

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Insectos Acuáticos Asociados a los Lagos Interdunarios de la Región Central del Estado de Veracruz, México

LUIS A. PERALTA¹, CUAUHTÉMOC DELOYA² Y PATRICIA MORENO-CASASOLA¹

¹*Depto. Ecología Funcional;* ²*Depto. Entomología.*
Instituto de Ecología, A.C., km 2.5 carretera antigua a Coatepec 351 Congregación El Haya 91070
Xalapa, Veracruz, MÉXICO

Neotropical Entomology 36(3):342-355 (2007)

Aquatic Insects in Dune Lakes of the Central Region of the Gulf of Mexico

ABSTRACT - The aim of this study is to register the presence of aquatic insects during the rainy and dry seasons, in 15 dune lakes of the Gulf of Mexico's coastal zone. These ecosystems lodge a wealth of 62 families, 60 of them present during the rainy season and 46 during the dry period. At both times Coleoptera is the order with a greater number of families, followed by Diptera. The first one is the most diverse, but Chironomidae (Diptera) is the most abundant, representing 40% of the total number of individuals. We used high rank taxa to quantify the biodiversity based on the principle that a high number of families or genus is supposed to include a greater number of species. There were not significant differences in the alpha diversity within the same lake during the two climatic seasons. The trophic structure is dominated by the detritivorous groups (57% of scrapers, collectors, gatherers, shredders), followed by predators (38%) and herbivores (5%). These numbers indicate that dune lakes have a great amount of organic matter. The results obtained contradict our working hypothesis, thus it was rejected, in summary, because there were no important differences in family composition, abundance of individuals and trophic structure of the lakes between the rainy and dry seasons.

KEY WORDS: Wetland, biodiversity, higher taxa

RESUMEN - El objetivo de este trabajo fue registrar la presencia de insectos acuáticos durante la estación de lluvias y durante las secas en 15 lagos interdunarios localizados en la zona costera del Golfo de México. Estos sistemas albergan una riqueza de 62 familias en general, registrándose en época de lluvias un total de 60 familias y en secas 46. En ambas épocas Coleoptera es el orden con mayor número de familias seguido de Diptera. A pesar que la primera es la más diversa no es la más abundante, ya que la familia Chironomidae (Diptera) engloba un 40% de la abundancia total de individuos capturados. La utilización de taxa de alto rango para cuantificar la biodiversidad se basa en el principio de que un número elevado de géneros y/o familias se supone que alberga un mayor número de especies. No se encontraron diferencias significativas en la riqueza de familias entre la época de secas y la de lluvias para cada lago. La estructura trófica encontrada está dominada por familias de detritófagos (57%), seguido de los depredadores (38%) y el resto son herbívoros. Ello es un indicador de que estos cuerpos de agua presentan gran cantidad de materia orgánica. Con los resultados que se obtuvieron nuestra hipótesis de trabajo se rechazó, ya que no se encontraron diferencias en la riqueza, diversidad y estructura trófica de los lagos entre las épocas de secas y las de lluvias.

PALABRAS CLAVE: Humedal, biodiversidad, taxa alto rango

Existen diferentes tipos de humedales, y entre los más particulares están aquellos asociados a sistemas de dunas costeras. Estos humedales se forman en las depresiones que se producen entre los cordones y brazos de las dunas, las cuales están en contacto con el manto freático. Cuando la inundación es permanente se les conoce como lagos interdunarios y cuando es temporal se les llama depresiones húmedas o inundables (Ranwell 1972, Moreno-Casasola & Vázquez 1999). Este tipo de lagos se caracterizan por

ser poco profundos o someros, no presentan estratificación, en la mayoría de ellos la luz penetra hasta el fondo, los sedimentos están constituidos principalmente por materia orgánica y presentan diferentes tipos de vegetación de humedales (enraizada, emergente, enraizada de hojas flotantes, sumergida y libre flotadora).

Estos ecosistemas se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas costeras del mundo (Wetzel 1981, Leentvaar 1997). La mayoría de los estudios se han realizado en

Estados Unidos, Canadá, Australia, Sudáfrica (Boorman *et al.* 1997, Tiner 2003), Holanda y Alemania (Boorman *et al.* 1997), donde han sido descritas sus características físicas, químicas y biológicas. En los países tropicales, han sido estudiados en Brasil y Argentina por autores como Poi de Neiff & Carignan (1997), Trivinho-Strixino *et al.* (2000), Poi de Neiff & Neiff (2006). Diversos autores han denominado a estos sistemas como humedales de gran importancia ya que mantienen especies endémicas, y son sitios de anidación y alimentación de aves, entre otros (Grootjans *et al.* 1998, Leibowitz 2003, Padiśák & Reynolds 2003).

En México los estudios que se han realizado por Moreno-Casasola & Espejel (1986), Martínez *et al.* (1997), Moreno-Casasola & Vázquez (1999), y Vázquez *et al.* (2004) están más enfocados a sistemas temporales. Siemens *et al.* (2006) analizan la destrucción de los lagos interdunarios por el crecimiento urbano del Puerto de Veracruz. El único trabajo que se tiene sobre la hidrología subterránea, subsuperficial y superficial es el trabajo de Yetter (2004), el cual se hizo para un solo lago en La Mancha, Veracruz, México.

En el país estos lagos proveen diferentes recursos y servicios ambientales como son alimentos (acuacultura), agua para irrigación de campos agrícolas, funcionan como abrevadero para ganado, ayudan a la dilución de contaminantes, a la preservación de la biodiversidad y son de gran importancia para la recreación.

En México no se tienen registros de estudios realizados sobre la biodiversidad existente en estos ecosistemas, no así en otros sistemas como ríos y los grandes embalses interiores del país. Los trabajos de biodiversidad existente en insectos acuáticos de México se han enfocando a grupos específicos como los trabajos de González-Soriano, E. & R. Novelo-Gutiérrez (1996), Santiago-Fragoso & Vázquez (1989), de la Lanza *et al.* (2000), entre otros.

Para medir la biodiversidad existente en los lagos interdunarios se realizó una primera aproximación mediante la utilización de taxa de alto rango (familias), basándonos en un principio muy sencillo. Un número elevado de géneros y/o familias supone que alberga un mayor número de especies, esto es 1000 géneros o 1000 familias expresan más biodiversidad total que 1000 especies (Martín-Piera 2000).

El presente trabajo tiene como objetivo comparar la diversidad, a nivel supragenérico, de insectos acuáticos durante las épocas de lluvias y secas de 15 lagos interdunarios ubicados en la planicie costera central del Golfo de México, Veracruz, México. Nuestra hipótesis de trabajo plantea que la riqueza, diversidad y abundancia a nivel familia de los insectos acuáticos de los lagos interdunarios cambia entre lluvias y secas, al modificarse las condiciones de calidad de agua.

Materiales y Métodos

Área de estudio. Para este estudio se escogieron 15 lagos interdunarios ubicados en la franja de dunas costeras de la llanura costera del Golfo de México en el centro del estado de Veracruz (19°35'12"N y 96°22'18"W y 19°10'53.0"N

y 96°10'53.3"W)(Fig. 1). La zona presenta clima tropical subhúmedo con lluvias en verano (Aw), precipitación media anual de 1550 mm y temperatura promedio anual de 26°C (García 1988). Para la época de lluvias (junio a octubre), la precipitación promedio mensual es de 224 ± 25 mm y una temperatura de 30°C ($\pm 3,5$) y para la época de secas (marzo, abril y mayo) es de 44 ± 37 mm y 22 ± 3 °C. El nombre utilizado para identificar a los lagos corresponde a la nomenclatura con que aparecen en los mapas y si éste no está registrado, se usó el nombre con el que se conocen localmente. En los casos en que no tenían nombre, se decidió utilizar el nombre del dueño de la parcela donde se ubica. Los lagos fueron nombrados de la siguiente manera: La Mancha (Sitio 1), Don Gil (Sitio 2), Félix (Sitio 3), Jagüeyes (Sitio 4), Tolega (Sitio 5), Ojite (Sitio 6), Catalana (Sitio 7), Colorada (Sitio 8), San Julián (Sitio 9), La Palma (Sitio 10), Minerva (Sitio 11), Zendejas (Sitio 12), Abascal (Sitio 13), Manguito (Sitio 14) y Conchas (Sitio 15) (Fig. 1).

Muestreo. Los lagos interdunarios que se estudiaron se ubicaron en el campo y posteriormente en fotografías aéreas (escala de 1:70000). Se realizaron dos muestreos, el primero en la época de lluvias (agosto-octubre 2003) y el segundo en la época de secas (marzo-mayo 2004). En cada lago se colectaron muestras de insectos acuáticos con tres réplicas en cada ambiente presente (Tabla 1) con red tipo "D" de 350 cm² aproximadamente y una abertura de malla de nylon de 500 micras. La profundidad de la toma de muestras varió entre 10 cm y 50 cm. Las muestras se fijaron in situ con etanol al 96° y en laboratorio se limpiaron de la hojarasca y de la materia orgánica presente y se separaron los insectos acuáticos y fauna acompañante (moluscos y crustáceos). Se realizaron tres recambios de alcohol, hasta dejarlas fijas en etanol al 70% (Merritt & Cummins 1996, Ponce 1997).

Se tomaron muestras de agua a nivel superficial a no más de 20 cm de profundidad sobre cinco transectos, cuatro de ellos a lo largo de los puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste) y el último al centro de todos ellos, procurando que coincidiesen con los diferentes ambientes presentes en cada lago y en los mismos sitios donde fueron tomadas las muestras de insectos acuáticos. Esto se hizo con el fin de relacionar las características fisicoquímicas del agua con los insectos encontrados. Los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua que se midieron *in situ* fueron oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, salinidad y pH, utilizando el equipo multiparamétrico YSI 6600. Los nutrientes (nitratos, amonio, alcalinidad, fósforo reactivo y fósforo total) se analizaron en el laboratorio siguiendo las técnicas descritas en APHA-AWWA-WPCF (1990). Asimismo, en cada lago se midió la profundidad en el centro durante la época de lluvias y la de secas, utilizando una varilla marcada en centímetros.

Identificación. Para la identificación de los especímenes a nivel familia se utilizaron las claves propuestas por Borror *et al.* (1989), Novelo-Gutiérrez (1997a, 1997b), McCafferty *et al.* (1997) y Contreras-Ramos (1997). A cada familia se le asignó un grupo funcional predominante (fitófago, detritófago y depredador) en función de los trabajos de Margalef 1983, Borror *et al.* (1989), Merritt & Cummins (1996) y Sandoval

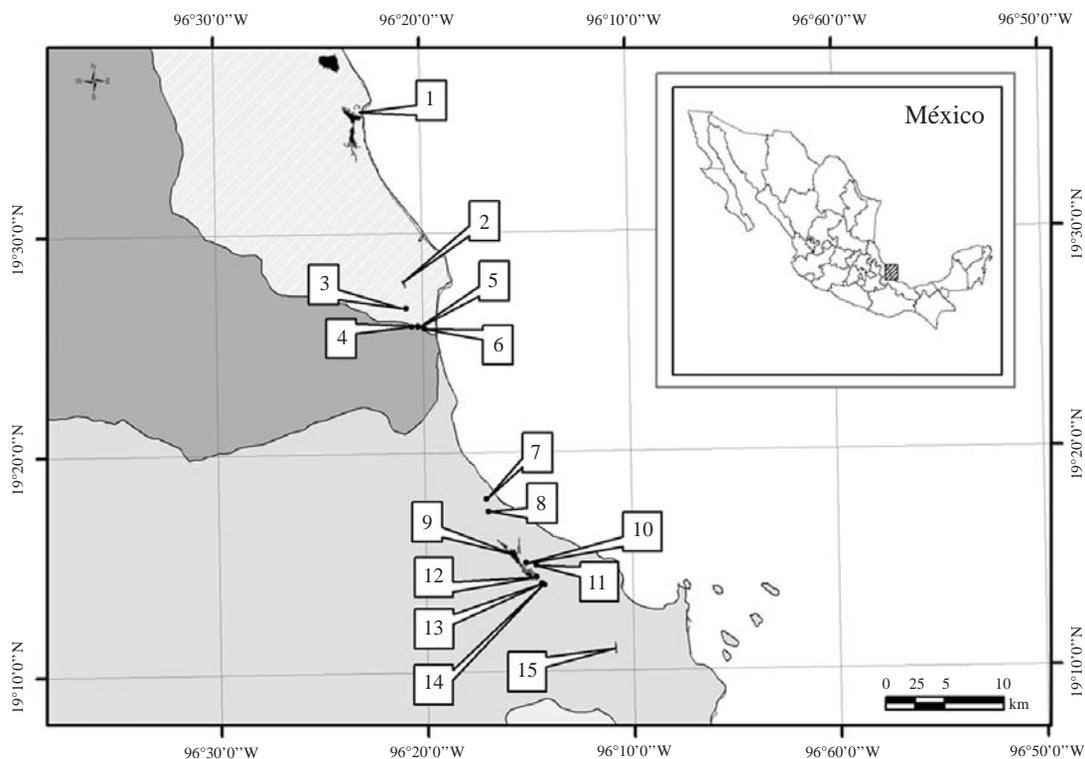


Fig. 1. Localización de los lagos interdunarios en la región central del estado de Veracruz, México. (sitio 1) La Mancha, (sitio 2) Don Gil, (sitio 3) Felix, (sitio 4) Jagüeyes, (sitio 5) Tolega, (sitio 6) Ojite, (sitio 7) Catalana, (sitio 8) Colorada, (sitio 9) San Julián, (sitio 10) La Palma, (sitio 11) Minerva, (sitio 12) Zendejas, (sitio 13) Abascal, (sitio 14) Manguito, (sitio 15) Las Conchas. Los tonos de grises indican las subcuencas: Actopan  La Antigua  Jamapa 

& Molina (2000), aunque los autores estamos concientes de las limitaciones que tiene este análisis a nivel familia, ya que aún dentro de un mismo género puede haber más de un grupo funcional.

Análisis de datos. Diversidad. Para cada lago se calculó la riqueza a nivel de familia (S_p) definida como el total de familias encontradas. Con el objeto de evaluar el esfuerzo de muestreo, se realizaron las curvas de acumulación de familias con el estimador Bootstrap mediante el programa EstimateS ver. 07 (Colwell 1997). La diversidad α se obtuvo mediante el índice de Shannon:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde p_i es la proporción de individuos encontrados de la familia i y \ln es el logaritmo natural (Magurran 2004, Legendre & Legendre 1998).

Para determinar si existían diferencias en la diversidad Alfa de cada lago por época se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis con el fin de establecer si existían diferencias entre la diversidad entre lagos por época y entre épocas. (Zar 1999, Martín-Piera 2000) utilizando el programa Statistica (StatSoft Inc 2004). Para obtener las curvas de dominancia-diversidad de Whittaker, los datos fueron transformados a logaritmo natural (\ln) (Zar 1999, Magurran 2004).

La equitatividad se obtuvo mediante la fórmula:

$$E = H' / \ln(S_p)$$

donde H' es el índice de Shannon, S_p es la riqueza (en nuestro caso a nivel familias).

La diversidad Beta a nivel familia, se estimó utilizando el índice de similitud de Sorenson (I) (Magurran 2004):

$$I = 2c / (a+b)$$

donde a = número de familias presentes en el sitio A, b = número de familias presentes en el sitio B y c = al número de familias en común. La similitud (I) varía entre 0 y 1 donde el 0 indica sitios distintos y el 1 indica sitios iguales (Krebs 1985, Magurran 2004).

Para obtener las curvas de dominancia-diversidad de Whittaker, los datos fueron transformados a logaritmo natural (\ln) (Zar 1999, Magurran 2004):

$$X' = \ln(x_i + 1)$$

donde x_i es el valor proporcional de la especie (i), en este caso representado por familias.

La relación existente entre el número de individuos en cada familia por lago en función de las condiciones ambientales del agua, se analizó mediante métodos multivariados. La ordenación se llevó a cabo con el método de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMS en inglés) usando como la matriz principal los valores de abundancia

Tabla 1. Características de 15 lagos interdunarios (sitios) muestreados durante la época de lluvias (2003) y secas (2004) de la región central del estado de Veracruz, México. Los ambientes muestreados se identificaron como: cuerpo de agua abierto (i), sedimentos (ii), vegetación flotante (iii), vegetación sumergida (iv), vegetación enraizada emergente (v), y vegetación arbórea o arbustiva (vi), la profundidad mínima corresponde a la época de secas y máxima a la época lluvias.

Sitio	Nombre	Superficie total (ha)	Prof. secas-lluvias (cm)	Num. meses sin agua	Ambientes
1	La Mancha	1.5	10-150	0	ii, v, vi
2	Gil	12	0-150	0	i, ii, iii, v
3	Félix	8	0-120	3	ii, iii, v, vi
4	Jagueyes	6	0-100	3	i, ii, iii, v, vi
5	Tolega	1	0-120	3	ii, iii, v, vi
6	Ojite	1	10-150	0	i, ii, iii, iv, v, vi
7	Catalana	50	30-200	0	i, ii, iii, v
8	Colorada	15	300-650	0	i, ii, iv, v
9	San Julián	150	100-250	0	i, ii, iii, iv, v, vi
10	La Palma	2	100-200	0	i, ii, iv, v, vi
11	Minerva	1	0-150	2	i, ii, iii, v, vi
12	Zendejas	1.5	150-250	0	i, ii, iii, iv, v, vi
13	Abascal	3	50-200	0	i, ii, iii, iv, v
14	Manguito	3	50-200	0	i, ii, iii, iv, v
15	Conchas	10	100-250	0	i, ii, iii, iv, v

Sitio	Nombre	% de superficie cubierta por vegetación	Especies dominantes en el humedal
1	La Mancha	100	<i>Pistia stratiotes</i>
2	Gil	50	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Thalia geniculata</i> , <i>P. stratiotes</i>
3	Félix	75	<i>C. dactylon</i> , <i>T. geniculata</i>
4	Jagueyes	70	<i>C. dactylon</i> , <i>T. geniculata</i>
5	Tolega	100	<i>P. stratiotes</i> , <i>Mimosa pigra</i>
6	Ojite	70	<i>C. dactylon</i> , <i>Pontederia sagittata</i> , <i>P. stratiotes</i>
7	Catalana	80	<i>Typha domingensis</i>
8	Colorada	20	<i>T. domingensis</i> , <i>Nymphoides indica</i>
9	San Julián	40	<i>T. domingensis</i>
10	La Palma	50	<i>T. domingensis</i>
11	Minerva	90	<i>P. sagittata</i> , <i>T. domingensis</i>
12	Zendejas	75	<i>T. domingensis</i> , <i>P. sagittata</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Utricularia</i> sp.
13	Abascal	50	<i>T. domingensis</i> , <i>P. sagittata</i> , <i>C. demersum</i> , <i>Utricularia foliosa</i> , <i>U. gibba</i>
14	Manguito	50	<i>T. domingensis</i> , <i>P. sagittata</i> , <i>C. demersum</i> , <i>U. foliosa</i> , <i>U. gibba</i>
15	Conchas	75	<i>T. domingensis</i> , <i>U. foliosa</i> , <i>U. gibba</i>

total por familia por lago en secas y lluvias y como matriz secundaria los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, amonio, nitratos, fósforo total y fósforo reactivo) en cada lago. El programa utilizado fue PC-ORD, Versión 4.25 (Mc Cune & Grace 2002).

Resultados

La superficie de los lagos varía entre 1 ha y 150 ha. Durante la temporada de secas cuatro lagos se secaron y la profundidad de los lagos permanentes varió entre 10 cm y 650 cm (Tabla 1). Así mismo se presentan otras características de los lagos como es el número de meses sin agua, los tipos de ambientes registrados, la superficie del espejo de agua cubierta en general por la vegetación y las especies de vegetación dominante (Tabla 1). Los lagos que en la época de secas se secaron fueron los sitios 3, 4, 5 y 11 (Tabla 1).

Riqueza. Se obtuvieron un total de 542 muestras de las cuales 302 corresponden a la época de lluvias en 15 lagos y 240 a las secas en 11 lagos. El número total de ejemplares colectado fue de 22,702 de los cuales 12,279 (54%) corresponden a las lluvias y 10,422 (46%) a la época de secas. Se obtuvieron ocho órdenes de insectos con representantes acuáticos, siendo los Coleópteros los que mayor número de familias presentaron en las dos épocas. Los Dípteros presentaron la mayor abundancia en ambas temporadas. Las abundancias por época se observan en la Tabla 2. La riqueza total a nivel de familia (S_f) es de S_f 60 en lluvias y S_f = 46 en secas (Tabla 2).

El esfuerzo de muestreo fluctuó entre un 86% (Sitio 7) y 100% (Sitio 12), estando 12 lagos por arriba del 90% (Tabla 3).

Se formaron cinco grupos de familias en función de su frecuencia en los lagos, su presencia en época de lluvias y/o secas y su abundancia. El grupo I está formado por las familias Baetidae (Ephemeroptera), Culicidae, Stratiomyidae, Ceratopogonidae, Tabanidae (Diptera), Dytiscidae, Hydrophilidae (Coleoptera), Belostomatidae (Hemiptera), Libellulidae, Coenagrionidae (Odonata), Scirtidae (Coleoptera), Naucoridae, Pleidae, Veliidae (Hemiptera) (Fig. 2a, b, c y Tabla 2) presentes en la mayoría (en más del 80%) en ambas épocas y con alta abundancia. A este mismo grupo pertenece la familia Chironomidae, que de todas presenta la mayor abundancia correspondiendo al 40% del total.

El grupo II incluye a las familias que se encuentran en ambas épocas, pero no en todos los lagos (es decir en 12 sitios o menos) y cuya abundancia fue de media a alta. Incluye Curculionidae, Noteridae, Staphylinidae (Coleoptera), Chaoboridae, Tipulidae (Diptera), Hydrometridae, Macroveliidae, Nepidae, Notonectidae (Hemiptera), Aeshnidae, Protoneuridae (Odonata), Caenidae (Ephemeroptera) y Pyralidae (Lepidoptera) (Fig. 2a, b, c y Tabla 2).

Las familias que se encuentran solo en la época de lluvias, en uno o varios lagos (sitios) y con una abundancia baja, forman el grupo III que incluye a Chelonariidae,

Dryopidae, Hydrochidae (Coleoptera), Psychodidae, Sciomyzidae, Thaumalidae (Diptera), Gelostocoridae, Hebridae (Hemiptera), Tortricidae, Tettigonidae, Tetrigidae, Tridactylidae (Orthoptera), Sphingidae (Lepidoptera), Gomphidae, Lestidae, Perilestidae (Odonata). El grupo IV abarca a las familias que están presentes solo en una época y en un solo lago y con abundancias muy bajas, representado por los Gyrinidae (Coleoptera), Limnephilidae y Polycentropodidae (Trichoptera) (Fig. 2a, b, c y Tabla 2). El grupo V se encuentra en la época de lluvias o secas pero en distinto lago y con abundancia baja a media, e incluye a las familias Elmidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydroscaphidae, Lampyridae, Limnichidae (Coleoptera), Dolichopodidae, Ephydriidae, Syrphidae (Diptera), Corixidae, Gerridae (Hemiptera), Noctuidae (Lepidoptera), Cordulidae (Odonata), Acrididae (Orthoptera), Hydroptilidae (Trichoptera) (Fig. 2a, b, c y Tabla 2).

En la época de lluvias la mayor riqueza la presenta el sitio 6 con 38 familias y la menor el sitio 15 con 17 familias. En la época de secas la mayor riqueza la presenta el sitio 2 con 25 familias y el sitio 8 con 15 es la más pobre. En general todos los lagos, con excepción de los que se secaron (Tabla 2), presentan mayor número de familias durante la época de lluvias, excepto de los sitios 10 y 14, en los cuales se invierte esta tendencia y el sitio 13, que presenta igual número en ambas épocas.

Diversidad. Los valores más bajos de diversidad se obtuvieron en el período de lluvias en los sitios 8 y 9 (Tabla 3) mientras que los valores más elevados los presentan el sitio 6 en lluvias y los sitios 14 y 15 en la época de secas (Tabla 3). La comparación con la prueba de *t* de Hucheson indica que los valores de diversidad de Shannon son diferentes entre la mayoría de los lagos con excepción del sitio 1 vs. sitio 12 ($t = 0,05, (2), 134 = 0,54$), el sitio 7 vs. sitio 8 ($t = 0,05, (2), 106 = 1,17$), el sitio 10 vs. sitio 14 ($t = 0,05, (29), 182 = 0,97$ en lluvias), y el sitio 7 vs. sitio 15 ($t = 0,05, (2), 203 = -1,66$ en secas) (Tabla 3).

El análisis de varianza indicó que no existe diferencia significativa de la diversidad alfa (índice de Shannon) de cada lago entre la época de secas y la de lluvias (S_f), con excepción del sitio 9, $F_{(1,50)} = 7,5682$ $P = 0,0082$ (Tabla 3).

Similitud. Durante la época de lluvias, se encontró alta similitud entre los lagos, ya que comparten más del 70% de familias. La Tabla 4 muestra que los sitios 8, 10 y 11 son los que más difieren al compartir un menor número de familias. En la época de secas los sitios 7 y 8 presentan la similitud más baja. En esta misma época, los sitios 1, 2 y 6 son muy semejantes al compartir el 90% de sus familias; los demás lagos tienen una similitud muy variada.

Dominancia. En la Fig. 2a, b, c se presentan las curvas de dominancia obtenidas por lago. Las familias están indicadas con un número que corresponde al asignado a la familia en la Tabla 2. Puede verse que los Chironomidae (F20) ocupan el primer lugar en la mayoría de los lagos con la mayor abundancia, con excepción de los sitios 2 y 6 durante la época de lluvias, donde dominan Naucoridae (F39) y Baetidae

Tabla 2. Lista de presencia – ausencia y grupos funcionales herbívoro (†), detritófago (‡) y depredador (£), de familias encontradas en los lagos interdurarios durante las épocas de lluvias (2003) y secas (2004). Los asteriscos indican la época en la que fueron colectadas las familias. (*) época secas, (**) época de lluvias y (***) en ambas épocas. Los sitios 3, 4, 5 y 11 durante la época de secas no presentaron agua.

Clave	Orden	Familia	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Sitio 11	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 14	Sitio 15	Abun. secas	Abun. lluvias
F1	Coleoptera	Chelonariidae	**						**	**					**			0	4
F2		Curculionidae	***	**	***	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	*	5	57
F3		Dryopidae			**		**											0	5
F4		Dytiscidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	191	391
F5		Elmidae	**	**	**	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	2	9
F6		Gyrinidae											*	*	*	*	1	0	
F7		Haliplidae	**	**	**	*	*	*	**	**	**	**	**	**	*	*	*	8	35
F8		Hydraenidae				**	**	**							*	*	1	1	
F9		Hydrochidae	**	**	**	***	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	5
F10		Hydrophilidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	706	605
F11		Hydrosaphidae				*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	24	19
F12		Lampyridae			**		**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	3	21
F13		Linnichidae	**	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	1	2
F14		Noteridae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	29	245
F15		Scirtidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	246	386
F16		Staphylinidae	*	**	**		*	*	**	**	**	**	***	***	*	***	***	14	39
F17	Diptera	Ceratopogonidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	1231	1824
F18		Culicidae	***	**	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	576	1040
F19		Chaoboridae	**	**	**	**	**	**	**	**	***	**	***	***	***	***	***	52	692
F20		Chironomidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	2	55
F21		Dolichopodidae	***						**	**	**	**	***	***	***	*	*	5573	3623
F22		Ephydriidae	**	**	**	*	*	*	**	**	**	**	*	*	*	*	***	3	6
F23		Psychodidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	***	9	8
F24		Stratiomyidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	0	26
F25		Sciomyzidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	128	347
F26		Syrphidae	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	*	*	*	*	*	0	12
F27		Tabanidae	***	***	***	**	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	***	14	3
F28		Thaumalidae	***	***	***	**	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	***	29	119
F29		Tipulidae	***	***	*	***	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	19
F30	Ephemeroptera	Baetidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	50	13
F31		Caenidae	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	6436	5963
									**	**	**	**	***	***	***	***	982	681	
									**	**	**	**	***	***	***	***	219	424	
									**	**	**	**	***	***	***	***	1201	1105	

Continua

Tabla 2. Continuación.

Clave	Orden	Familia	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Sitio 11	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 14	Sitio 15	Abun. secas	Abun. lluvia
F37		Hydrometridae	**	*	**	***	*	*	**	**	*	*	**	*	**	**	**	22	7
F38	Hemiptera	Macrovelidae	**	*	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	***	***	**	39	143
F39		Naucoridae	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	116	186
F40		Nepidae	**	**	**	***	**	**	**	**	**	**	***	**	**	**	**	48	26
F41		Notonectidae	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	116	201
F42		Pleidae	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**	*	***	***	***	**	137	144
F43		Velidae	*	***	***	*	***	***	**	**	**	*	*	*	***	***	***	53	96
																		776	1192
F44	Lepidoptera	Noctuidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	2	9
F45		Pyralidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	***	**	***	***	*	9	85
F46		Tortricidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	31
F47		Sphingidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	1
																		11	126
F48	Odonata	Aeshnidae	***	***	**	***	***	**	**	**	**	**	***	**	***	*	*	20	112
F49		Coenagrionidae	***	***	***	***	***	**	**	**	**	**	***	***	**	*	***	406	891
F50		Cordulidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	2	2
F51		Gomphidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	0	3
F52		Lestidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	0	18
F53		Libellulidae	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	177	923
F54		Perilestidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	15
F55		Protoneturidae	*	*	***	**	***	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	142	83
																		747	2047
F56	Orthoptera	Acrididae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	3	5
F57		Tettigoniidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	11
F58		Tetrigidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	1
F59		Tridactylidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	1
																		3	18
F60	Trichoptera	Hydroptilidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	1	1
F61		Limnephilidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6	0
F62		Polycentropodidae	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0	3
																		7	4
		Total																10,412	12,279

Tabla 3. Valores de riqueza, diversidad, equitatividad y esfuerzo de muestreo obtenidos durante la época de lluvias (2003) y secas (2004) en los lagos interdunarios de la región central del estado de Veracruz, México. (S_f) riqueza a nivel familia, (H') índice de Shannon, (E) equitatividad, (SD) sin datos. Diferencias significativas de H entre lagos dadas por t de Hutchenson en lluvias $a = t 0.05, (2), 134 = 0.54$; $b = t 0.05, (2), 106 = 1.17$; $c = t 0.05, (29), 182 = 0.97$, en secas $a = t 0.05, (2), 203 = -1.66$. Valores de F y p de la ANOVA de una vía de la comparación de lluvias y secas por sitio, está dada para la riqueza.

Sitio	Nombre	S_f	S_f	S_f	F	Valor (p)	H'
		Lluvias	Secas	Observada total	Lluvias y secas	Lluvias y secas	Lluvias
Sitio 1	La Mancha	30a	21a	33	0.2360	0.8783	2.28 a
Sitio 2	Don Gil	30a	25a	36	0.0135	0.9078	2.58 d
Sitio 3	Felix	29a	SD	29	SD	SD	2.66 e
Sitio 4	Jagüeyes	36a	SD	36	SD	SD	2.52 f
Sitio 5	Tolega	37ab	SD	37	SD	SD	2.59 g
Sitio 6	Ojite	38a	22ad	39	1.6501	0.2041	2.77 h
Sitio 7	Catalana	28ac	18ae	33	0.9720	0.3295	2.44 b
Sitio 8	Colorada	17a	15ab	21	0.6445	0.4283	2.06 b
Sitio 9	San Julián	30a	23ac	34	7.5682	0.0082	1.38 i
Sitio 10	La Palma	18a	21a	22	1.6945	0.2010	2.35 c
Sitio 11	Minerva	19a	SD	19	SD	SD	2.21 j
Sitio 12	Zendejas	28a	23a	30	0.1257	0.7244	2.56 a
Sitio 13	Abascal	27a	27a	36	0.0045	0.9746	2.30 k
Sitio 14	Manguito	24a	31af	35	0.9266	0.3401	2.42 c
Sitio 15	Conchas	25a	19a	29	0.9255	0.3415	2.232 a

Sitio	Nombre	H'	E	E	Estimador	Porcentaje S_f
		Secas	Lluvias	Secas	Bootstraps	observada vs. estimada
Sitio 1	La Mancha	1.20 b	0.67	0.396	34.07	97
Sitio 2	Don Gil	2.17 c	0.76	0.675	37.94	94
Sitio 3	Felix	SD	0.79	SD	31.86	91
Sitio 4	Jagüeyes	SD	0.70	SD	41.03	90
Sitio 5	Tolega	SD	0.72	SD	40.48	90
Sitio 6	Ojite	2.19 d	0.76	0.709	40.23	97
Sitio 7	Catalana	2.23 a	0.73	0.772	38.00	86
Sitio 8	Colorada	1.11 e	0.73	0.411	23.85	87
Sitio 9	San Julián	1.32 f	0.40	0.424	34.07	97
Sitio 10	La Palma	2.23 g	0.81	0.736	23.32	94
Sitio 11	Minerva	SD	0.75	SD	21.4	90
Sitio 12	Zendejas	1.79 h	0.77	0.573	30.89	100
Sitio 13	Abascal	1.90 i	0.70	0.579	40.80	90
Sitio 14	Manguito	2.36 j	0.76	0.687	38.00	92
Sitio 15	Conchas	2.36 a	0.69	0.804	32.69	87

(F30), en secas en el sitio 1 con Baetidae y en el sitio 7 en ambas épocas con Caenidae (F31) y Ceratopogonidae (F17). En todos los casos podemos decir que la equitatividad es muy semejante entre las familias.

La ordenación. El análisis de ordenación (Fig. 3) muestra que la mayor relación se da en el eje uno, y está explicada por el oxígeno disuelto ($r = 0.57$) de izquierda a derecha con valores que van de 1 a 11 mg l^{-1} , con excepción de los sitios

Tabla 4. Valores de diversidad Beta (índice de Sorenson) obtenidos en los lagos interdunarios en la época de lluvias (2003) y secas (2004). Los valores en cursiva en la mitad superior de la matriz, corresponden a la época de secas, y los espacios en gris corresponden a los lagos que no presentaron agua en la época de secas. La mitad inferior de la matriz corresponde a los valores en la época de lluvias.

Lluvias	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 6	Sitio 9	Sitio 15	Sitio 12	Sitio 3	Sitio 5	Sitio 4	Sitio 11	Sitio 10	Sitio 8	Sitio 7	Sitio 14	Sitio 13
Sitio 1		<i>0.8</i>	<i>0.9</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>					<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
Sitio 2	<i>0.7</i>		<i>0.9</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>					<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
Sitio 6	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>		<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>					<i>0.7</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>
Sitio 9	<i>0.8</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>		<i>0.7</i>	<i>0.7</i>					<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>
Sitio 15	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>		<i>0.6</i>					<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>
Sitio 12	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>						<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>
Sitio 3	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>									
Sitio 5	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>								
Sitio 4	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>							
Sitio 11	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>						
Sitio 10	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>		<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
Sitio 8	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.4</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>		<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
Sitio 7	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>		<i>0.6</i>	<i>0.6</i>
Sitio 14	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>		<i>0.8</i>
Sitio 13	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>

7 y 8 que presentan valores de 8 mg^l⁻¹. La alcalinidad ($r = -0,59$) presenta valores bajos hacia la izquierda del espacio de ordenación (Tol) y valores altos en el sitio 10 (73 a 360 mg^l⁻¹ CaCO₃). En el mismo sentido varía la salinidad ($r = -0,619$) con valores de (0.02 a 0.42 ups) que van del sitio 9 al sitio 10 (Fig 3). Sobre el eje dos el principal parámetro responsable de la variación es la temperatura ($r = 0.69$) (28 a 29,5°C) del sitio 8 al sitio 5 (Fig. 3).

Las familias que tienen mayor relación en sentido positivo de izquierda a derecha (Fig. 3) sobre el eje uno son Curculionidae ($r = 0,66$), Noteridae ($r = 0,66$), Scirtidae ($r = 0,53$), Staphylinidae ($r = 0,53$), Culicidae ($r = 0,62$), Chironomidae ($r = 0,89$), Ceratopogonidae ($r = 0,57$), Tabanidae ($r = 0,69$), Gerridae ($r = 0,78$), Naucoridae ($r = 0,73$), Vellidae ($r = 0,64$) y Coenagrionidae ($r = 0,64$). Sobre el eje dos las familias Ephyridae ($r = 0,54$), Stratiomyidae ($r = 0,68$), Hydrophilidae ($r = 0,64$), Sciomyzidae ($r = 0,60$), Baetidae ($r = 0,53$), Caenidae ($r = 0,60$), Lestidae ($r = 0,55$), Libellulidae ($r = 0,81$), Nepidae ($r = 0,60$) y Belostomatidae ($r = 0,78$) presentan una relación positiva que va de la parte inferior a la parte superior de la gráfica (Fig. 3) y la familia Caenidae en sentido inverso.

Discusión

Los lagos interdunarios son ecosistemas que favorecen la presencia y diversidad de insectos acuáticos. La riqueza se ve favorecida por los tipos de vegetación presentes en cada una de ellas (Cummins & Merritt 2001, Poi de Neiff & Neiff 2006), los distintos tipos de ambientes producidos por las formas de vida de la vegetación, las variaciones del nivel de inundación y las características fisicoquímicas del agua, lo cual repercute en las condiciones estacionales a las que se ven sometidos estos lagos. Esta heterogeneidad de condiciones ha permitido que en cada orden haya familias de amplia distribución en los lagos pero también familias representadas en pocos lagos (Tabla 1). Ello aumenta la

riqueza de familias y especies (Trivinho-Strixino *et al.* 2000, Poi de Neiff & Neiff 2006).

Las familias del grupo II representan el 27% de la riqueza, y el 14% de la abundancia. El grupo III presenta las familias encontradas solo en la época de lluvias y con baja abundancia y representa el 26% de la riqueza y solamente el 1% de la abundancia de individuos en general. El grupo IV abarca las familias presentes en una sola época y un solo lago y abundancias muy bajas representando el 24% y el 2% respectivamente; mientras que el grupo I, es decir aquellas familias presentes en la mayoría de los lagos en ambas épocas y con alta abundancia, representan el 18% de la riqueza y el 83% de la abundancia. El grupo V tiene valores muy bajos en ambos casos. Por tanto, la riqueza de familias está repartida de manera más o menos equitativa entre especies de amplia distribución y especies más restringidas. En cambio la dominancia dada por la abundancia, recae de manera decidida en el grupo I.

En este estudio el valor encontrado para la diversidad alfa es similar dentro de cada lago en las dos épocas del año, pero no así entre los lagos. Las estaciones climáticas, modifican el número de las familias de insectos acuáticos presentes en general, aunque no hay una diferencia de gran magnitud tanto en la diversidad de familias (44 familias en secas y 60 en lluvias), como las abundancias encontradas. Por tanto, las diferencias parecen darse principalmente entre lagos debido a las diferentes condiciones ambientales encontradas en cada uno, y no a las condiciones climáticas durante el año como lo mencionan Trivinho-Strixino *et al.* (2000) y Poi de Neiff & Neiff (2006).

De los ocho órdenes de insectos con representantes acuáticos encontrados, los más ricos en familias son Coleoptera, Diptera y Hemiptera, coincidiendo esto con lo que se menciona para lagos y algunos arroyos en climas templados (Wetzel 1981 & Margalef 1983) y para los encontrados en Sudamérica (Poi de Neiff & Carignan 1997, Trivinho-Strixino *et al.* 2000, Poi de Neiff & Neiff 2006).

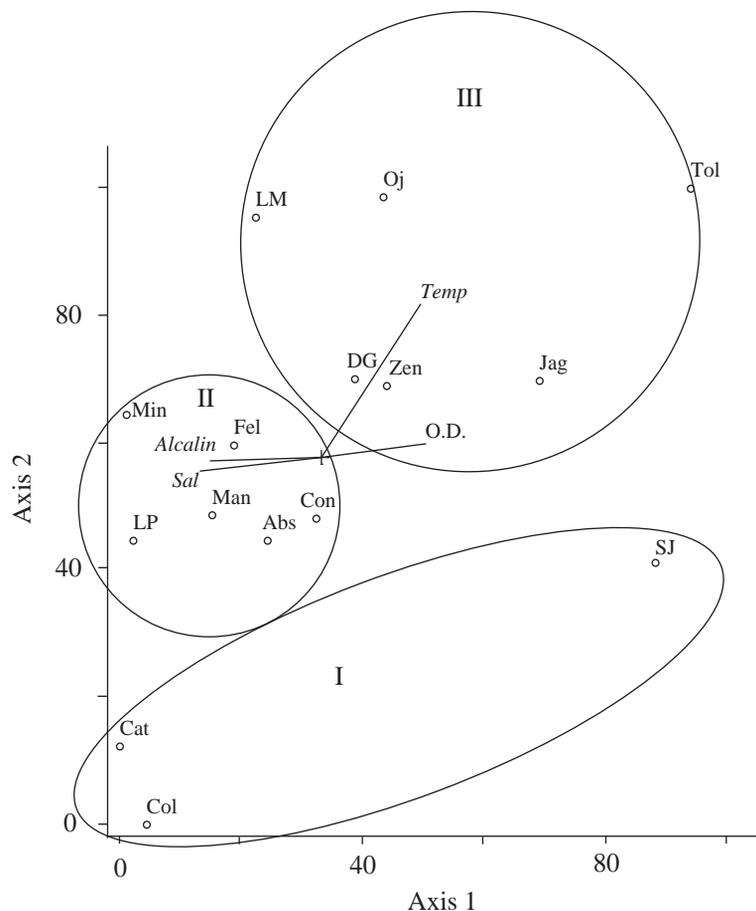


Fig. 3. Análisis de ordenación de sitios con el método Escalamiento Multidimensional no Métrico de 15 lagos y 60 familias. Estrés final 5.99, inestabilidad final de 0.00009, con 72 iteraciones. El eje uno está explicado por el oxígeno disuelto (O.D.) de mayor a menor (izquierda a derecha), alcalinidad (Alcalin) agrupa en sentido inverso al oxígeno y salinidad (Sal), el eje dos esta explicado por la temperatura (Temp). Se observa que los lagos se distribuyen en función de las concentraciones de O.D. formando tres “grupos”.

Esto ocurre para ambas épocas del año. Coleoptera es uno de los grupos que mayor información bibliográfica presenta en el país (Velasco *et al* 1998, Santiago-Fragoso & Sandoval-Manrique 2001, de la Lanza *et al* 2000). De las familias encontradas en la zona, Hydrochidae, Lampyridae, Scirtidae y Staphylinidae no habían sido reportadas para este tipo de ambientes y región del país, por lo que representan el primer registro para los lagos interdunarios, no así para Lampyridae que es frecuente encontrarla en lagos de Sudamérica (Poi de Neiff & Neiff 2006).

Las familias Chelonariidae, Gyrinidae, Hydraenidae y Limnichidae pueden considerarse bajo la categoría de “raras” en estos sistemas, debido a la baja abundancia que presentaron y a su presencia en solo uno o dos lagos. Los Coleoptera, aún cuando son los más diversos, no son el grupo con mayor abundancia y dominancia en estos sistemas (Fig. 2a, b, c y Tabla 2). Dytiscidae, Hydrophilidae, Noteridae y Scirtidae son las familias de coleópteros que presentaron mayor abundancia.

Los Díptera son el segundo grupo más diverso y con una abundancia alta (Fig. 2a, b, c), como ha sido mencionado por

autores como Resh & Rosemberg (1984), Dodds (2002) y Poi de Neiff & Neiff (2006) donde los Chironomidae es la familia con mayor abundancia en los sistemas acuáticos y con mayor importancia a nivel trófico (Trivinho-Strixino *et al.* 2000). Autores como Wetzel (1981) y Margalef (1983) mencionan la importancia de la familia Chaoboridae como parte del zooplancton en lagos medianamente profundos y con una estratificación. En nuestro caso, solo se encontró en un lago (sitio 11), el cual es poco profundo, sin estratificación y queda sin agua en la época de secas. Esta familia es un primer registro en el Estado de Veracruz. Los Ceratopogonidae son un grupo que alcanzan valores altos de abundancia en ambas épocas del año, como lo mencionan para otros cuerpos de agua Margalef (1983), Trivinho-Strixino *et al.* (2000) y Poi de Neiff & Neiff (2006).

En sistemas lóticos, los Ephemeroptera están representados por 11 familias (McCafferty & Lugo-Ortiz 1996), predominando Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae. En los lagos interdunarios son el grupo con menor riqueza, con únicamente dos familias Baetidae y Caenidae, aunque con abundancias altas. En los sitios 1,

6, 7 y 8 son más abundantes que los Chironomidae (Fig. 2a, b, c y Tabla 2), debido probablemente al tipo de vegetación existente en estos lagos (Tabla 1).

Los Hemiptera acuáticos son el tercer grupo con mayor diversidad en los lagos interdunarios siendo además uno de los grupos menos estudiados. Se desconocen sus hábitos, requerimientos ambientales y distribución en el país. Sandoval & Molina (2000) mencionan 11 familias de hemípteros para México, y todas ellas se encuentran representadas en los lagos interdunarios estudiados.

En cambio, los Odonata son uno de los grupos de insectos mejor estudiados en sus estados adultos e inmaduros y están representados por 15 familias en México (González-Soriano & Novelo-Gutiérrez 1996), ocho de las cuales se registraron en los lagos interdunarios. Libellulidae y Coenagrionidae son las familias con mayor abundancia y dominancia de este grupo (Fig. 2a, b, c y Tabla 2).

Bueno Soria (1996) reporta 14 familias del orden Trichoptera para México. La mayoría de estas familias se encuentra en sistemas lóticos y solo tres familias (Leptoceridae, Limnephilidae y Polycentropodidae) ocurren en sistemas lénticos (Sandoval & Molina 2000). Las tres familias capturadas son Hydroptilidae, Limnelidae y Polycentropodidae, todas ellas representantes de sistemas lóticos. Estas capturas representan el primer registro de estas tres familias para un ambiente léntico.

Dentro de los grupos de Lepidoptera y Orthoptera con representantes acuáticos, éstos no han sido estudiados en México, por lo que se desconoce su ecología, distribución y hábitos. Las familias registradas en ambos órdenes representarían el primer registro para ambientes lénticos en el país.

La similitud entre los sitios es muy alta, siendo en promedio de un 68%. Dicha similitud esta dada por la dominancia de pocas familias (Chironomidae, Baetidae, Ceratopogonidae y Naucoridae) las cuales se distribuyen ampliamente en estos sistemas, así como sus abundancias. Las familias forman grupos con abundancias y distribuciones muy semejantes (Fig. 2a, b, c).

Los insectos acuáticos son un eslabón importante en la estructura trófica de los ambientes acuáticos por participar activamente en el reciclamiento de los nutrientes. Las proporciones encontradas de cada grupo funcional están en relación a la disponibilidad de los recursos (Cummins & Merritt 2001). Aunque a nivel familia puede ser algo complicado el establecer hábitos tróficos, ya que dentro de un mismo género puede haber distintos hábitos, revisando la literatura (Resh & Rosemberg 1984, Batzer & Wissinger 1996, Wallace & Webster 1996, Vinson & Hawkins 1998, Keiper *et al.* 2002 y Dodds 2002) se agruparon por dominancia de hábitos. En los detritófagos se incluyeron raspadores, minadores y colectores. En los depredadores solo éstos, mientras que en los herbívoros se incluyeron a todos aquellos que se alimentan de algas o plantas vivas. A continuación se muestran las tendencias encontradas con base en el nivel trófico.

Con respecto a la riqueza de familias, el 54% son familias fundamentalmente de depredadores, el 25% detritófagos y el 21% herbívoros. Sin embargo, acerca de la abundancia de individuos, el 57% son detritófagos,

el 38% depredadores y solamente el 5% son herbívoros. Margalef (1983), Batzer & Wissinger (1996) consideran para otros sistemas acuáticos, que los grupos más importantes son Chironomidae (Diptera), Baetidae y Caenidae (Ephemeroptera) y Culicidae (Diptera), todos ellos detritófagos. En los lagos interdunarios estas cuatro familias representan el 54% de la abundancia de individuos colectados, y solo Chironomidae en lluvias presenta el 53% de la abundancia total encontrada. Los depredadores están representados por varios taxa cuyas abundancias son mucho menores que Chironomidae.

Finalmente, el trabajo permite analizar cuales familias están más relacionadas con las características fisicoquímicas en estos ambientes. Los lagos en el espacio de ordenación se ordenan en un gradiente de menor a mayor calidad de agua. Se considera que la baja calidad está dada por concentraciones bajas de oxígeno disuelto. Ello incluye a los sitios 1, 2, 4, 5, 6 y 11 (Fig. 3), los cuales presentan valores de oxígeno disuelto bajos ($< 4 \text{ mg l}^{-1}$) y que además presentan un cambio importante en la diversidad de familias en la época de secas como lo menciona Poi de Neiff & Carignan (1997). Siguen los sitios 3, 10, 13, 14, con valores intermedios ($4 \text{ a } 8 \text{ mg l}^{-1}$), y los lagos que presentan valores más altos ($> 8 \text{ mg l}^{-1}$) incluye a los sitios 7, 8 y 9. En la Fig. 3 se observa que el sitio 9 queda en el extremo opuesto a los sitios 7 y 8, debido a la relación tan alta que tiene la abundancia de Chironomidae y las familias de los Ephemeroptera y Coenagrionidae (Fig. 2a) (Tabla 1 y 4) con una alta conductividad, lo cual implicaría mayor cantidad de sólidos disueltos. De acuerdo con Poi de Neiff & Carignan (1997), ello puede tener efectos negativos sobre las abundancias encontradas.

La alcalinidad es mayor en sitios donde la diversidad de familias no presenta un cambio tan marcado (Fig. 3). La salinidad obtenida indica que constituyen cuerpos de agua dulce (Fig. 4).

Las familias más relacionadas con estos parámetros fisicoquímicos son Noteridae, Scirtidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Psychodidae, Tabanidae, Gerridae, Coenagrionidae, Chironomidae, Hydrophilidae, Ephyridae, Stratiomyidae, Sciomyzidae, Baetidae, Caenidae, Belostomatidae, Nepidae y Lestidae. Todos estos grupos los consideramos facultativos a las concentraciones de oxígeno disuelto por encontrarse en todas los lagos con excepción de Curculionidae, Libellulidae, Naucoridae, Pleidae, Vellidae que aunque se encuentran en los lagos con mejores condiciones de oxígeno, no implica que requieren condiciones más altas de oxígeno disuelto.

Podemos decir entonces que estos sistemas albergan una alta diversidad y una estructura trófica dominada por detritófagos que se mantiene en ambas épocas de muestreo. La dominancia de detritófagos estaría indicando la presencia de materia orgánica en diferentes procesos de descomposición, lo que sugiere diferentes niveles de eutrofización por materia orgánica.

Nuestra hipótesis de trabajo planteó que la riqueza, diversidad y abundancia a nivel familia de los insectos acuáticos de los lagos interdunarios cambia entre lluvias y secas, al modificarse las condiciones de calidad de agua. Esta hipótesis se rechazó, ya que estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre las épocas de lluvia y secas.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo dado por E. Cejudo, R. Rojas, J. Ake, y V. Hernández así como al revisor anónimo y al editor científico por sus observaciones y sugerencias para mejorar el escrito. Las siguientes instituciones aportaron recursos para el desarrollo de este trabajo: CONACYT por la Beca No. 164477; el proyecto SEMARNAT (2002-C 01-0190); Canadian International Development Agency, CIDA Agreement S-061870 e Instituto de Ecología A.C. (902-17), Instituto Tecnológico de Veracruz por la Beca Comisión.

Referencias

- APHA-AWWA-WPCF. 1990. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, 1134p.
- Batzer, D. & S.A. Wissinger. 1996. Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Ann.Rev. Entomol.* 41: 75-100.
- Boorman, L.A., G. Londo & E. van der Maarel. 1997. Communities of dune slacks, p.275-295. In E. van der Maarel. 1997. Dry coastal ecosystems, general Aspects. Elsevier, Amsterdam, 734p.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn & N.F. Johnson. 1989. An introduction of the study of insects. 6th ed., Thomson (Learning Inc., New York, 875p.
- Bueno-Soria, J. 1996. Trichoptera, p.501-511. In J.E. Llorente-Bousquets, A. García-Aldrete & E. Gozález-Soriano (eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM, México, D.F, 660p.
- Colwell, R.K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 07. Disponible: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- Contreras-Ramos, A. 1997. Clave para la determinación de los Megaloptera (Neuropterida) de México. *Degusiana* 4: 51-61.
- Cummins K.W. & R.W. Merritt. 2001. Application of invertebrate functional groups to wetlands ecosystem function and biomonitoring, p.85-111. In R.B. Rder, D.P. Batzer & S.A. Wissinger (eds.), Bioassessment and management of North America freshwater wetlands. John Wiley & Sons INC, New York, 469p.
- Dodds, W.K. 2002. Freshwater ecology. Concepts and environmental applications. Academic Press, New York, 569p.
- García, M.E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM, México, 217p.
- González-Soriano, E. & R. Novelo-Gutiérrez. 1996. Odonata, p.147-167. In J.E. Llorente-Bousquets, A. García-Aldrete & E. González-Soriano (eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM. México, D.F, 660p.
- Grootjans, A.P., W.H.O. Ernst & P.J. Stuyfzand. 1998. European dune slacks: String interactions of biology, pedogenesis and hydrology. *Trends Ecol. Evol.* 13: 96-100.
- Junk, W.J. 2002. Long-term environmental trends and the future of tropical wetlands. *Environ. Conserv.* 29: 414-435.
- Keiper, J.B., W.E. Walton & B.A. Foote. 2002. Biology and ecology of higher Diptera from freshwater wetlands. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 207-232.
- Krebs, C.J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y abundancia. HARLA, México, 753 p.
- Lanza Espino, G. de la, S.P. Hernández & P.J.L. Carvajal. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Comisión Nacional del Agua. SEMARNAP, UNAM, Plaza & Valdes, México, 633 p.
- Leibowitz, S.G. 2003. Isolated wetlands and their functions: An ecological perspective. *Wetlands* 23: 517-531.
- Leentvaar, P. 1997. Communities of dune lakes. In E. van der Maarel (ed.). Dry coastal ecosystems. General aspects. Elsevier, Amsterdam, 734p.
- Legendre, P. & L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. Elsevier, New York, 853p.
- Magurran, A.E. 2004. Measurement biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford, 256p.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega, Barcelona, 1010p.
- Martín-Piera, F. 2000. Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango en insectos, p.35-54. In F. Martín-Piera, J.J. Morrone & A. Melic (eds.), Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Ibero América. PRIBES, S.E.A, Zaragoza, 326p.
- Martínez, M.L., P. Moreno-Casasola. & G. Vázquez. 1997. Effects of disturbance by sand movement and inundation by water on tropical dune vegetation dynamics. *Can. J. Bot.* 75: 2005-2014.
- Mc Cune, B. & J. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Desing. Gleneden Beach, Oregon, 300p.
- McCafferty, W.P., C.R. Lugo-Ortiz, A.V. Provosha & T.Q. Wang. 1997. Los Efemerópteros de México: I. Clasificación superior, diagnosis de familias y composición. *Degusiana* 4: 1-29.
- McCafferty, W.P. & C.R. Lugo-Ortiz. 1996. Ephemeroptera, p.133-145. In J.E. Llorente- Bousquets, A. García-Aldrete & E. González-Soriano (eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM, México, D.F, 640p.
- Merritt, R.W. & K.W. Cummins. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/hunt Publishing Company, Iowa, 862p.
- Moreno-Casasola, P. & G. Vazquez. 1999. The relationship between vegetation dynamics and water table in tropical dune slacks. *J. Veg. Sci.* 10: 515-524.
- Moreno-Casasola, P. & L. Espejel. 1986. Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of México. *Vegetatio* 66: 147-182.
- Novelo-Gutierrez, R. 1997a. Clave para la separación de familias y géneros de las náyades de Odonata de México, parte I. *Zygoptera. Degusiana* 4: 1-10.

- Novelo-Gutierrez R. 1997b. Clave para la separación de familias y géneros de las náyades de Odonata de México, parte II. Anisoptera. *Degusiana* 4: 31-40.
- Padisák, J. & C.S. Reynolds. 2003. Shallow lakes: The absolute, the relative, the functional and pragmatic. *Hydrobiologia* 506-509: 1-11.
- Poi de Neiff A. & J.J. Neiff. 2006. Riqueza de especies y similitud de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia* 31: 220-225.
- Poi de Neiff A. & R. Carignan. 1997. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. *Hydrobiologia* 345: 185-196.
- Ponce S. J. 1997. Colecta e identificación de los grupos mayores de artrópodos. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de biología-laboratorio de entomología. Morelia, Michoacán, 95p.
- Ranwell, D.S. 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman and Hall, London, 258p.
- Resh, V.H. & D.M. Rosenberg. 1984. The ecology of aquatic insects. Praeger, New York, 625p.
- Sandoval J.C. & A.I. Molina. 2000. Insectos, p.405-551. In G. De La Lanza Espino, S.P. Hernández. & P.J.L. Carvajal (eds.), Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Comisión Nacional del Agua. SEMARNAP, UNAM, Plaza y Valdés editores, México, 633p.
- Santiago-Fragoso S. & J.C. Sandoval-Manrique. 2001. Coleópteros acuáticos y su relación con la dinámica fisicoquímica del río Cuautla (Tramo Tetelcingo – Anenecuilco), Morelos, México. *Hidrobiologia* 11: 19-30.
- Santiago-Fragoso, S. & L. Vázquez. 1989. Coleópteros acuáticos y semiacuáticos del Río Amacuzac (Huajintlan y El Estudiante) Morelos, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Mex. Ser. Zool.* 60: 405-426.
- Siemens, A., P. Moreno-Casasola & C. Sarabia. 2006. The metabolization of wetlands by the city of Veracruz, Mexico. *Journal of Latin American Geography* 5: 7-29.
- StatSoft Inc. 2004. Statistica (data analysis software system), ver. 7. www.statsoft.com.
- Tiner, R.W. 2003. Geographically isolated wetlands in the United States. *Wetlands* 23: 494-516.
- Trivinho-Strixino S., L.C.S. Correia & K. Sonoda. 2000. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the OX-BOW Infernao lake (Jataí ecological station, Luiz Antonio, SP, Brazil). *Rev. Bras. Biol.* 60: 527-535.
- Vázquez, G., M.E. Favila, R. Madrigal, C. Montes, A. Baltanás & M.A. Bravo. 2004. Limnology of crater lakes in Los Tuxtlas, Mexico. *Hidrobiologia* 523: 59-70.
- Velasco, J., M.L. Suárez & M.R. Vidal-Abarca. 1998. Factores que determinan la colonización de insectos acuáticos en pequeños estanques. *Oecologia aquatica* 11: 87-99.
- Vinson, M.R. & C.P. Hawkins. 1998. Biodiversity of stream insects: Variation at local, basin, and regional scales. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 271-793.
- Wallace, J.B. & J.R. Webster. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annu. Rev. Entomol.* 41:115-139.
- Wetzel R.G. 1981. *Limnología*. Omega, España, 679p.
- Yetter, J.C. 2004. Hydrology and geochemistry of freshwater wetlands on the Gulf coast of Veracruz, México. Thesis Master of Science. University of Waterloo, Ontario, 168p.
- Zar J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 663p.

Received 15/III/06. Accepted 28/IX/06.
