoyo cuando lo necesite y su solicitud para asesorarme en algunos detalles, a la Reinita (Diana) también por sus aportaciones, Artemisa y Paco por sus consejos y su amistad.

A mis amigos de la Prepa 5. Casi 10 años de compartir infinidad de experiencias, en los cuales aprendí el significado de la amistad: Arcelia, Yesenia, Conny, Bernardo, Chucho, Julio, Jorge, Pépe y particularmente a mi colega y casi

hermano Marco; que has sido como un brazo derecho para mí, por el apoyo que me brindaste, además me has hecho ver algunas cosas de la vida desde otro punto de vista. *"El recuerdo de una amistad del colegio tiene cierta fuerza mágica: ablanda el corazón y hasta conmueve el sistema nervioso de los que no tienen corazón."* B. Disraleli

A mis amigas del Call Center: Elizabeth, Claudia, Clara y Cecilia. Con las cuales he compartido momentos maravillosos, gracias por sus consejos, su amistad y mostrarme su apoyo en momentos difíciles, además de aceptar mis "breviarios culturales" acerca de la biología que han sido súper divertidos. Gracias por enriquecer mi visión.

A todos mis hermanos en Cristo que me han apoyado con sus oraciones, que gracias a ello estoy aquí, logrando una meta más, en especial a Tere e Irma Flores, por ponerse en la brecha sin condiciones. Y a mis pastores Alma y Antonio De León por ser mis coberturas y ejemplos de una fe no fingida.

TABLA DE CONTENIDOS

Índice de Figuras	IZT.	iii
Índice de Tablas		iv
Resumen		v
Introducción		1
Antecedentes		4
Justificación		6
Descripción del Área de estudio		7
Material y Método		10
Trabajo de campo		10
Trabajo de laboratorio		10
Tratamiento de datos		11
Resultados		12
Aspectos ambientales		12
Especies de peracáridos		16
Frecuencia		19
Distribución espacio-temporal		20
Comparación con otros estudios		24
Discusión		26
Aspectos ambientales		26
Densidad y Frecuencia		27
Distribución espacio-temporal		32
Análisis de los parámetros		33

Comparación con otros estudios	34
Conclusiones	36
Literatura Citada	37
Apéndice 1	42

INDICE DE FIGURAS

Número	Página
Figura 1. Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz con los sitios de muestreo	7
Figura 2. Dendrograma Bray-Curtis de los parámetros fisicoquímicos Octubre 2000-Septiembre 2001	13
Figura 3. Promedio mensual de temperatura Octubre 2000 a Septiembre 2001 mostrando máximos y mínimos	14
Figura 4. Promedio mensual de salinidad Octubre 2000 a Septiembre 2001 donde se observan máximos y mínimos	14
Figura 5. Promedio mensual de turbidez Octubre 2000 a Septiembre 2001 con sus máximos y mínimos.	15
Figura 6. Promedio mensual de oxígeno Octubre 2000 a Septiembre 2001 representando máximos y mínimos	15
Figura 7. Densidad relativa anual y densidad promedio anual de todas las especies de peracáridos	17
Figura 8. Caracterización de las especies de peracáridos de acuerdo a la prueba de Olmstead y Tukey, en base a su frecuencia de ocurrencia y la densidad	19
Figura 9. Distribución temporal de cuatro especies de anfípodos con base al porcentaje de frecuencia mensual	22
Figura 10. Distribución temporal de tres especies y una familia de anfípodos con base al porcentaje de frecuencia mensual	22
Figura 11. Distribución temporal de cuatro especies de isópodos con base al porcentaje de frecuencia mensual	23
Figura 12. Distribución temporal de dos especies de isópodos y dos especies de tanaidáceos en base a su porcentaje de frecuencia mensual	23

INDICE DE TABLAS

Número	Página
Tabla 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos de las tres temporadas climáticas en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz	12
Tabla 2. Densidad más alta de cada especie en la estación y mes correspondiente ; densidad más baja en la estación y mes correspondiente; y la densidad relativa	18
Tabla 3. Comparación de las especies registradas en el presente estudio con las reportadas por García-Montes (1989) y Winfield (1999)	23

RESUMEN

Se encontraron asociados a la raíz de lirio acuático *Eichhornia crassipes* 16 especies del Superorden Peracárida, en el transcurso de Octubre 2000-Septiembre 2001, en 12 estaciones posicionadas en el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, al cual se caracterizó con base a los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez) en tres temporadas climáticas, nortes, secas y lluvias de acuerdo al promedio mensual de cada parámetro. Se recolectaron siete especies del Orden Amphipoda; *Gammarus mucronatus*, *Apocorophium louisianum*, *Cerapus benthophilus*, *Grandidierella bonnieroides*, *Gitanopsis laguna*, *Melita longisetosa*, *Hyalella azteca* y una especie no identificada de la familia Talitridae. Seis especies del Orden Isopoda; *Munna* sp., *Ancinus* sp., *Cassidinidea ovalis*, *Caecidotea* sp., *Sphaeroma terebrans* y *Excirologa braziliensis*. Dos especies del orden Tanaidacea *Leptochelia savignyi* y *Discapseudes holtuisi*. Se estimó la densidad y frecuencia de las especies donde las dominantes obtuvieron el mayor porcentaje, destacando *Munna* sp., *G. mucronatus* y *H. azteca*; las raras mostraron también el mismo porcentaje, las cuales son registros nuevos para el sistema, a excepción de *D. holtuisi*, como *Ancinus* sp., *Caecidotea* sp., *S. terebrans*, *E. braziliensis* y Talitridae. La distribución espacio-temporal de las especies se hizo con base al porcentaje de frecuencia, siendo *G. mucronatus* la especie con mayor distribución. Se relacionaron los parámetros fisicoquímicos con la distribución de los peracáridos (salinidad, turbidez y oxígeno disuelto), donde el parámetro de mayor influencia fue la salinidad. Se realizó una comparación de la raíz de lirio acuático *E. crassipes* con otros sustratos como *Ruppia maritima* y sustratos provistos y carentes de vegetación sumergida, de estudios anteriores en el sistema lagunar. Donde se encontró que *G. mucronatus*, *G. bonnieroides*, *L. savignyi* y *D. holtuisi* ocuparon una amplia variedad de sustratos. Debido a que las raíces del lirio acuático proporcionaron un hábitat favorable a los peracáridos como refugio para la depredación por su estructura, quizá para la reproducción, crianza y alimentación debido a que el lirio acumula sedimento y partículas de materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

El Superorden Peracarida (Crustacea) fue establecido como una división dentro de la subclase Malacostraca por Calman (1904). Constituyen cerca del 40% de las especies descritas de los crustáceos. Su tamaño va desde menos de un milímetro a varios centímetros. Incluye los ordenes Mysidacea, Cumacea, Tanaidacea, Spelaeogriphacea, Thermosbaenacea, Isopoda y Amphipoda. Los peracáridos son altamente diversificados y predominantemente habitan el ambiente marino, ambientes epicontinentales y terrestres; son cosmopolitas y presentan una multiplicidad de mecanismos de alimentación. Exhiben gran variedad de estrategias tróficas incluyendo las formas de vida libre, simbiontes y parásitas. (Llorente *et al.*, 2000). Los peracáridos han sido estudiados en mares profundos determinando que dominan la producción secundaria y las historias de vida en comparación con otros invertebrados marinos (Cartes *et al.*, 2001).

El Orden Amphipoda fue creado por Latreille en 1816 a partir de la clasificación de los gammáridos. Los anfípodos habitan cualquier medio acuático. Están altamente diversificados y por lo común son abundantes; por sus hábitos de vida, crípticos en el sedimento y la vegetación. Muchas especies de este grupo presentan problemáticas de hibridización y polimorfismo. (Llorente *et al.*, 2000).

Los anfípodos, con más de 7 000 especies reunidas en 100 familias, se convierten en uno de los grupos de peracáridos más importantes (Barnes, 1996). En la actualidad están siendo estudiados como posibles bioindicadores de contaminación; por su importancia ecológica, su abundancia numérica y sensibilidad a la variedad de tóxicos y contaminantes (Thomas, 1993); por lo tanto estos últimos representan una importancia adicional, ya que estas poblaciones están más estrechamente ligadas a la contaminación y la posibilidad de delimitarlas

correctamente, permite juzgar no solamente el nivel de polución en determinado punto, sino también las probabilidades de que se instale en un determinado lugar, tal o cual población bentónica en función del crecimiento, siempre previsible, de la contaminación tanto doméstica como industrial (Bellan, 1980 en Pèrés, 1980).

El Orden Isopoda es uno de los principales grupos de crustáceos, con aproximadamente 4 000 especies descritas. Son cosmopolitas, se encuentran en toda clase de hábitats, incluyendo ambientes dulceacuícolas y terrestres (Barnes, 1996)

La mayoría de isópodos están adaptados para reptar, aunque son buenos nadadores (Barnes, 1996). Se alimentan de materia sedimentada, aunque algunos tienen hábitos de herbivorismo. Existen, además, varios grupos que son parásitos, presentando mandíbulas adaptadas para morder; pudiendo incluso picar a seres humanos

La diversidad de especies de isópodos parece estar asociada al gran espectro de hábitats que ocupan (Echeverri, 2000). Con respecto a la profundidad responde a la tolerancia de diversos factores ambientales que cambian con la profundidad (luz, temperatura, presión, cantidad y calidad de alimento, concentración de oxígeno disuelto y naturaleza del sedimento).(Llorente *et al.*, 2000). Algunas especies son indicadores de contaminación orgánica, puesto que estos pueden ser abundantes en la zona de recuperación de arroyos contaminados por alcantarillados de aguas domesticas. (Pennak, 1991)

Existen 1 500 especies descritas del orden Tanaidacea (Thomas, 1993), casi por completo marinos, en general de escasas dimensiones (Barnes, 1996). Son habitantes del bentos de la zona litoral, viven sepultados en lodos o en pequeñas grietas. Se encuentran en hábitats dulceacuícolas, salobres y marinos, y se distribuyen desde la zona intermareal hasta el mar profundo, donde tienen mayor abundancia y riqueza específica a mayor profundidad (Llorente *et al.*, 2000). Son considerados consumidores de materia suspendida o detritos orgánicos, también existen especies capaces de recolectar diatomeas, algas y otra materia de los alrededores de sus agujeros, para lo cual usan los quelípodos (Jonson y Attramadal, 1982 en: Barnes, 1996).

Diversos autores han realizado estudios de peracáridos asociados a pastos de angiospermas como Ledoyer (1986) en *Zostera marina* y *Thalassia*, en la laguna de términos, Campeche; Winfield (2001) con pasto marino *Ruppia maritima*; y García-Montes (1989) con sustratos provistos y carentes de vegetación sumergida en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz.

El lirio acuático *Eichhornia crassipes* es una planta flotante especie originaria de Brasil, América del Sur y América Central. Se introdujo a México a través de los Estados Unidos. En México más de 40 000 ha de embalses, lagos, canales y desagües se encuentran invadidos por el lirio acuático (Gutiérrez, 1996).

Las raíces del lirio acuático *Eichhornia crassipes* pueden ser un importante hábitat para los macroinvertebrados epifitos (Hutchinson, 1967, Schramm *et al.*, 1987 en Toft, 2000), dentro de estos, los peracáridos son muy abundantes, especialmente los anfípodos (Schramm *et al.* 1987, Bailey *et al.*, 1993, Bryan 1993 en Toft. 2000;

Bartodziej y Leslie, 1998), debido principalmente a su estructura plumosa que brinda una amplia cobertura que sirve de refugio para estos organismos (Toft, 2000).

Los peracáridos asociados a plantas acuáticas se distribuyen con patrones característicos, variación en su densidad, riqueza específica, diversidad; estas a su vez, se encuentran influenciadas por la latitud (Llorente *et al.*, 2000) principalmente en los anfípodos y los isópodos donde su diversidad disminuye cuando la latitud incrementa (Virnstein, 1995), de igual forma, la variación espacio-temporal de parámetros fisicoquímicos, efectos por la competencia y depredación. (Winfield, 1999; García-Montes, 1989).

ANTECEDENTES

Entre las investigaciones que se han reportado de los peracáridos con relación a las raíces del lirio acuático, destacan los siguientes:

En México se realizó un estudio de la fluctuación de las poblaciones de la fauna asociada a lirio acuático *Eichhornia crassipes* con relación a la contaminación del lago de Xochimilco. Donde registró de los peracáridos al anfípodo *Hyalella azteca* y el isópodo *Asellus communis*.(Salcedo, 1978)

Poi de Neiff *et al.*, (1980) en el Río Paraná estudiaron la fauna asociada en las raíces de *Eichhornia crassipes* en el periodo de grandes inundaciones en hábitats lóticos y lénticos. Amphipoda, solo fue representado por *Hyalella curvispina*. Poparello (1983), en el río Correntoso de la provincia de Santa Fe, Argentina realizó una estimación de la densidad absoluta y relativa, así como la biomasa de los organismos asociados a *Eichhornia crassipes* alternando en ocasiones con *Paspalum repens*. De Amphipoda *Hyalella curvispina* fue la representativa con una abundancia escasa. Paporello (1986) realizó un estudio cuali-cuantitativo de la fauna

asociada a *Eichhornia crassipes* en el cauce principal secundario y tributarios del tramo medio del Río Paraná. Calculó la densidad total y relativa y la biomasa de los macroinvertebrados. De los Amphipoda, *Hyalella curvispina* que fue registrada como una especie importante. Poi de Neiff *et al.*, (1997) realizaron investigaciones de abundancia, biomasa y proporciones relativas de la alimentación de los macroinvertebrados asociados a la raíz de *Eichhornia crassipes* durante periodos bajos y altos de agua en dos lagos con conexión indirecta del Río Paraná. Amphipoda fue representada por *Hyalella curvispina* la cual se registró como una especie dominante y Talitridae.

En Florida en el Río San Marcos se realizó un estudio de la ecología acuática y la calidad del agua, donde se demostró que los anfípodos son un taxa común asociado a las raíz de lirio acuático, así como contribuyeron a la descomposición de la hoja y de la raíz del mismo, la especie de peracáridos que registraron fue a *Hyalella azteca* (Bartodziej *et. al.*, 1998)

Toft (2000) realizó un estudio ecológico comparativo entre *Eichhornia crassipes* y la planta acuática endémica *Hydrocotyle umbellata*; en el Delta de Sacramento/San Joaquín, California; observó las diferencias de las comunidades de invertebrados en ambas plantas y las relacionó con las dietas de los peces. Los peracáridos más abundantes en la raíz de lirio fueron los anfípodos *Corophium spinicorne*, *Gammarus daiberi* y *Crangonyx floridanus* el cual se reportó por primera vez en el Delta, y los isópodos *Caecidotea racovitzail* y *Asellus hilgendorffii* que también fueron un nuevo registro dentro del Delta. Además encontró que el anfípodo nativo *Hyalella azteca* fue más abundante en *H. umbellata* que en *E. crassipes*.

JUSTIFICACIÓN

En nuestro país son los primeros trabajos realizados con relación a la fauna de invertebrados asociados al lirio acuático, y por ende también la fauna peracárida. Anteriormente se han realizado estudios acerca de los peracáridos en el Sistema lagunar Alvarado Veracruz, en otros sustratos (Winfield 1999, García-Montes 1989). Por lo que resulta interesante conocer la composición y densidad de este grupo teniendo como sustrato las raíces del lirio acuático y compararla con otros sustratos.

OBJETIVO GENERAL.

Analizar la distribución espacial y temporal, así como los cambios en la estructura de la comunidad de peracáridos en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las especies asociadas de peracáridos a la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes*
- Estimar la densidad, frecuencia y distribución espacio-temporal de los peracáridos asociados a la raíz del lirio acuático.
- Analizar la relación de los parámetros fisicoquímicos con la distribución de los peracáridos.
- Hacer una comparación con los estudios realizados anteriormente de peracáridos en el sistema lagunar de Alvarado en diferentes sustratos



Fig. 1 Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz con los sitios de muestreo: 1) Escollera, 2) Papaloapan I, 3) Papaloapan II, 4) Río Blanco, 5) Buen País I, 6) Buen País II, 7) Camaronera I, 8) Camorrera II, 9) Camaronera III, 10) Rastro, 11) Arbolillo, 12) Aneas.

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La laguna de Alvarado Veracruz se localiza frente a la planicie costera del área central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 45' y 19° 60' de Longitud Norte y los Meridianos 95°42' 20" a 95° 57' de Longitud Oeste. Pertenece a la planicie fisiográfica de la llanura costera del Golfo de México (García, 1973) (Fig.1).

El clima es $Aw_2(i)$, cálido húmedo con lluvias en verano, que van de los 1100 a los 2000 mm. La temperatura promedio anual es de 25.6°C con poca oscilación (entre 5°C y 7°C). Enero es el mes más frío y junio es el más cálido (García, 1973).

Tiene tres temporadas climáticas bien definidas; en Junio comienza la época de lluvias, terminando en Octubre, aunque puede extenderse hasta Noviembre y Diciembre. La temporada de nortes, se inicia en Noviembre y se generalizan en Enero, persistiendo con menor frecuencia hasta Abril o principios de Mayo correspondiendo a masas de aire polar y vientos del Noroeste y del Norte, con escaso contenido de humedad que producen descenso en la temperatura pero escasa o ninguna influencia en las precipitaciones que, se inician en Octubre. La época de secas comprende de Febrero a Mayo caracterizándose por elevadas temperaturas (García, 1973).

Lankford (1987), ubica a la laguna en la Región E y la clasifica como tipo II-B (I-D), es decir, como una boca en barrera con la formación de un delta y la formación de sublagunas con gradientes de salinidad hiposalino. Así mismo, forma parte de la Región Hidrológica 28 (Contreras, 1993).

El sistema lagunar de Alvarado esta orientado de NW-SE en forma paralela a la línea de costa; tiene una longitud de 26 Km. y una anchura máxima de 4.5 Km. Su área es de 71.7 Km²; se comunica con el Golfo de México a través de una boca natural de 400 m de longitud cerca de la desembocadura del río Papaloapan, la cual aporta un promedio diario de 40 millones de metros cúbicos de agua y tiene la peculiaridad de vencer siempre las barreras provocadas por la marea y por tener un balance positivo de gasto. Lo mismo ocurre con el Acula, el Camarón y el Río Blanco cuya influencia es tan intensa en la temporada de lluvias que bajan significativamente la salinidad (Contreras, 1993).

IZT.

El Sistema lagunar se separa de mar abierto mediante una barrera arenosa de 22 Km. de largo, y está integrado por varias lagunas: Alvarado con 45 Km², Buen País con 4.9 Km² y Camaronera con 21.8 Km². Esta última posee una boca artificial constituida por 2 tubos de 2 m de diámetro cada uno (Contreras, 1993).

En todo el contorno de la laguna se observan varias especies de manglares como *Rizhophora mangle*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, y el tule *Typha* sp. En la época de lluvias invade la laguna el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. La vegetación sumergida es fundamentalmente de *Ruppia maritima* (INEGI, 1988) con tramos pequeños de pastos halófilos, palmeras y árboles medianos y altos de la selva pantanosa.

Durante la época de sequía el sistema se clasifica como mesohalino y al inicio de la temporada de lluvias la salinidad desciende marcadamente volviéndose a características oligohalinas (Molina, 1994; Contreras, 1993).



MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Biodiversidad de la Laguna de Alvarado, Veracruz" del Laboratorio de Ecología de la FES Iztacala.

Trabajo de Campo

Se realizaron colectas mensuales del periodo Octubre 2000 a Septiembre 2001 en doce estaciones posicionadas dentro del sistema (Fig. 1).

En cada colecta se tomaron en un contenedor tres organismos de *Eichhornia crassipes*, dentro del cual se separó el sistema radicular desechando el resto de la planta. El contenido se filtro con una malla de 250 μ m. La muestra se fijó con etanol al 80% y se transportó al laboratorio de Ecología de la FES Iztacala para su estudio.

Al mismo tiempo en cada estación se registró temperatura con un termómetro Taylor de -10°C a 50°C ($^{\circ}\text{C}$, grados Centígrados), turbidez con un Turbidímetro LaMotte modelo 2020 (UNT, unidades nefelométricas), salinidad con un Salinómetro Yellow Spring A.C.T. 33 (‰, partes por mil) y oxígeno disuelto con un Oxímetro Yellow Spring modelo 51 B (ppm, partes por millón).

Trabajo de laboratorio

Se obtuvo el volumen radicular de la muestra donde se separaron todos los organismos encontrados asociados al sistema radicular, se depositaron en frascos plásticos y se fijaron con etanol al 80% se separaron, contaron e identificaron mediante claves de identificación especializadas: Ledoyer (1986); Kensley y Schotte (1989); Pennak (1991) y LeCroy (2000).

Tratamiento de datos

Para calcular la densidad de los organismos se estandarizó a org./500ml de raíz y la densidad relativa utilizando la formula:

$$DRi = Di / \sum Di \times 100$$

Se aplicó Olmstead y Tukey tomando para este fin (org./500 ml de raíz) [log (densidad total anual + 1)] contra el porcentaje de frecuencia de cada una de las especies (Sokal y Rohlf, 1995).

Se calculó la media, máximos y mínimos de cada mes de octubre 2000 a septiembre 2001 de los parámetros fisicoquímicos temperatura, salinidad, oxígeno y turbidez.

Se utilizó el programa Microsoft Excel 2000 versión 9.0.2812 para calcular estos criterios.

Para los parámetros fisicoquímicos se construyó un dendrograma utilizando el programa de Biodiversity pro V.2 con el análisis de Bray-Curtis, ligamiento promedio no ponderado utilizando los valores de disimilitud. Para clasificar los meses temporalmente

Por otro lado se realizó una comparación de la utilización del los hábitats tomando como referencia los trabajos de García-Montes en sustratos carentes y provistos de vegetación (1989) y Winfield en *Ruppia maritima* (1999).

RESULTADOS

ASPECTOS AMBIENTALES

La clasificación ambiental realizada con el análisis de grupos, demostró la existencia de tres cúmulos (Fig. 8). El primero se conformó por los meses de agosto, septiembre y octubre que representó la época de lluvias, con temperaturas altas, (los valores numéricos se encuentran en la tabla 2) la salinidad alcanzó valores de 0‰, las concentraciones de oxígeno se manifestaron un poco bajas y mostró una turbidez alta en comparación con las otras temporadas climáticas. El segundo correspondió a los meses de enero, febrero, julio, noviembre y diciembre que representaron la época de nortes, las temperaturas tendieron a subir, la salinidad aumentó, las concentraciones de oxígeno se mostraron relativamente altas y la turbidez disminuyó en comparación con la temporada de lluvias. El tercero representó la temporada de secas, conformado por los meses marzo, abril, mayo y junio con temperaturas elevadas, la salinidad también fue más elevada, las concentraciones de oxígeno altos y la turbidez descendió ya que registró valores menores.

Tabla 1 Valores de los parámetros fisicoquímicos de las tres temporadas climáticas en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

	LLUVIAS			NORTES			SECAS		
	máx.	mín.	\bar{X}	máx.	mín.	\bar{X}	máx.	mín.	\bar{X}
TEMPERATURA °C	32	21	28.65	32	21	25.5	32	27	28.7
SALINIDAD ‰	5	0	1.54	12	0	4.3	33	2	10.23
OXÍGENO Ppm	12.4	1.2	8.06	12.4	7.8	9.5	14.4	7.3	10.33
TURBIDEZ UNT	60.7	6.48	24.67	80.3	5.93	21.10	24.64	1.2	8.58

(máx.) máximos, (mín.) mínimos y (\bar{X}) promedio.

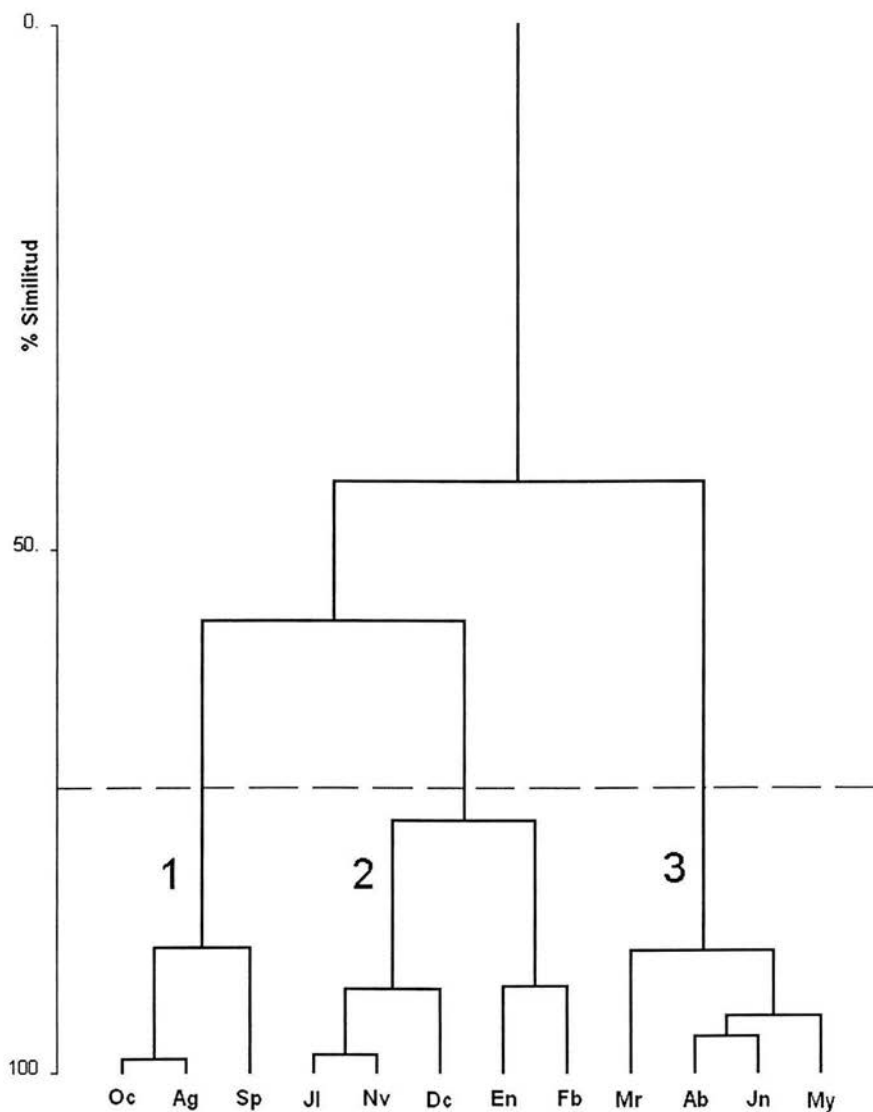


Fig. 2. Dendrograma Bray-Curtis de los parámetros fisicoquímicos octubre 2000 Septiembre 2001. Los valores de disimilitud están transformados en valores de porcentaje de similitud. Oc, octubre; Ag, agosto; Sp, septiembre; Jl, julio; Nv, noviembre; Dc, diciembre; En, enero; Fb, febrero; Mr, marzo; Ab, abril; Jn, junio y My, mayo.

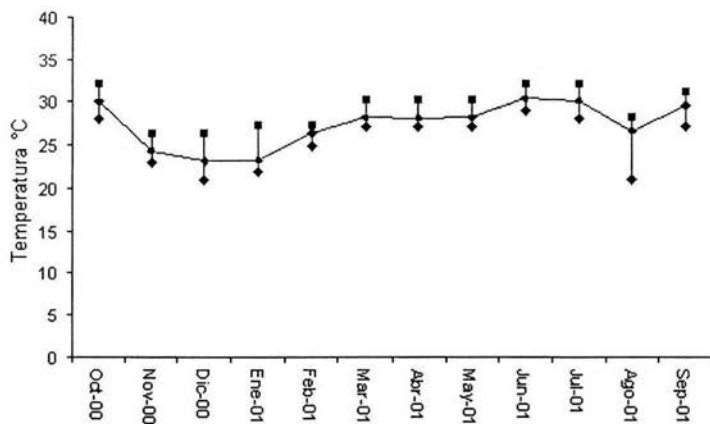


Fig. 3. Promedio mensual de temperatura Octubre 2000 a Septiembre 2001 mostrando máximos y mínimos.

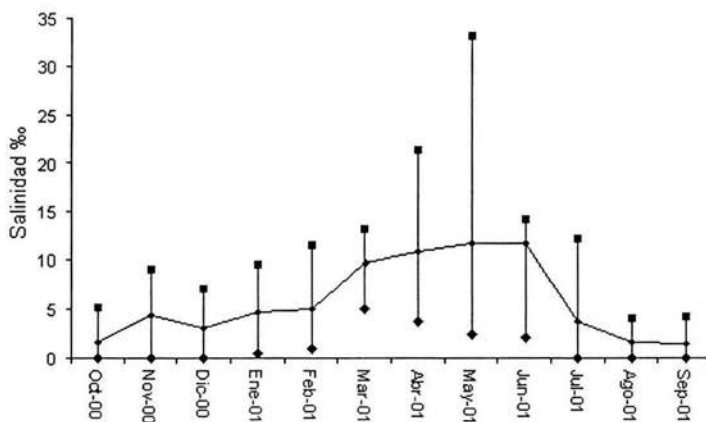


Fig. 4. Promedio mensual de salinidad Octubre 2000 a Septiembre 2001 donde se observan máximos y mínimos.

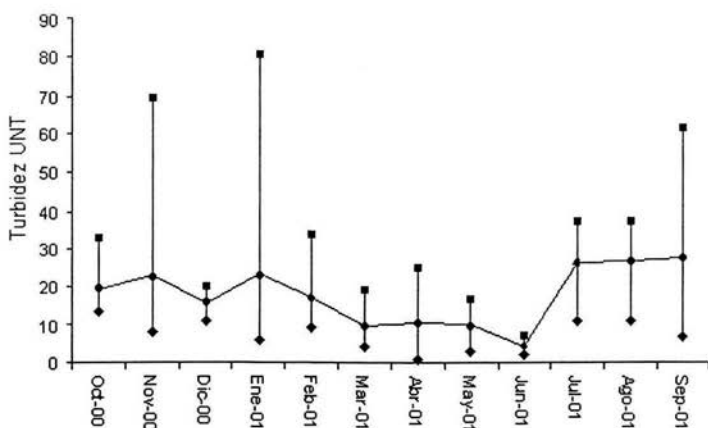


Fig. 5. Promedio mensual de turbidez Octubre 2000 a Septiembre 2001 con sus máximos y mínimos.

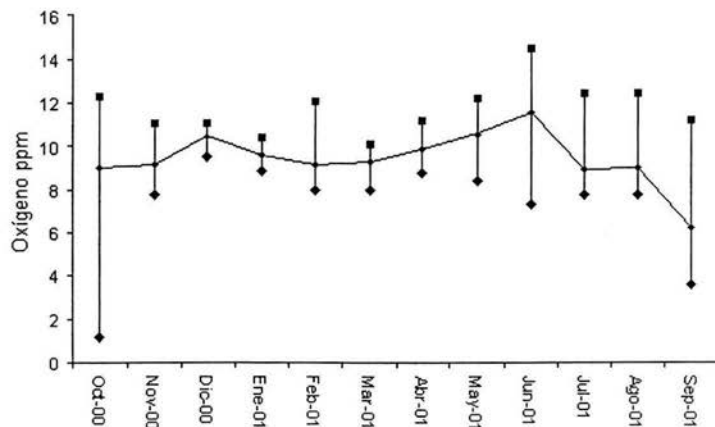


Fig. 6. Promedio mensual de oxígeno Octubre 2000 a Septiembre 2001 representando máximos y mínimos.

ESPECIES DE PERACÁRIDOS

Los organismos del Superorden Peracarida asociados a la raíz del lirio acuático correspondieron a: siete especies del Orden Amphipoda; *Gammarus mucronatus* Say, 1818, *Apocorophium louisianum* Shoemaker, 1934, *Cerapus benthophilus* Thomas y Heard, 1979, *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1947, *Gitanopsis laguna* McKinney, 1978, *Melita longisetosa* Sheridan, 1980 y *Hyalella azteca* Sausser, 1857, y una especie no identificada de la familia Talitridae. Del Orden Isopoda seis especies *Munna* sp. Kroyer, 1839, *Ancinus* sp. H. Milne Edwards, 1840, *Cassidinidea ovalis*, Say 1818, *Caecidotea* sp., *Sphaeroma terebrans* Bate, 1866 y *Excirologa braziliensis* Richardson, 1912. Del orden Tanaidacea dos especies *Leptochelia savignyi* Krøyer, 1842 y *Discapseudes holthuisi* Băcescu y Gutu, 1975.

DENSIDAD

Munna sp. fué la especie con mayor densidad promedio anual con 944 org./500ml, representó el 65.20% de la densidad relativa anual; la siguiente especie es *H. azteca* con 114 org./500ml, representó el 7.89%; consecutivamente *G. mucronatus* que le correspondió el 7.64% con 109 org./500ml.

El resto de las especies representó el 11.38% de la densidad anual total, como *G. bonnieroides* con 90 org./500ml de densidad promedio; *L. savignyi* con 52 org./500ml; *C. ovalis* con 37 org./500ml; *M. longisetosa* con 27 org./500ml; *C. benthophilus* obtuvo 23 org./500ml; *A. louisianum* con 18 org./500ml; *G. laguna* obtuvo 15 org./500ml; *Ancinus* sp. obtuvo 9 org./500ml; *Caecidotea* sp. obtuvo 3 org./500ml; *D. holthuisi* obtuvo 2 org./500ml; *E. braziliensis* obtuvo 2 org./500ml; Talitridae obtuvo 1 org./500ml y *S. terebrans* obtuvo 0.5 org./500ml. (Fig. 7)

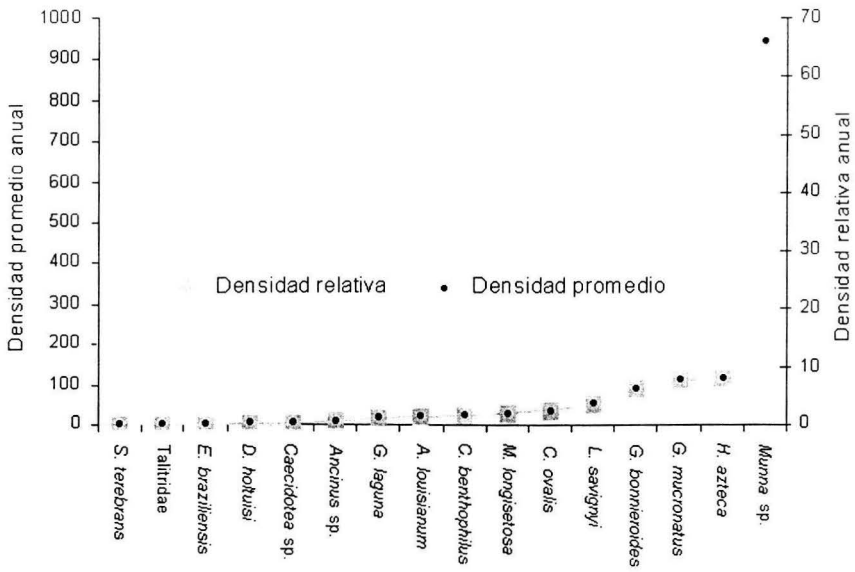


Fig. 7. Densidad relativa anual y densidad promedio anual de todas las especies de peracáridos.

Tabla 2. Densidad más alta de cada especie en la estación y mes correspondiente ; densidad más baja en la estación y mes correspondiente; y la densidad relativa.

	Densidad mayor		Mes	Estación	Densidad menor		Mes	Estación
	org./500ml	Relativa (%)			Org./500ml	Relativa (%)		
<i>Munna</i> sp.	12656	55.3	Mayo	Río Blanco	4	0.096	Febrero	Escollera
<i>H. azteca</i>	2540	17.4	Diciembre	Buen País I	4	0.112	Julio	Río Blanco
<i>G. mucronatus</i>	1382	8.1	Abril	Rastro	2	0.057	Agosto	Arbolillo
<i>G. bonnieroides</i>	1331	37.2	Julio	Rastro	2	0.063	Junio	Escollera
<i>L. savignyi</i>	1290	13.6	Noviembre	Cameronera II	2	0.014	Diciembre	Rastro
<i>C. ovalis</i>	513	14.3	Julio	Buen país I	2	0.021	Octubre	Río Blanco
<i>M. longisetosa</i>	1548	37.2	Febrero	Escollera	2	0.080	Enero	Papaloapan II
<i>C. benthophilus</i>	952	10.2	Octubre	Cameronera III	2	0.048	Febrero	Río Blanco
<i>A. louisianum</i>	185	1.9	Noviembre	Cameronera II	2	0.080	Enero	Aneas
<i>G. laguna</i>	261	8.2	Junio	Rastro	2	0.063	Junio	Escollera
<i>Ancinus</i> sp.	672	4.6	Diciembre	Buen País I	1	0.031	Junio	Aneas
<i>Caecidotea</i> sp.	47	0.5	Octubre	Buen país II	5	0.034	Diciembre	Río Blanco
<i>D. holthuisi</i>	56	1.3	Agosto	Buen País I	25	0.395	Septiembre	Buen País II
<i>E. braziliensis</i>	56	0.9	Septiembre	Papaloapan II	2	0.063	Junio	Escollera
Talitridae	78	1.2	Septiembre	Cameronera II	2	0.063	Junio	Escollera
<i>S. terebrans</i>	22	0.2	Noviembre	Buen País I	5	0.053	Noviembre	Cameronera II

FRECUENCIA

De acuerdo al criterio de Olmstead y Tukey se registraron como Especies Dominantes (37.5%): *Munna* sp., *G. mucronatus*, *C. ovalis*, *G. bonnieroides*, *L. savignyi* y *H. azteca*; Especies Comunes (12.5%): *A. louisianum* y *G. laguna*; Especies Estacionales (12.5%) a *M. longisetosa* y *C. benthophilus*; Especies Raras (37.5%): *Caecidotea* sp., *D. holtuisi*, *Ancinus* sp., *E. braziliensis*, Talitridae y *S. terebrans*.

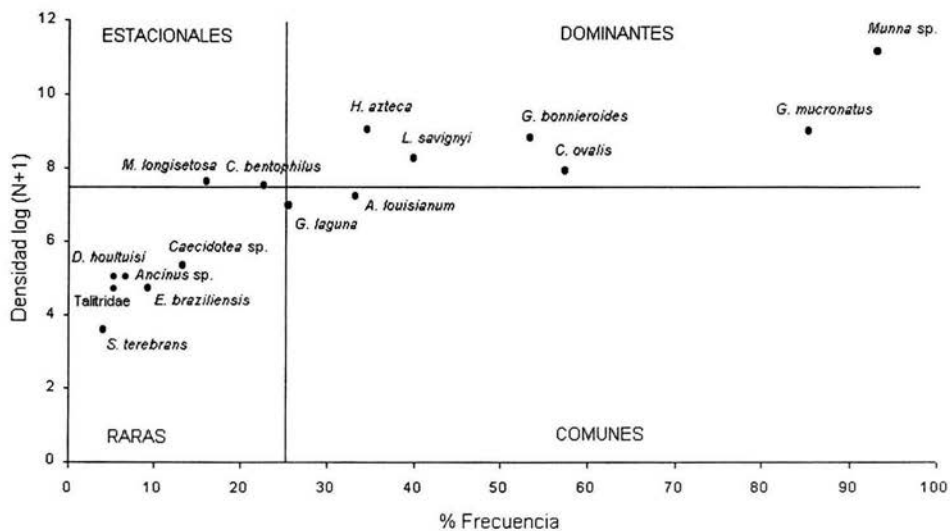


Fig. 8. Caracterización de las especies de peracáridos de acuerdo a la prueba de Olmstead y Tukey, en base a su frecuencia de ocurrencia y la densidad.

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL

La distribución temporal se tomó con base al mes en que cada especie presentó su mayor porcentaje de frecuencia mensual, dentro de las tres temporadas climáticas: lluvias, nortes y secas. (Figs. 9, 10, 11 y 12) y la distribución espacial en referencia a la estación donde le correspondió el mayor porcentaje de frecuencia mensual.

ESPECIES CON MAYOR DISTRIBUCIÓN DENTRO DEL SISTEMA

La especie que tuvo la más amplia distribución en el sistema lagunar fue *G. mucronatus*, que le correspondió el 83.33% en el mes de agosto, (Fig. 4), las mayores densidades se registraron en las estaciones Aneas y Buen País I. *Munna* sp. mostró una distribución amplia con 75% de frecuencia en los meses de agosto en las estaciones Camaronera II y Buen País II y noviembre en las estaciones Aneas y Buen País II; *C. ovalis* registró 50% en los meses de agosto en las estaciones Buen País I y Buen País II y octubre en las estaciones Camaronera III y Camaronera II (Fig. 6); estas tres especies se colectaron en todo el año.

G. bonnieroides registró 50% de frecuencia mensual en los meses de noviembre en las estaciones Camaronera II y Camaronera III, julio en Rastro y septiembre en Camaronera I y Buen País II. No se registró en el mes de abril.

El mayor porcentaje de frecuencia mensual de *A. louisianum* y *H. azteca* fue de 41.67% ambas se presentaron en el mes de noviembre en las estaciones Camaronera II y Buen País I; *G. laguna* registró su mayor porcentaje en el mes de septiembre en las estaciones Camaronera II y Camaronera III con 41.67%; *C. benthophilus* registró 25% de frecuencia en los meses de octubre en Camaronera III, febrero en Papaloapan II y agosto en Camaronera III; *M. longisetosa* presentó 25% de frecuencia en los meses de febrero en la estación Escollera y septiembre en Río

Blanco; *L. savignyi* presentó su mayor porcentaje en el mes de noviembre con 58.33% en la estación Camaronera II. En el resto de los meses a lo largo de todo el año presentó porcentajes de frecuencia muy bajos.

ESPECIES CON DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA Y BAJA DENSIDAD

Caecidotea sp. presentó su mayor porcentaje en los meses de octubre en Buen País II y Arbolillo; y en noviembre en las estaciones Buen País II y Aneas con 25%; *S. terebrans* únicamente se presentó en los meses de noviembre en la estación Buen País II y agosto en Papaloapan II con 16.67% y 8.33% respectivamente; *Ancinus* sp. registró el mayor porcentaje de 25% en el mes de junio en la estación Rastro, así mismo solo se registró en el mes de diciembre en la estación Buen País I y en agosto en la estación Río Blanco; *E. braziliensis* registró su mayor porcentaje en los meses de noviembre en Buen País I, junio en Rastro y septiembre en Papaloapan II con 16.67%; Talitridae mostró su mayor porcentaje en el mes de septiembre en la estación Camaronera II con 16.67% registrándose solamente en los meses de junio en la estación Escollera y en el mes de julio en Río Blanco con un porcentaje de frecuencia de 8.33% en las estaciones; *D. haultuisi* solo se presentó en los meses de agosto en la estación Buen País I con 25% y septiembre en Buen País II con un porcentaje de 8.33% respectivamente.

G. mucronatus
 A. louisianum
 C. benthophilus
 G. bonnieroides

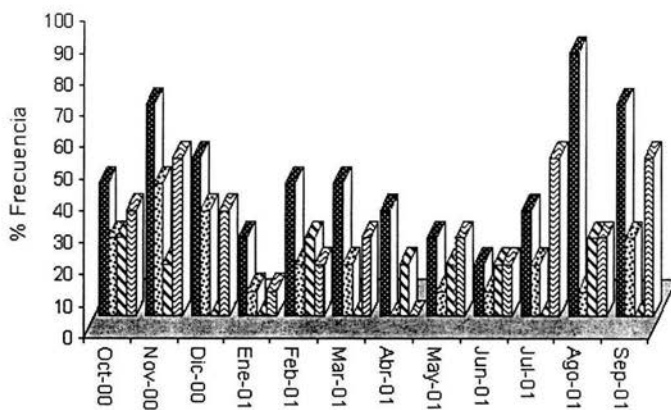


Fig. 9. Distribución temporal de cuatro especies de anfípodos con base al porcentaje de frecuencia mensual.

G. laguna
 M. longisetosa
 H. azteca
 Talitridae

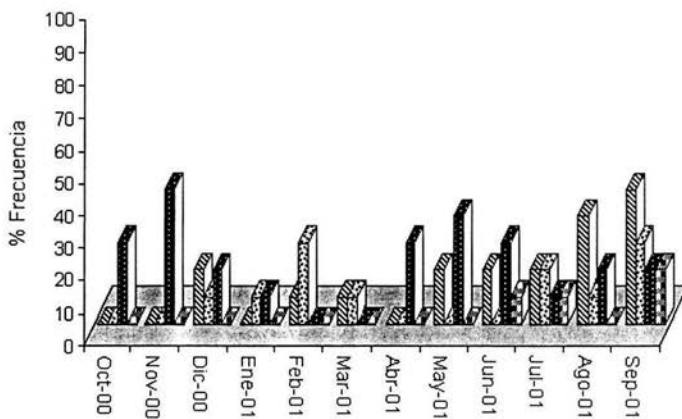


Fig. 10. distribución temporal de tres especies y una familia de anfípodos con base al porcentaje de frecuencia mensual.

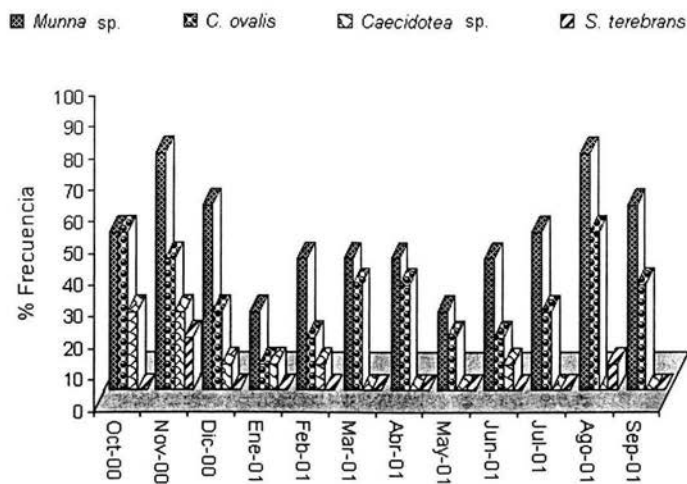


Fig. 11. Distribución temporal de cuatro especies de isópodos con base al porcentaje de frecuencia mensual.

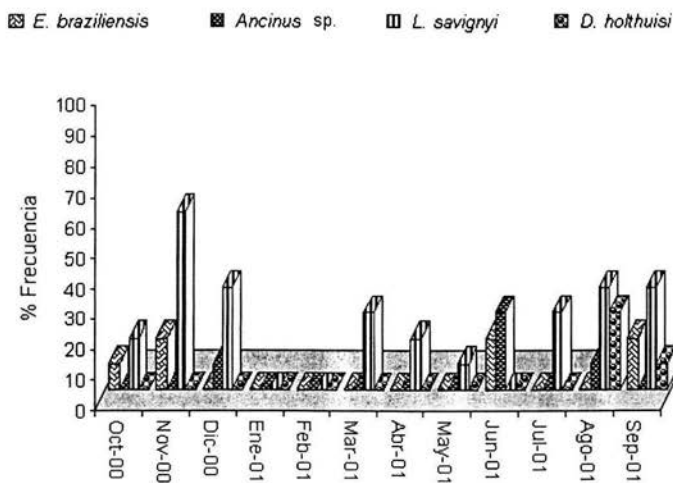


Fig. 12. Distribución temporal de dos especies de isópodos y dos especies de tanaidáceos en base a su porcentaje de frecuencia mensual.

COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

La comparación que se realizó con las especies registradas por García-Montes (1989) dejó observar que el 62.5% son comunes y el 90% con las reportadas por Winfield (1999). Además, en el presente estudio, se registraron seis especies que no habían sido reportadas en los estudios anteriores (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de las especies registradas en el presente estudio con las reportadas por García-Montes (1989) y Winfield (1999).

ESPECIE	GARCIA-MONTES (1989) en varios sustratos	WINFIELD, (1999) en <i>Ruppia maritima</i>	PRESENTE ESTUDIO <i>Eichhornia crassipes</i>
Orden Mysidacea			
<i>Mysidopsis almira</i>	X	-	-
<i>Taphromysis louisianae</i>	X	-	-
Orden Amphipoda			
<i>Grandidierella bonnieroides</i>	X	X	X
<i>Gammarus mucronatus</i>	X	X	X
<i>Melita longisetosa</i>	-	X	X
<i>Haustorius</i> sp.	X	X	-
<i>Corophium simile</i>	X	-	-
Photidae	X	-	-
<i>Metopella nasuta</i>	X	-	-
<i>Cerpus benthophilus</i>	-	X	X
<i>Apocorophium louisianum</i>	-	X	X
<i>Gitanopsis laguna</i>	-	X	X
<i>Hyalella azteca</i>	X	-	X
Talitridae	-	-	X
<i>Leptocheirus rhizophorae</i>	-	X	-

Tabla 3 continuación.

	Orden Isopoda		
<i>Cassidinidea ovalis</i>	-	X	X
<i>Cassidinea lunifrons</i>	X	-	-
<i>Rosinella aries</i>	X	-	-
<i>Munna</i> sp.	-	-	X
<i>Caecidotea</i> sp.	-	-	X
<i>Sphaeroma terebrans</i>	-	-	X
<i>Excirolana braziliensis</i>	-	-	X
<i>Ancinus</i> sp.	-	-	X
	Orden Tanaidacea		
<i>Leptocheilia savignyi</i>	X	X	X
<i>Discapseudes holthuisi</i>	X	X	X
<i>Leptocheilia</i> sp.	X	-	-
<i>Hargeria rapax</i>	X	-	-
<i>Teleotanais gerlachi</i>	X	-	-

DISCUSIÓN

ASPECTOS AMBIENTALES

El mes de julio de acuerdo a García (1973), pertenece a la temporada de lluvias; sin embargo, debido a que las condiciones de salinidad son elevadas por el efecto de mezcla de agua del aporte de los ríos y la lluvia es retardado. Este mes se agrupó junto con los meses de la temporada de nortes.

Octubre 2000 representó el final de la temporada de lluvias de ese año, en tanto que, los meses de agosto y septiembre la del 2001, se caracterizaron por presentar bajas salinidades en el sistema, tal y como lo mencionan Morán *et al.*, (1996). Los aportes de agua continental se incrementaron definiendo un ambiente oligohalino y al mismo tiempo los valores de turbidez se incrementaron por el efecto de mezcla en la columna de agua y por el creciente aporte de los ríos (García-Cubas y Reguero, 1989).

La introducción de lirio acuático al sistema se observó primordialmente en esta temporada climática, debido a que el río Papaloapan aporta grandes cantidades de esta planta, el cual se distribuye en parches, llegando a ser más abundante durante esta temporada, cubriendo grandes extensiones (INEGI, 1998).

Los meses de noviembre a febrero, se agruparon en la temporada de nortes, de acuerdo con Morán *et al.*, (1996) se presentan masas de aire frío provenientes del norte; incrementando su velocidad; con dirección de noreste a sureste. Por lo tanto la temperatura disminuyó en los primeros meses de esta temporada a 23 °C promedio. Los meses de mayor turbidez fueron enero y noviembre. La salinidad caracterizó a la laguna en los primeros meses en oligohalina de noviembre a enero y febrero presentó características mesohalinas con valores de 11.8 ‰.

La temporada de secas fue a partir del mes de marzo a junio, presentó la mayor salinidad en el mes de mayo. Debido al producto de una mayor tasa de

evaporación y una disminución en los aportes fluviales, en consecuencia la ausencia de lluvia, además de la influencia marina que se da por el intercambio mareal entre el sistema y la zona costera adyacente (Morán *et al.*, 1996), ésta temporada se caracterizó por los valores máximos de salinidad. El valor mayor de salinidad que fue de 33 ‰, que se registró en el mes de mayo. La turbidez disminuyó marcadamente a consecuencia de la disminución de los aportes de agua hasta 1.2 UNT. En esta temporada también la temperatura ambiental aumentó hasta 28 °C.

Diversos autores han propuesto que la temporada de secas es a partir de febrero a mayo (García, 1973); sin embargo, debido a la alta salinidad que se registró en el mes de junio se agrupo dentro de los meses de la temporada de secas. Debido a que este mes se considera como el fin de la época de secas, en este periodo de estudio.

DENSIDAD Y FRECUENCIA

Los crustáceos peracáridos asociados a la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes*; *Munna* sp., *H. azteca* y *G. mucronatus* constituyeron la mayor densidad dentro del sistema.

Se encontró que *Munna* sp. presentó todos los estadios de su ciclo de vida con organismos pequeños, adultos, hembras grávidas y con la evidencia que el marsupio de las hembras estuvo recientemente ocupado por esta causa se consideró como un habitante permanente del lirio. Por lo tanto, representó una elevada densidad en comparación con las demás especies, principalmente en la temporada de secas en la estación Río Blanco. Las especies de este género se han encontrado a salinidades de 25 ‰ de 1 a 2 m de profundidad (Kensley y Schotte, 1989). Lo que indica que esta especie es altamente tolerante a altas salinidades. Se caracterizó por ser la especie de mayor dominancia dentro del sistema.

Hyalella azteca especie limnívora que se alimenta de diatomeas, algas filamentosas y detrito; habita primordialmente en ríos que desembocan en el mar y lagunas. Esta incrementó su densidad en la temporada de nortes en la estación Buen País I. García-Montes (1989) la registró dentro del sistema lagunar de Alvarado, con bajas densidades, en sustratos provistos y carentes de vegetación en la laguna Buen País.

En estudios anteriores se registró a *H. azteca* en el río de St. Johns, Florida como especie dominante asociada a las raíces del lirio acuático (Hansen *et al.*, 1971 citado por Bartodziej *et al.*, 1998). En el Delta del río Sacramento ésta especie presentó su mayor abundancia asociada a la raíz del lirio en el mes de Julio (Toft, 2000). O'Hara (1967) publicó que *H. azteca*, fue una especie común asociada a la raíz de lirio en el lago de Okeechobe, Florida (Bartodziej *et al.*, op. cit.). En el sistema se caracterizó como especie dominante asociada a la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes*.

Gammarus mucronatus es una especie eurihalina, omnívora, generalista, se alimenta de algas epifitas y detrito (García-Montes, 1989). Presentó su mayor densidad en la época de secas en la estación Rastro, que se encuentra dentro de la laguna de Camaronera donde el intercambio de flujo de aguas marinas se lleva a cabo por la desembocadura artificial que comunica a la laguna Camaronera con el mar (García-Cubas y Reguero, 1989). Diversos autores han encontrado a esta especie en un amplio intervalo de salinidad (Thomas, 1976; Heard, 1982 en LeCroy, 2000). Se caracterizó como dominante, es una especie habitante residente dentro del sistema. Winfield (1999) registró a esta especie como dominante dentro del sistema lagunar de Alvarado en pastos de *Ruppia maritima*, la cual presentó actividad reproductiva todo el año, principalmente en la laguna Camaronera. Es una especie con habilidad de desplazamiento, esto indica su alta densidad en las raíces del lirio acuático ya que estas sirvieron de refugio para reproducirse y como fuente de alimentación.

Grandidierella bonnieroides es una especie que se caracterizó como dominante, es eurihalina, filtradora y gregaria. Consumidor microfago, especializado en pequeñas partículas de detrito y diatomeas (Winfield, 1999). En la temporada de nortes incrementó su densidad en la estación Rastro que se encuentra dentro de la laguna Camaronera.

Se encontró a *Leptochelia savignyi* con una densidad elevada principalmente en la temporada de nortes en la estación Camaronera II. Es una especie tubícula, que vive entre raíces y plantas acuáticas (Lewis, 1998) con preferencia a aguas sublitorales y submareales (Makkaveeva, 1992) de alimentación detritófaga y habitante común de ambientes eurihalinos (García-Montes, 1989). También está asociada a la raíz de *E. crassipes*, se caracterizó como dominante.

Cassidinidea ovalis mostró sus mayores densidades en la temporada de nortes en la estación Buen País I. Es considerada una especie eurihalina, es un organismo libre, detritívoro y ramoneador de microalgas (Kensley y Schotte, 1989). En el sistema se ha reportado como dominante, con capacidad de desplazamiento para la búsqueda de recursos alimenticios, refugio y reproducción (Winfield, 1999). Por lo tanto, *E. crassipes* fue un hábitat con disponibilidad de estos recursos lo cual permitió que esta especie se haya caracterizado como dominante.

De las especies estacionales dentro del sistema lagunar, que representaron un bajo porcentaje, se registraron a *Melita longisetosa* especie herbívora micrófaga, es más abundante a lo largo de temporadas de altas temperaturas, donde ocurre la reproducción de las hembras (LeCroy, 2000). Se ha encontrado en medios de salinidad alta, en hábitats como sustrato vegetal, arrecifes de ostras y manglares. En el sistema lagunar representó su máxima densidad en la temporada de nortes cuando la salinidad tiende a aumentar, en la estación Escollera, se ha reportado a esta especie común en sistemas-lagunar estuarino en el Golfo de México (Winfield, 1999). La especie que también se mostró como frecuente y poco abundante fue *Cerapus benthophilus* especie estuarina y tubícola (Winfield et al., 2001), incrementó

su densidad al finalizar la temporada de lluvias en la estación Camaronera III, donde las condiciones de salinidad son bajas.

Las especies comunes las cuales representaron un bajo porcentaje fueron *Gitanopsis laguna* especie herbívora. Mckinney (1978) reportó que esta especie habita sobre algas dentro de ambientes estuarinos y en bahías con alta salinidad 0.5 a 2m (Winfield *et al.*, 2001), mostró su mayor densidad en la temporada de secas en la estación Rastro que se encuentra en la laguna Camaronera donde la salinidad tiende a incrementarse. La densidad de esta especie dentro del sistema incrementa en la temporada de secas debido a que es una especie con amplia tolerancia a los cambios de salinidad (Winfield, 1999). También se registró como poco frecuente y abundante a *Apocorophium louisianum*, especie gregaria, estuarina habitante de fondos lodosos y entre raíces de pastos marinos a salinidades de 0 y 30‰ (Ledoyer, 1986). Su mayor densidad se registró en la temporada de nortes en la estación Camaronera II. En el sistema lagunar de Alvarado fue una especie dominante asociada a *R. maritima* en el sustrato rizoma, aumentando su densidad en la temporada de lluvias (Winfield, 1999).

Las especies que se caracterizaron como raras y de más baja densidad fueron *Ancinus* sp. A las especies de este genero algunos autores las han encontrado en plantas acuáticas marinas en Carlson Point, Belice (Kensley y Schotte, 1989). Siguiendo con *Sphaeroma terebrans* que fue el componente de valores más bajos de densidad. Debido a que su hábitat principal son las raíces aéreas del mangle, utilizándolas como madrigueras, siendo barrenador de estas, dentro de estuarios, aguas salobres y costas del Golfo. (Kelvin *et al.*, 2001; Thiel, 2000). Como organismo filtrador, las raíces del lirio proveyeron alimento; sin embargo, como hábitat no fue adecuado. Estas dos especies mostraron su máxima densidad en la temporada de nortes en la estación Buen País I.

Una de las especies habitante de ambientes dulceacuícolas es *Caecidotea* sp. principalmente en arroyos, de hábitos gregarios (Pennak, 1991); la mayor densidad

la presentó en la temporada de lluvias en la estación Buen País II cuando la salinidad decrece y esta estación esta influenciada por el Río Blanco. Su entrada al sistema fue a través del lirio acuático proveniente de los ríos que influyen al sistema lagunar.

Discapseudes holtuisi, es una especie eurihalina de hábitos gregarios y tubícola. Esta especie se ha caracterizado en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz como dominante en el estrato sedimento-agua-rizoma de *Ruppia maritima* (Winfield, 1999), así como en sustratos provistos y carentes de vegetación sumergida (García-Montes, 1989), contrariamente en la raíz de *E. crassipes*, donde esta especie se caracterizó como rara, con bajas densidades. Con registros únicamente al final de la temporada de lluvias principalmente en la estación Buen País I. Winfield (1999) reportó que esta especie se ve favorecida en la temporada de lluvias dentro del sistema lagunar ya que tiene disponibilidad de espacios para refugio, reproducción, crianza y alimentación. El lirio fue más abundante en esta temporada, además que le proveyó refugio y alimentación, debido a que las raíces del lirio contienen materia orgánica o detrito (Poi de Neiff y Neiff 1980).

La especie marina *Excirrolana braziliensis* que es detritívora, habita principalmente en la arena por debajo de la línea del agua, a profundidades del litoral, por lo menos a 16 m, en el Golfo de México (Brusca *et al.*, 1995). Se ha encontrado a esta especie en condiciones extremas de salinidad (Fonseca *et al.*, 2000). Su entrada al sistema fue principalmente por el aporte de aguas marinas. Presentó su mayor densidad en la temporada de lluvias en la estación Buen País II.

La especie de la familia Talitridae se caracterizó como rara, presentó su densidad más alta en la temporada de lluvias en Camaronera II. Algunas especies de esta familia presentan fototrofismo negativo, lo que indica que se alimentan exclusivamente de noche, viven en las masas de macroalgas que se encuentran a lo largo de la línea de playas (Anónimo, 2002). También las especies de este género son de hábitos terrestres viviendo cerca de la línea de la playa (Barnes, 1996).

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DENTRO DEL SISTEMA

La distribución de los peracáridos dentro del sistema lagunar de Alvarado fue influenciada principalmente por el efecto bogavante de *Eichhornia crassipes* y por la salinidad.

En la temporada de lluvias hubo una mayor distribución de las especies por el incremento de lirio en el sistema durante esta temporada. Las especies con amplia distribución primordialmente en esta temporada se destacaron *G. mucronatus* que es una especie eurihalina. Winfield (1999) reportó que este organismo presenta actividad reproductiva todo el año dentro del sistema, además de tener la habilidad de desplazamiento, es probable que debido a esto, haya sido la especie con mayor distribución; y *C. ovalis* especie eurihalina con adaptabilidad cambios de salinidad. Estas dos especies se distribuyeron primordialmente en la estación Buen País I.

G. laguna se distribuyó en esta temporada se ha reportado a esta especie con afinidades olihalinas (Winfield, 1999) en la estación y *C. benthophilus* especie tubícula que distribuyó en la estación Camaronera III.

Las especies que solo se distribuyeron en la temporada de lluvias fueron *D. holtuisi* especie que se ve favorecida para su reproducción en esta temporada (Winfield, 1999) principalmente en las estaciones Buen País I y Buen País II y Talitridae.

Algunas especies se distribuyeron principalmente en el mes de noviembre que es el mes en el cual comienza la temporada de nortes como *H. azteca*, *A. louisianum* y *L. savignyi* en la estación Camaronera II, esta se encuentra dentro de la laguna Buen País. En esta temporada hay gran movilidad de lirio y un aumento de la salinidad. También se distribuyeron en este mes *Munna* sp., *Caecidotea* sp., *S. terebrans*, especie que habita primordialmente las raíces del mangle.

Las estaciones donde hubo más registros de las especies fueron Buen País II, Buen País I, camaronera II y camaronera III. Estas estaciones están influenciadas por el aporte principal del Río Blanco.

G. bonnieroides se distribuyó ampliamente encontrándose sus densidades más altas en casi toda el sistema; y *M. longisetosa* se registraron en la temporada de nortes y lluvias donde hay mayor movimiento de lirio, así como la introducción de este y colonización dentro del sistema ocurre en estas temporadas.

La distribución de las especies disminuyó durante la temporada de secas, la única especie que se distribuyó en esta temporada fue *Ancinus* sp. en la estación Rastro. Esta especie mostró una alta tolerancia a la salinidad.

E. braziliensis especie marina con tolerancia a cambios extremos de salinidad (Brusca *et al.*, 1995; Fonseca, *et al.*, 2000) se distribuyó en las tres temporadas en lluvias en la estación Papaloapan II que se encuentra en la desembocadura del Río Papaloapan, en el mes de noviembre cuando inicia la temporada de nortes en la estación Buen País I y secas en el mes de Junio donde se registraron valores altos de salinidad en la estación Rastro.

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS

La salinidad es un parámetro que regula la densidad y distribución de los peracáridos (Kensley y Schotte, 1989; Ledoyer, 1986; Thomas, 1976; Heard, 1982 en LeCroy, 2000 y Winfield, 1999) dentro del sistema sobre especies eurihalinas, marinas y dulceacuícolas, donde las eurihalinas tuvieron la mayor distribución como *G. mucronatus*, *C. ovalis* y *G. bonnieroides*. Especies tolerantes a cambios de salinidad debido a su alta capacidad de osmorregulación (Bliss, 1983).

La salinidad aumentó principalmente iniciando la temporada nortes y continuando con la temporada de secas donde la distribución de los peracáridos

disminuyó, influenciando a las especies dulceacuícolas. Como *H. azteca* y *Caecidotea* sp.

El lirio acuático *E. crassipes* presenta niveles bajos de oxígeno disuelto hasta alcanzar niveles de hipoxia. Por consiguiente los niveles bajos de oxígeno influyen en la presencia de anfípodos e isópodos con valores de 5 mg/l a 0 mg/l (Toft, 2000) Diversos autores indican que el oxígeno disuelto es un factor que regula la abundancia de la fauna asociada a las raíces de cuando las concentraciones de oxígeno son bajas la abundancia de la fauna disminuye (Masifwa *et al.*, 2001; Poi de Neiff y Carignan, 1997). Sin embargo, en el presente estudio no fue un regulador primordial para la densidad de los peracáridos dentro del sistema lagunar, debido a que los valores de oxígeno tuvieron valores constantes, con valores de 14.4 ppm a 1.2 ppm.

COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la comparación con otros sustratos se encontró que los crustáceos peracáridos ocupan una amplia variedad de hábitats dentro del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, como lo es en sustratos provistos y carentes de vegetación, *Ruppia maritima* y la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Cabe mencionar que los peracáridos son un componente importante en la raíz de lirio acuático *E. crassipes* (Toft, 2000).

Las raíces del lirio acuático proporcionaron un hábitat favorable para los peracáridos el cual sirvió de refugio para la depredación por su estructura, probablemente para la reproducción, crianza y alimentación debido a que acumulan sedimento y partículas de materia orgánica del río (Poi de Neiff *et al.*, 1994; Poi de Neiff y Carignan, 1997).

Las especies que se destacaron por la utilización de la amplia gama de hábitats en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz fueron *G. mucronatus*, *G.*

bonnieroides, *L. Savignyi* y *D. holtuisi*, ya que se reportaron en los diferentes tipos de sustrato. Donde *G. mucronatus* se consideró como una especie dominante y con densidad alta, tanto en las raíces del lirio acuático *E. crassipes*, como en *Ruppia maritima* (Winfield, 1999) y en sustratos provistos y carentes de vegetación (García-Montes, 1989).

L. savignyi y *G. bonnieroides* se registraron como especies dominantes, mientras que *D. holtuisi* se caracterizó como una especie rara. Por lo que la raíz de lirio no fue un hábitat adecuado, por ser una especie que habita principalmente en sedimento.

Se encontraron asociados a la raíz del lirio acuático a seis especies que anteriormente no se estaban registradas dentro del sistema lagunar de Alvarado. Especies principalmente eurihalinas, marinas, dulceacuícolas y de hábitos fototróficos o quizá terrestres. Estas; sin embargo, a pesar de ser un nuevo registro para el sistema no se destacaron por presentar altas densidades como los isópodos *Caecidotea* sp., *Ancinus* sp., *E. braziliensis* y *S. terebrans*, y el anfípodo Talitridae; con excepción de *Munna* sp. que se consideró una especie altamente dominante. La introducción de nuevas especies al sistema fue por la influencia de *Eichhornia crassipes* (Toft, 2000).

CONCLUSIONES

La temporada de lluvias en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz inicia en el mes de Junio, sin embargo este mes se agrupo en la temporada de secas debido a que presenta una salinidad con valores muy elevados y la turbidez es de valores muy bajos, por el efecto retardado de la mezcla de agua influenciado por los aportes pluviales y de los ríos. Así como el mes de Julio que se agrupo en la temporada de nortes cuando este también pertenece a la temporada de lluvias.

El isópodo *Munna* sp. es un habitante permanente de las raíces del lirio acuático *Eichhornia crassipes*, presentó todos los estadios del ciclo de vida de este organismo utilizando este sustrato probablemente para la reproducción y crianza, así como alimentación y refugio contra la depredación. Además de ser un nuevo registro para el sistema lagunar de Alvarado Veracruz.

Munna sp., *Gammarus mucronatus* y *Hyaella azteca* constituyeron la mayor densidad de peracáridos asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes*. Siendo *Hyaella azteca* una especie dulceacuícola, fue una especie dominante en la raíz del lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Considerándose una especie habitante común del lirio.

La salinidad fue el parámetro que reguló primordialmente la densidad y la distribución sobre las especies de peracáridos, así como el efecto bogavante del *Eichhornia crassipes* siendo *Gammarus mucronatus* la especie con mayor distribución. Sin embargo el oxígeno no contribuyo a la distribución y densidad de los peracáridos, así como la turbidez.

El lirio acuático *Eichhornia crassipes* es un hábitat que introdujo nuevas especies al sistema como los isopodos *Munna* sp., *Caecidotea* sp., *Ancinus* sp., *Excrolana braziliensis* y *Sphaeroma terebrans*, y el anfípodo Talitridae.

LITERATURA CITADA

Bartodziej, W. y A. J. Leslie. 1998. The aquatic ecology and water quality of the St. Marks River, Wakulla County, Florida, with emphasis on the role of water-hyacinth: 1989-1995 Studies. FL Department of Environmental Protection, Bureau of Invasive Plant Management, Tallahassee. TSS-98-100.

Barnes, R. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6a Edición. Interamericana. México. 957 p.

Bliss, D. E., 1983. The Biology of Crustacea, Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic press, New York, New York. Vol. 5.143 p.

Brusca, R. C., R. Wetzer y S.C. France. 1995. Cirolanidae (Crustacea: Isopoda: Flabellifera) of the Tropical Eastern Pacific. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*, N° 30.

Cartes J. E., M. Elizalde y J. C. Sorbe. 2001. Contrasting life-histories, secondary production and trophic structure of Peracarid assemblages of the bathyal suprabenthos from the Bay of Biscay (NE Atlantic) and the Catalan Sea (NW Mediterranean). *Deep-Sea Research*, 1 48: 2209–2232.

Contreras, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Ed. *Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa*. México. 210 p.

Echeverri, L. O. I. 2000. Crustáceos asociados a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en san Andrés y providencia islas, caribe colombiano. Tesis por el título de Biólogo Marino. Universidad Nacional de Colombia. Sede San Andrés Universidad Jorge Tadeo Lozano facultad de biología marina Bogotá.

Fonseca, B. D., V. G. Veloso y R. S. Cardoso. 2000. Growth, mortality, and reproduction of *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda, Cirolanidae) on the Prainha Beach, Rio de Janeiro, Brazil. *Crustaceana*, 73(5):535-545.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geología. UNAM, México. p. 244.

García-Cubas, A. y M. Reguero. 1989. Moluscos de la laguna de Alvarado, Veracruz sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*
<http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1989-2/articulo347.html>.

Fecha de consulta enero 2003.

García-Montes, J. 1989. Composición, distribución y estructura de las comunidades de macroinvertebrados epibentónicos del Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. Tesis Maestría, CCH, UACP y Postgrado Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 124 p.

Gutiérrez, E., P. Huerto, P. Salana, y F. Arreguín. 1996. Strategies for water hyacinth (*E. crassipes*) control in México. *Hidrobiología*, 340: 181-185.

INEGI., 1988. Síntesis Geográfica y Nomenclatura. Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. México. Pp. 29-52.

Kensley, B. y M. Schotte. 1989. Guide to the marine Isopod Crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., and London.

Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and classification. In Wiley, M.,(ed.). *Academic Press Inc. NewYork. Estuarine Processes*. 182-215.

LeCroy, S. E. 2000. An Illustrated identification guide to the Nearshore Marine an Estuarine Amphipoda of Florida. Vol 1. (electronic version: www.floridadep.org/labs/library/keys.htm).

Ledoyer, M. 1986. Fauna mobile des herbiers de Phanérogames marines (*Halodule* et *Thalassia*) de la laguna de Términos (México, Campeche). II les gammariens (Crustacea). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13 (3): 171-200.

Lewis, J. B. 1998. Occurrence and distribution of the tanaid crustacean *Leptochelia savignyi* on the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. *Bulletin of Marine Science*, 63 (3) 629-632.

IZT.

Llorente-Bousquets, J. 2000. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II. UNAM, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, México. 191-211.

Makkaveeva, E.B. 1992. Ecology of anisopods and isopods in Black Sea. *Vestnik zoologii. Kiev.*, 5:46-50.

Masifwa F., W., T. Twongo y P. Denny. 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. *Hydrobiologia*, 452: 79-88.

Molina, B. H. M., 1994. Distribución espacio temporal de la fase postlarvaria del género *Penaeus* spp asociado a *Ruppia maritima* en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz. Tesis Lic. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 p.

Morán S. A., L. J. Franco, L. R. Chávez y A. T. Altamirano. 1996. Aspectos generales del comportamiento hidrológico del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología, Número Especial*, 2:1-19.

Paporello de Amsler, G. 1986. Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en cauces secundarios del Río Paraná en el tramo Goya-Diamante. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 18 (1): 37-50.



U.N.A.M. FE
IZTACALA



U.N.A.M. FES
IZTACALA

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.

Pennak, R. W. 1991. Fresh-Water Invertebrates of the United States, protozoa to mollusca, 3rd edition. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.

Pèrés, J. 1980. La polución de las aguas marinas. Ediciones Omega. Barcelona. 249 p.

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

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

Salcedo, V. 1978. Fluctuación de las poblaciones de la fauna asociada al lirio acuático (*Eichhornia crassipes* Kunth) y su relación con la contaminación en el lago de Xochimilco. Tesis licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad. Nacional. Autónoma de México, 53p.

Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*. The principles and practice of statistics in biological research. 3rd ed. W.H. Freeman and company. San Francisco. p.877

Stoner, A. W. 1983. Distributional ecology of amphipods and tanaidaceans associated with three seagrass species. *Journal Crustacean Biology*, 3(4):499-511.

Thiel, M. 2000. Juvenile *Sphaeroma quadridentatum* invading female-offspring groups of *Sphaeroma terebrans*. *Journal of Natural History*, 34(5): 737-745.

Thomas, J. D. 1993. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators. *Journal of Natural History*, 27:795-806.

Toft, J. D. 2000. Community Effects of the Non-Indigenous Aquatic Plant Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the Sacramento/San Joaquin Delta, California. Tesis for the degree of Master of science. University of Washington. 86p.

Virnstein, R. W. Anomalous diversity of some seagrass-associated fauna in the Indian river lagoon, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 57(1):75-78.

Winfield, 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 Maestría, Facultad de Ciencias Div. Posg. Univ. Nac. Autón. México, 79p.

Winfield, I., E. Escobar-Briones y F. Álvarez. 2001. Crustáceos peracáridos asociados a praderas de *Ruppia maritima* (Ruppiaceae) en el sistema lagunar de Alvarado, México. *Anales del Instituto del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolología* 72 (1): 29-41.

Anónimo. 2000. <http://www.florida-aqua-farms.com/Section01/Section1wos.html>.

APÉNDICE 1

LISTADO TAXONÓMICO

Phylum: Artropoda

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Superorden Peracarida

Orden Amphipoda

Suborden Gammaridea

Familia Corophiidae

Apocorophium louisianum Shoemaker, 1934

Grandidierella bonnieroides Stephensen, 1947

Cerapus bentophilus Thomas y Heard, 1979

Familia Gammaridae

Gammarus mucronatus Say, 1818

Familia Amphilochidae

Gitanopsis laguna McKinney, 1978

Familia Melitidae

Melita longisetosa Sheridan, 1980

Familia Hyalellidae

Hyalella azteca Sausser, 1857

Familia Talitridae

Orden Isopoda

Suborden Flabellifera

Familia Sphaeromatidae

Cassidinidea ovalis Say 1818

Caecidotea sp.

Sphaeroma terebrans Bate, 1866

Excirolana braziliensis Richardson, 1912

Ancinus sp. H. Milne Edwards, 1840

Suborden Asellota

Familia Munnidae

Munna sp. Kroyer, 1839

Orden Tanaidacea

Suborden Tanaidomorpha

Familia Paratanaidae

Leptochelia savigyni Krøyer, 1842

Suborden Apseudoidea

Familia Apseudidae

Discapseudes holtuisi Băcescu y Gutu, 1975