



Casa abierta al tiempo  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

**Iztapalapa**

**VARIACIÓN NICTÉMERA Y ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD Y  
COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE PECES, EN LA LAGUNA DE PUEBLO  
VIEJO, VERACRUZ**

**TESIS**

**Que para obtener el grado de:**

**Maestra en Biología**

**PRESENTA**

**María del Rocío Zárate Hernández**

**DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Manuel Castillo Rivera**

**Diciembre 2003**

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la  
Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

María del Rocío Zárate Hernández

Diciembre 2003

Comité Tutorial

Tutor	Dr. Manuel A. Castillo Rivera	_____
Asesor	Dr. José Alejandro Zavala Hurtado	_____
Asesor	Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte	_____
Sinodal	Dra. Laura Sanvicente Añorve	_____
Sinodal	Dr. Xavier Chiappa Carrará	_____

“La Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia de CONACYT”

La presente tesis se desarrolló en el Laboratorio de Peces del Departamento de Biología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, dentro del Proyecto de Investigación “Variabilidad estacional y nictémera en la estructura de las comunidades de peces”, el cual contó con el financiamiento de la Universidad Autónoma Metropolitana.

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>10</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>16</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
<b>RESULTADOS</b>	
<b>1. Comportamiento de las variables ambientales</b>	<b>22</b>
<b>2. Elenco sistemático y aspectos zoogeográficos</b>	<b>25</b>
<b>3. Análisis de la abundancia</b>	<b>32</b>
<b>4. Análisis de los parámetros de la comunidad</b>	<b>40</b>
<b>5. Análisis de asociación de conjuntos de peces</b>	<b>53</b>
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	
<b>1. Comportamiento de las variables ambientales</b>	<b>61</b>
<b>2. Elenco sistemático y aspectos zoogeográficos</b>	<b>62</b>
<b>3. Análisis de la abundancia</b>	<b>65</b>
<b>4. Análisis de los parámetros de la comunidad</b>	<b>68</b>
<b>5. Análisis de asociación de conjuntos de peces</b>	<b>72</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>77</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>84</b>

## RESUMEN

En el presente estudio se analizaron las variaciones nictémeras y estacionales de la abundancia total de peces (número y peso), los parámetros de la comunidad (diversidad, riqueza y equidad), los cambios multivariados en la composición de especies de la comunidad íctica y la influencia que ejercen sobre éstos las condiciones ambientales, en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. En total fueron capturados 17,660 individuos, con un peso total de 42,000 g, registrándose un total de 54 especies, correspondientes a 44 géneros, 24 familias y 14 órdenes. Las especies dominantes fueron *Anchoa mitchilli*, *Cathorops melanopus*, *Membras martinica* y *Bairdiella chrysoura*, y las familias mejor representadas fueron Sciaenidae, Ariidae, Engraulidae, Gerreidae y Gobiidae. Del total de especies registradas, *Prionotus tribulus*, *Eucinostomus gula*, *Centropomus mexicanus*, *Cynoscion nothus* y *Lupinoblennius nicholsi*, representan nuevos registros para la laguna de Pueblo Viejo, de las cuales cuatro fueron capturadas durante la noche.

El comportamiento nictémero de la abundancia total de peces fue bastante consistente en los seis ciclos realizados. Así, el número de individuos capturados regularmente presentó un máximo al anochecer, valores altos durante la noche, eventuales pulsos más pequeños al amanecer y bajas abundancias durante el día. Un patrón similar presentó la abundancia en peso, aunque con diferencias más conspicuas entre día y noche. Por lo anterior, el ciclo nictémero de la abundancia total parece estar influenciado principalmente por el ciclo de luz-oscuridad, existiendo poco efecto de la marea. A lo largo del año la abundancia total de peces mostró dos pulsos, uno durante la época seca (enero-marzo) dominado por individuos pequeños y otro durante la época lluviosa (julio-septiembre) predominando los individuos grandes. Así, la precipitación y su correspondiente influencia sobre la disponibilidad de los

recursos tróficos dentro del sistema, parecen ejercer un efecto más importante sobre la estacionalidad de la abundancia en número, que la temperatura y la salinidad.

En el análisis nictémico de los parámetros de la comunidad se observó que en general la diversidad y la equidad fueron mayores durante las horas de luz, mientras que la riqueza se comportó de manera inversa, siendo mayor durante la noche, por lo que se puede señalar que en ciclos nictémicos, la diversidad está más influenciada por la equidad que por la riqueza de especies. Asimismo, se observó poca influencia de la marea sobre el comportamiento de los parámetros de la comunidad. Estacionalmente, la diversidad, riqueza y equidad de especies mostraron dos pulsos significativos, uno durante el verano (mayo-julio) y otro en la época fría (noviembre-enero). En relación con la influencia estacional de los factores ambientales, sólo la temperatura y la diversidad de especies mostraron una correlación significativa ( $P=0.07$ ).

La variabilidad nictémica de la composición de especies de peces, mostró una tendencia general a formar ensambles de peces de acuerdo con el ciclo día-noche, principalmente relacionados con los cambios en el comportamiento de la abundancia de las diferentes especies. Sin embargo, la composición de especies en ningún ciclo nictémico mostró diferencias significativas entre el día y la noche. Estacionalmente, la estructura de la comunidad mostró diferencias significativas multivariadas entre meses ( $P<0.05$ ). Esta variabilidad estacional determina ensambles de peces caracterizados por las épocas de lluvias y secas, existiendo también a este nivel diferencias significativas ( $P<0.001$ ). Estos cambios están relacionados con la dinámica de los ciclos de historia de vida (principalmente procesos de reclutamiento y respuestas tróficas) de las diferentes especies que llegan a formar parte la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo.

## ABSTRACT

In the present study the diel and seasonal variations of the total fish abundance (number and weight), community parameters (species diversity, richness, and evenness), multivariate changes in species composition of the fish community, and the influence that exert on them the environmental conditions, were analyzed in the Pueblo Viejo Lagoon, Veracruz, Mexico. A total of 17,660 individuals were captured, with a total weight of 42,000 g. Fifty-four species were recorded, corresponding to 44 genera, 24 families and 14 orders, being the dominant species: *Anchoa mitchilli*, *Cathorops melanopus*, *Membras martinica* and *Bairdiella chrysoura*, and the most important families: Sciaenidae, Ariidae, Engraulidae, Gerreidae and Gobiidae. Five species, *Prionotus tribulus*, *Eucinostomus gula*, *Centropomus mexicanus*, *Cynoscion nothus* and *Lupinoblennius nicholsi* are new records for Pueblo Viejo Lagoon, and four of them (except *C. mexicanus*) were exclusively captured during the night.

The diel behavior of the total fish abundance was strongly consistent during each of the six 24-h cycles sampled. Thus, the number of individuals captured regularly showed a maximum pulse at dusk, high values during the night, eventual smaller pulses at dawn and low values during light hours. A similar diel pattern was showed by the abundance in weight, although with more conspicuous differences between day and night. So, the diel behavior of total fish abundance seems to be mainly influenced by the light-dark cycle, with a few incidence of the tide level. Around the one-year cycle, the total fish abundance showed two pulses, one during the dry season (January-March) dominated by small individuals and the other during the rainy season (July-September) predominating larger ones. In this way, rainfall and its influence on the trophic resources availability inside the system seem to exert a more important role on the seasonal behavior of abundance in number, than temperature and salinity.

In diel analysis of community parameters, it was observed that, generally, species diversity and evenness were greater during the light hours, whereas species richness had an inverse pattern, with greater values during the night. So, diel species diversity is more influenced by evenness than by species richness. Also, it was observed a small influence of the tide level on the behavior of each one of the three community parameters analyzed. Seasonally, species diversity, richness and evenness showed two significant pulses, one during summer (May-July) and other during the cold period (November-January). In relation to the seasonal influence of environmental factors, only temperature and diversity showed a significant correlation ( $P=0.07$ ).

Diel variability of fish species composition showed a clear tendency to form fish assemblages according to the day-night cycle, mainly related with changes in the abundance behavior of the different species. However, species composition did not show significant differences between day and night, in any 24-h cycles analyzed. Seasonally, fish community structure exhibited significant differences among months ( $P<0.05$ ). This seasonal variability determine fish assemblages characterized by the rainy and dry seasons, also existing significant differences ( $P<0.001$ ) at this level. These changes are related with the life history dynamics (principally recruitment process and trophic responses) of the different species composing of the fish community in Pueblo Viejo lagoon.



## INTRODUCCIÓN

Los estuarios se definen como una extensión de agua costera parcialmente cerrada, que tiene una comunicación libre con el mar. Un estuario resulta afectado por la actividad de las mareas, y en él se mezclan el agua de mar con agua dulce del drenaje terrestre (Odum, 1972).

Las características de cada estuario dependen del tamaño, forma, historia geológica, localización, cantidad y calidad del flujo de agua dulce, sin embargo todos los estuarios tienen dos características importantes en común, que son: la enorme variabilidad del ambiente físico y químico, y la alta concentración de nutrientes. La variabilidad ambiental puede ser considerada como una forma de estrés, el cual está representado por la fluctuación de la salinidad y la temperatura (Yáñez-Arancibia, 1986).

Los factores que crean este estrés son los que permiten que exista una gran concentración de nutrientes, lo que hace que los estuarios jueguen un valioso papel en los ciclos biológicos de numerosos organismos marinos.

Los nutrientes están comúnmente asociados con el detritus, el cual es aportado por el escurrimiento del agua dulce o bien es el resultado de la descomposición de plantas de los alrededores. Así, el flujo de agua transporta materia orgánica e inorgánica suspendida, lo que puede crear gradientes de turbidez y una eficiente mezcla vertical y horizontal del oxígeno. A pesar de que esta turbidez limita la fotosíntesis, el fitoplancton puede ser otra vía de entrada de energía para el sistema estuarino. Asimismo, la mezcla constante que ocurre en los estuarios, asegura que la mayoría de los nutrientes sean reciclados eficientemente (Moyle y Cech, 2000).

La gran variación de las propiedades físicas, químicas y biológicas que caracteriza a los estuarios, afecta a las especies que habitan estos ambientes. En este sentido, estas especies

presentan adaptaciones fisiológicas, morfológicas y conductuales (Kinne, 1973; Jumars, 1993), que les permiten resistir los cambios de las diferentes condiciones ambientales, permitiendo así que estas áreas sean ocupadas por una gran diversidad biótica, representada por especies de vertebrados e invertebrados que las utilizan con fines de protección, crianza, alimentación y/o reproducción (Ross *et al.*, 1987).

Así, mientras las fluctuaciones ambientales físico-químicas limitan el número de especies en los estuarios, la abundancia de nutrimentos y en general de los recursos tróficos, les permiten mantener grandes concentraciones de individuos, asimismo se ha señalado que la distribución y abundancia de los peces que habitan en los estuarios son determinadas principalmente por estos factores, y sólo secundariamente por los factores biológicos (Moyle y Cech, 2000), algunos procesos bióticos, como los patrones de reclutamiento, respuesta trófica y reparto de recursos, podrían jugar un papel más importante (Felley, 1989; Castillo-Rivera *et al.*, 1994; Castillo-Rivera y Zárate, 2001). Asimismo, las condiciones ambientales como la temperatura y la salinidad en ecosistemas acuáticos, pueden alterar el resultado de interacciones biológicas como la competencia y depredación (Begon *et al.*, 1996; Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 2000).

A su vez, los peces tienen un efecto sobre la dinámica de los estuarios, debido que en las lagunas costeras éstos transforman y transportan energía dentro de ellas y con los ambientes circundantes.

En relación con la comunidad sabemos que su naturaleza es más que la simple suma de especies que la constituyen, ya que, además, hay que considerar las interacciones existentes entre ellas. En este sentido, la comunidad posee un conjunto de atributos que no residen únicamente en las cualidades de cada una de las especies que la componen y que revisten

significado sólo con referencia al nivel de integración comunitario. Ejemplo de propiedades emergentes en el caso de las comunidades ecológicas, lo representan la diversidad de especies, biomasa de la comunidad, interacciones entre especies, productividad y la estructura trófica (Begon *et al.*, 1996).

La estructura biológica de las comunidades comprende la composición y la abundancia de las especies, los cambios espacio-temporales y las relaciones entre las especies de la comunidad. En este sentido las comunidades ecológicas no se crean inmediatamente, sino que se construyen con invasiones repetidas de especies. Este proceso se conoce como “ensamble” de especies (Drake, 1991), por lo que con diversos panoramas de “ensamble” de especies en la comunidad, la estructura que resulta puede ser diferente incluso bajo sistemas similares de condiciones ambientales.

La riqueza de especies y la heterogeneidad son conceptos relacionados con la diversidad de especies, donde el primero es el número de especies de la comunidad, mientras que el segundo es una combinación de dos criterios, la riqueza de especies y equidad con la que la abundancia total de individuos de la comunidad se reparte en cada una de las especies (Krebs, 1994; 1999). La heterogeneidad es posible medirla por medio de expresiones matemáticas conocidas como índices de diversidad, de las cuales existen alrededor de 18 medidas (Washington, 1984), pero las más comúnmente utilizadas son las de Shannon-Wiener y Simpson. El índice de Shannon-Wiener presenta susceptibilidad a las especies poco abundantes y es derivado de la teoría de la información. Este índice mide el grado de incertidumbre en un acontecimiento del muestreo, combinando dos componentes de la diversidad, el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies. Así, un mayor número de especies hace que aumente la diversidad, e

incluso con una distribución uniforme o equitativa entre ellas, también aumentará la diversidad de especies. Por otro lado el índice de Simpson es más susceptible a las especies dominantes y establece que para una población infinita, la diversidad está inversamente relacionada a la probabilidad que dos individuos capturados azarosamente pertenezcan a la misma especie (Krebs, 1999; Castillo-Rivera *et al.*, 2003).

Así, durante mucho tiempo los estudios sobre comunidades de peces en ambientes fríos y templados, han empleado índices de diversidad como descriptores de la comunidad. Particularmente en la parte norte del Golfo de México, los índices de diversidad se han empleado intensamente en estudios de comunidades de peces durante los últimos 60 años. Sin embargo, a pesar de la importancia que representa el estudio de las comunidades de peces en estuarios tropicales, sólo existen pocos estudios de este tipo para la parte sur, mientras que para la parte occidental, especialmente en los estuarios de México, prácticamente no existe información al respecto, limitándose la mayoría de trabajos a incluir sólo listados de especies de peces con alguna información zoogeográfica (Darnell, 1962; Reséndez-Medina, 1979; 1983; Salvadores-Baledón y Reséndez-Medina, 1990, Castillo-Rivera *et al.*, 2003).

A pesar de que los índices de diversidad contribuyen de manera importante en la descripción de la comunidad, podrían resultar insuficientes para evaluar ciertos cambios en la composición de especies. En este sentido, recientemente se han utilizado técnicas multivariadas como los análisis de Componentes Principales, Correspondencia y Discriminantes, para describir patrones de variación estacional y espacial de comunidades, reconociendo que los índices de diversidad son expresiones univariadas de la estructura de la comunidad, y que el análisis de la comunidad en sí mismo es un problema multivariado ( $S$  especies en  $n$  muestras) (Castillo-

Rivera *et al.*, 2002). Por lo anterior, en el presente estudio se combinan los análisis de índices de diversidad tradicionales, con las técnicas multivariadas.

En relación con la actividad de los organismos a lo largo de ciclos de 24 horas, la simple periodicidad diaria de salida y puesta del sol, afecta la conducta y actividad de los peces (Helfman, 1993). Así, se pueden reconocer patrones nictémeros relacionados con actividades fundamentales en los lapsos en los que los peces se alimentan, reproducen, agregan o descansan, o también en la transición entre actividades y en la forma en que los peces evitan ser depredados. De hecho, la mayoría de las especies de peces presentan ciertas preferencias en cuanto al horario en el que se alimentan, es decir algunas especies se alimentan principalmente durante el día o la noche, mientras que otras son principalmente activas durante la penumbra (Helfman, 1993). Esta actividad nictémera ha sido observada en diferentes tipos de ambientes, tales como los arrecifes coralinos, lagos y zona costera.

A pesar del hecho de que la simple presencia de una especie en un sistema en particular puede estar principalmente determinada por un patrón de actividad diurno o nocturno, los estudios de las comunidades de peces considerando ciclos de 24 horas, son extremadamente escasos. La mayoría de la información en este sentido, se encuentra orientada a ecosistemas fríos y templados, y relacionada con la actividad trófica de las especies. De hecho, de las 30 familias de peces que han sido registradas a la fecha en la laguna de Pueblo Viejo (Castillo-Rivera y Zárate, 2001), se ha estudiado la actividad nictémera sólo de algunas especies de 13 de estas familias (Hobson, 1965; Helfman, 1978; Lowe-McConnell, 1987; Potts, 1990; Helfman, 1993).

Particularmente para ecosistemas tropicales, se tiene poca información en este sentido (Helfman, 1993), y es aún más escasa la que analiza el comportamiento de la estructura de las

comunidades de peces. En México, de los pocos estudios en este sentido, destacan los realizados en la laguna costera de Términos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982).

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer y analizar el comportamiento nictémero y estacional de la composición de especies de peces y la influencia que ejercen sobre ésta las condiciones ambientales en un ecosistema estuarino sin vegetación sumergida de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Contribuir a determinar el elenco sistemático de la comunidad de peces en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.
2. Conocer y analizar el comportamiento nictémero y estacional de la abundancia total de peces y de los parámetros de la comunidad (diversidad y riqueza de especies, equidad y dominancia), y la influencia que ejercen sobre éstos las condiciones ambientales.
3. Conocer y analizar el comportamiento nictémero y estacional de los cambios multivariados en la composición de especies de la comunidad íctica y la influencia que ejercen sobre éstos las condiciones ambientales.

### **HIPÓTESIS**

Regularmente, la hipótesis de trabajo en la investigación ecológica, es la de “no efecto”, la cual implica que los fenómenos ecológicos observados se dan por contingencia, azar o casualidad y no por efecto de las fuerzas de la naturaleza. Esta hipótesis de no efecto es llamada hipótesis nula (Connor y Simberloff, 1979; Stiling, 1996). Aunque muy general, la

hipótesis nula es regularmente el punto de partida más lógico para empezar (Simberloff, 1983). Considerando lo anterior y que el presente estudio es de una naturaleza prioritariamente descriptiva, para un menor grado de generalización se consideró el planteamiento de hipótesis auxiliares, de acuerdo con Hempel (1991), las cuales se pueden sintetizar en tres grandes hipótesis:

1. La abundancia o captura de cada una de las especies de peces en la laguna de Pueblo Viejo, no presenta patrón nictémero alguno, debiéndose sus fluctuaciones al azar, por lo que tampoco existirá un patrón ecológico nictémero definido en los cambios cualitativos de la composición de especies y en el comportamiento de los parámetros de la comunidad. Como una alternativa a esta hipótesis está el hecho que la habilidad de los peces para detectar presas, evadir depredadores, agregarse o reproducirse, tiende a variar en el ciclo diario de luz-oscuridad, existiendo, por lo menos en arrecifes coralinos, especies típicamente diurnas, nocturnas y crepusculares (Wootton, 1990; Helfman, 1993, Moyle y Cech, 2000). Estos cambios no aleatorios en la actividad nictémera de los peces, pueden reflejar cambios en sus patrones de abundancia o captura.

2. Similarmente, pero con relación a la variabilidad estacional, se esperaría que al variar en forma aleatoria la abundancia o captura de las especies, tampoco existirían cambios cualitativos estacionales en la composición de especies, ni en el comportamiento de los parámetros de la comunidad. Alternativa a esta hipótesis se ubicaría el planteamiento que en sistemas tropicales, donde no existe una fuerte estacionalidad en la temperatura, el régimen de precipitación puede influir en los movimientos de los peces (Stoner, 1986, Lowe-McConnell, 1987; Wootton, 1990; Moyle y Cech, 2000) y en consecuencia afectar sus patrones estacionales de abundancia o captura.

3. Los dos sistemas de hipótesis anteriores, implican un tercero, relacionado con el “no efecto” de las variables físico-ambientales, sobre el comportamiento de la estructura de la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo. En este sentido, la falta de correlación entre la abundancia de peces con las variables abióticas, ha llevado a algunos autores a plantear que son los factores bióticos, como la competencia, depredación y respuestas tróficas, los que principalmente determinan la estructura de las comunidades de peces (Felley, 1989; Castillo-Rivera *et al.*, 1994; Castillo-Rivera y Zárate, 2001).

### ANTECEDENTES

La República Mexicana cuenta con 11,592.77 km de litoral, con 1,567,300 ha de superficie cubiertas por estuarios, de las cuales el Pacífico posee 892,800 ha y el Golfo de México 674,500 (Contreras, 1993). Lankford (1977) reporta 23 lagunas costeras dentro de la región comprendida desde la frontera con Estados Unidos hasta la plataforma continental de Yucatán, mientras que para esta misma región Contreras (1993) reporta un total de 31 lagunas costeras. De todos estos sistemas, se conoce la composición de especies de peces de las lagunas más importantes. Así, se han estudiado los elencos ictiofaunísticos de Laguna Madre (Hildebrand, 1958; 1969), Laguna de Tamiahua (Reséndez-Medina, 1970), Laguna de Tampamachoco (Kobelkowsky, 1985; Castro Aguirre *et al.*, 1986), Lagunas del Carmen-Machona-Redonda (Reséndez-Medina, 1981a; Salvadores-Baledón y Reséndez-Medina, 1990), Laguna de Términos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980; Reséndez-Medina, 1981b; 1981c). La mayoría de estas lagunas se caracterizan por ser mayores a 100 Km<sup>2</sup>.

Lamentablemente estos estudios sólo consideran aspectos taxonómicos, zoogeográficos y listados ictiofaunísticos, y sólo en la laguna de Términos se han hecho análisis al nivel del



comportamiento de la comunidad de peces, incluyendo la utilización de índices de diversidad (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a; 1985b; 1988).

Con respecto al análisis del comportamiento de la actividad de peces en ciclos de 24 horas, aunque se tiene información acerca de muchas especies (Hobson, 1965; Helfman, 1978; Lowe-McConnell, 1987; Potts, 1990; Helfman, 1993), poco se ha realizado al nivel del comportamiento de las comunidades de peces. Particularmente para el Golfo de México, se ha estudiado las variaciones nictémeras (incluidas también variaciones estacionales) en la laguna de Términos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982). Aunque en este estudio se consideraron muestreos nictémeros regulares (cada dos horas), desafortunadamente los muestreos estacionales fueron poco regulares en cuanto a su periodicidad, considerándose los meses de julio, octubre y diciembre de 1980, y abril, junio y julio de 1981. Otro trabajo que destaca en este sentido es el de Livingston (1976) en Florida, con muestreos nictémeros más o menos regulares (alrededor de cada cuatro horas), pero con una periodicidad estacional totalmente irregular, ya que sólo se muestreó durante diciembre de 1972, junio de 1973 y enero de 1974. Ross *et al.* (1987) en zonas costeras del Golfo de México, realizaron colectas nictémeras regulares (cada cuatro horas), pero con una estacionalidad poco regular, durante julio, julio, octubre de 1978 y abril, mayo, junio de 1979. Stoner (1991) en Puerto Rico, realizó muestreos nictémeros colectando peces en ocho períodos (una hora antes, durante y una hora después del amanecer y anochecer, y a medio día y a media noche), pero sólo en dos meses, febrero y julio de 1987.

Para el caso particular de la laguna de Pueblo Viejo, se tienen los antecedentes del comportamiento espacio-estacional de la comunidad de peces (Castillo-Rivera, 1995; Castillo-Rivera *et al.*, 2002; 2003), pero en éstos no se incluye el análisis nictémero. También Castillo-

Rivera *et al.* (1997), reportan el elenco sistemático para un ambiente con vegetación sumergida de la laguna, donde se incluyen especies capturadas en colectas de ciclos de 24 horas, pero sin un análisis al nivel de la comunidad.

Otros trabajos que se han realizado al nivel de poblaciones de peces en este sistema y que pueden contribuir a una mejor comprensión del comportamiento de la comunidad de peces, son los estudios sobre *Anchoa mitchilli* (Castillo-Rivera *et al.*, 1994), las lachas *Brevoortia gunteri* y *B. patronus* (Castillo-Rivera y Zamayoa, 1994; Castillo-Rivera *et al.*, 1996, Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 2000), el sistema digestivo y alimentación de los bagres-Ariidae (Kobelkowsky y Castillo-Rivera, 1995) y el comportamiento de los patrones espacio-temporales de la abundancia total de peces (Castillo-Rivera y Zárate, 2001). Por último, Castillo-Rivera (2001) reporta la actividad trófica en ciclos nictémeros de cinco especies en este sistema.

## JUSTIFICACIÓN

La característica de alta diversidad de los sistemas lagunar-estuarinos, es actualmente objeto de investigación sistemática, debido a la utilización de este tipo de hábitat a lo largo del año, por parte de una extensa comunidad biótica, de la cual destacan los peces por su diversidad, abundancia y por el incalculable valor comercial y ecológico.

En México a pesar de que se cuenta con información sobre comunidades de peces en estos ecosistemas, principalmente sobre listados de especies, hay muchos aspectos ecológicos que no han sido estudiados ampliamente.

No obstante que existe una extensa bibliografía sobre el análisis de peces a nivel de comunidad en estuarios templados, este tipo de estudios son lamentablemente escasos en

ambientes tropicales. Aunque, se tiene información sobre comunidades de peces en estuarios tropicales de África y Australia, el comportamiento de estas comunidades difiere en varios aspectos, de aquellas de la Región Tropical del Atlántico Occidental (Moyle y Cech, 2000). En este sentido, la información publicada sobre el comportamiento de la estructura de las comunidades de peces, incluida la determinación de los parámetros de la comunidad, es bastante limitada. De hecho, para todo el Golfo de México, como se ha señalado previamente, se dispone sólo de pocos estudios, los cuales carecen de regularidad nictémera y/o estacional. Aún más escasos son los estudios sobre los patrones nictémeros (ciclos de 24 horas) de variabilidad en la composición de especies en ecosistemas tropicales (Helfman, 1993), a pesar del hecho de que la simple presencia de una especie en un sistema en particular, puede estar principalmente determinada por un patrón de actividad diurno o nocturno.

Por último, es importante señalar que la posición geográfica de la laguna de Pueblo Viejo, presenta una gran importancia por ubicarse entre dos grandes regiones zoogeográficas (Moyle y Cech, 2000), la Región Templado Cálido (Provincia Carolina) y la Región Tropical (provincia Caribeña) del Atlántico Occidental, lo que la define como un área importante en términos de variabilidad biogeográfica regional y diversidad de especies (Castillo Rivera *et al.*, 2003).

Así, el presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, además de contribuir al avance científico en la comprensión de las comunidades de peces tropicales.

## ÁREA DE ESTUDIO

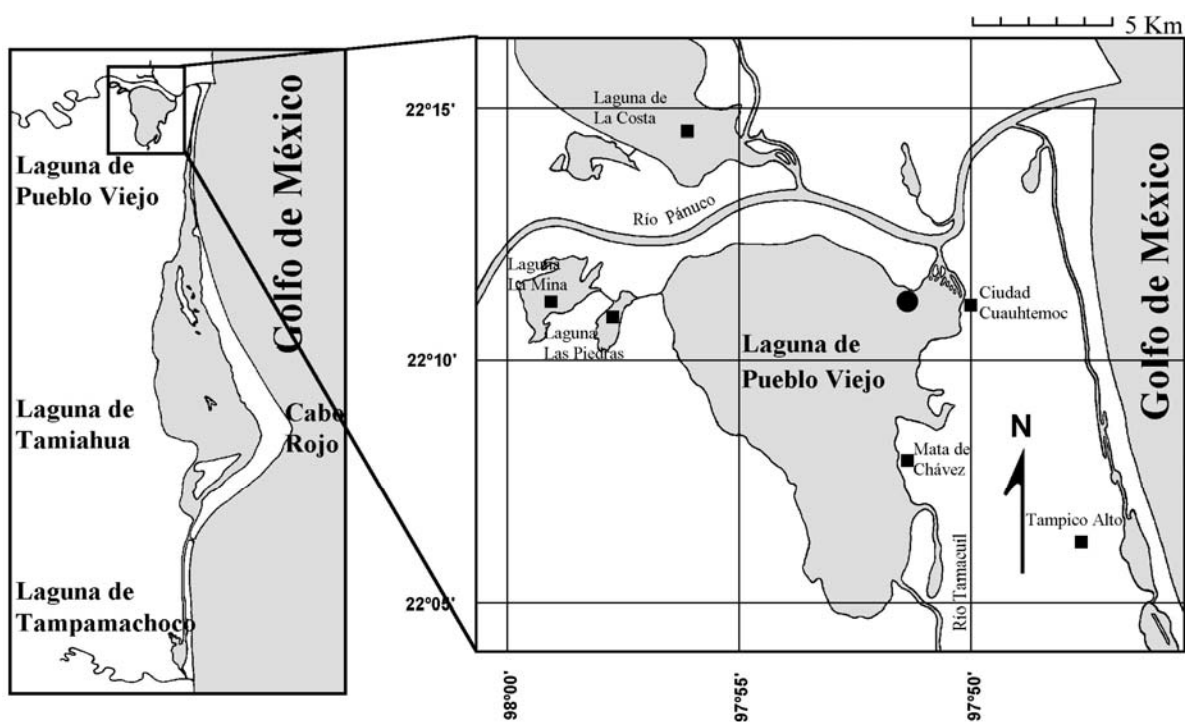
La laguna de Pueblo Viejo se encuentra en la parte norte de la cuenca Tampico-Misantla, la cual está drenada por los ríos Tamesí y Pánuco (López, 1979). Se ubica en el municipio de Villa Cuauhtémoc, al norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 22°05' y 22°13' latitud norte, y los meridianos 97°50' y 97°57' de longitud oeste. Limita al este con Ciudad Cuauhtémoc, Tampico Alto y Mata de Chávez; por el norte con el río Pánuco; por el noroeste se comunica con las lagunetas de Las Piedras y de La Mina; en el este con los poblados Pedernales y Mata Pedernales; y por la parte sudeste recibe al río Tamacuil (Castillo-Rivera, 1995; Figura 1).

La laguna presenta en su porción nordeste, un canal que la comunica con el río Pánuco, aproximadamente a 10 km de su desembocadura en el Golfo de México, por lo que se le podría considerar como una laguna de comunicación restringida. La laguna es relativamente pequeña con una superficie aproximada de 88.7 Km<sup>2</sup>, con una longitud máxima en sentido norte-sur de 13.5 km y una anchura mayor en sentido este-oeste de 11 km (Castillo-Rivera, 1995). En conjunto, las lagunas de Pueblo viejo y del Chairel, y los ríos Tamesí y Pánuco, forman un sistema estuarino-lagunar, cuyo origen es debido a una sedimentación terrígena diferencial (Lankford, 1977) y cuya costa es clasificada por Carranza-Edwards *et al.* (1975) en la Unidad I, tectónicamente considerada como propia de costas de mares marginales.

El área donde se encuentra la laguna de Pueblo Viejo, de acuerdo con la modificación climática de Köppen efectuada por García (1988), presenta un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano, las cuales presentan dos máximos separados por dos estaciones secas, siendo una larga en la mitad fría del año y una corta en la mitad de la temporada lluviosa [Aw<sub>o</sub>(i')w''].]

En esta laguna, se presentan las cuatro especies características que constituyen los manglares de México que en orden de abundancia son mangle negro (*Avicennia germinans* (L.) L.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn), mangle rojo (*Rizophora mangle* L.) y botoncillo (*Conocarpus erectus* L). Los manglares representan una enorme importancia porque aportan niveles significativos de materia orgánica alóctona, fortaleciendo la ruta trófica detritívora de los estuarios (Castillo-Rivera, 1995).

La flora bentónica de la laguna esta dominada por la angiosperma *Ruppia maritima* L, la cual aunque no es considerada como pasto marino, es una especie eurihalina, común en ambientes con una fuerte oscilación en la salinidad (Castillo-Rivera, 1995).



**Figura 1.** Ubicación geográfica, toponimia de área de estudio y sitio de muestreo (↓).

## METODOLOGÍA

El material biológico analizado en el presente estudio, forma parte de la Colección del Laboratorio de Peces del Departamento de Biología (DCBS) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Dicho material comprendió muestras biológicas tomadas en ciclos nictémeros bimestrales. Así, se consideraron seis series de muestreos bimensuales durante un año, de noviembre de 1989 a septiembre 1990, y en cada uno se colectaron peces cada dos horas en ciclos completos de 24, en la localidad de Punta de Malagana de la laguna de Pueblo Viejo, sitio sin vegetación sumergida y de substrato blando. Se utilizó para el efecto, un chinchorro playero de 30 m de longitud por un metro de profundidad, con una luz de malla de 1 cm. Inmediatamente después de capturar los organismos estos fueron fijados en formaldehído al 10% y en el laboratorio fueron lavados con agua y conservados con alcohol etílico al 70%.

Adicionalmente, para cada colecta se dispuso de la información de temperatura y salinidad, y de los datos de fase lunar y del nivel del agua -efecto de la marea- (Calendarios de Mareas, Instituto de Geografía, 1989-1990), considerándose también los promedios mensuales de precipitación de acuerdo con García (1988).

Para la elaboración del elenco sistemático, se utilizaron en la determinación taxonómica de las especies de peces las claves de carácter general de Hoese y Moore (1977) y Fischer (1978).

Considerando que existen especies que necesitan de criterios especiales para su identificación, se utilizaron claves para taxa específicos como Teague (1951) para *Prionotus*, Carter (1968) para *Batrachoididae*, Dawson (1969) para *Gobiidae*, Topp y Hoff (1972) para *Pleuronectiformes*, Chao (1978) para *Sciaenidae*, Whitehead (1985) para *Engraulidae*, Rivas

(1986) para *Centropomus*, Deckert y Greenfield (1987) para Gerreidae y Whitehead *et al.* (1988) para Clupeidae.

El arreglo de las familias se llevó a cabo de acuerdo a los criterios de Nelson (1994) y los nombres de los autores con sus respectivos años, se asignaron de acuerdo a Fischer (1978) y Robins *et al.* (1991), además de la bibliografía antes citada, específica para cada grupo taxonómico. A cada especie, se le determinó su abundancia en número y con el auxilio de una balanza OHAUS, con 0.001 g de precisión, también se le determinó la abundancia en peso.

Para el análisis cuantitativo de la información, se construyeron bases de datos (matriz de recursos) que contienen en las columnas la información de las variables ambientales y de la abundancia de las especies (en número y peso), y en las filas las observaciones por hora, día-noche y mes, de acuerdo a los criterios de Colwel y Futuyma (1971) y Krebs (1999).

Para evaluar el comportamiento en conjunto de las variables ambientales, se aplicó una ordenación de datos a través de un análisis de Componentes Principales (centrado y estandarizado).

Asimismo, se realizaron gráficas del número de especies colectadas de forma acumulada con respecto al número de muestreos ordenados cronológicamente (curvas especies-muestras), para determinar si el número de especies colectadas fue representativo para cada ciclo de muestreos (Brower *et al.*, 1990).

Con base en las matrices de datos, se realizaron pruebas de inferencia estadística para comparación de medias, con el fin de analizar los principales patrones de comportamiento de las variables ambientales y de la abundancia, por hora, día-noche y mes. Inicialmente, se aplicó un análisis de varianza de una vía -F- (ANDEVA), si se cumplía con el supuesto de homoscedasticidad (de acuerdo con una prueba de Levene al 95 %), aplicando una

transformación logarítmica ( $\text{Log}_e (x+1)$ ) en los casos necesarios, de acuerdo con los criterios de Sokal y Rohlf (1995). Si aún después de esta transformación de los datos, no se satisfizo este supuesto, se utilizó el equivalente análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis -H- (Siegel y Castellan, 1988; Zar, 1999).

A nivel del análisis de la comunidad, se desarrollaron dos aproximaciones, de acuerdo con los criterios asumidos por Castillo-Rivera *et al.* (1998). La primera consistió en la determinación y análisis de los parámetros de la comunidad, riqueza de especies, diversidad y equidad. La “riqueza de especies” ( $S$ ), se determinó como el número de especies presentes en cada colecta. La diversidad se determinó de acuerdo al índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1975; Magurran, 1988; Krebs, 1999):

$$H' = - \sum_{n=1}^S (P_i * \log_e P_i)$$

donde:

$H'$  = diversidad de especies.

$p_i$  = proporción en número de la  $i$ ésima especie en la muestra.

$S$  = riqueza de especies de la muestra.

La equidad, se determinó de acuerdo al índice  $J$  (Pielou, 1977), el cual varía de 0 a 1:

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

donde:

$J$  = equidad de especies.

$H'$  = diversidad de especies.

$H_{max}$  =  $\text{Log}_e S$  (diversidad máxima).



Una vez determinados los parámetros de la comunidad, también se generó una base de datos, con la información de los parámetros de la comunidad en las columnas y la información de colectas en las filas. A estos datos, también se les aplicaron pruebas de inferencia estadística de comparación de medias entre grupos (día-noche, mes y época), tal como lo señala Magurran (1988), siguiendo los criterios anteriormente establecidos. Asimismo, se aplicaron correlaciones lineales simples, para evaluar el grado de asociación entre la abundancia, los parámetros de la comunidad y las variables ambientales (Zar, 1999).

La segunda aproximación en el análisis de comunidades consistió en la evaluación de la similitud de diferentes ensambles de peces, principalmente a través de la aplicación de técnicas multivariadas de clasificación. Para evaluar la posible formación de grupos inherentes a la estructura de la comunidad de peces con base a sus similitudes, se utilizó un Análisis de Conglomerados, usando distancias euclidianas al cuadrado y el método de agrupamiento jerárquico de varianza mínima de Ward (Hair *et al.*, 1998), aplicado a una base de datos cualitativa, con información de la presencia-ausencia de especies. Para evaluar las diferencias en conjunto en la composición de especies entre ensambles de peces definidos por hora, día-noche y meses, se utilizó la técnica estadística multivariada del Análisis de Discriminantes, empleando como variables discriminatorias a las especies, y como variables dependientes o clasificatorias, la hora, día-hora y el mes. Dentro de este análisis, se utilizó la Lambda de Wilks ( $\lambda$ ), evaluando su significación por medio de la distribución de  $\chi_i^2$ . La lambda de Wilks, tiene la ventaja de una fácil interpretación, variando sus valores de 0 (diferencia máxima de la composición entre grupos) a 1 (similitud máxima de la composición entre grupos), como los de un índice de similitud.

Las ventajas del análisis de discriminantes, en la comparación de lotes multivariados de datos, sobre técnicas univariadas (incluidos los índices de similitud) y otras técnicas multivariadas (como el análisis de componentes principales y análisis de varianza múltiple), han sido discutidas y señaladas por Castillo-Rivera *et al.* (2000).

También dentro de esta aproximación, para comparar y evaluar el grado de similitud de la lista (composición) de especies obtenida en el presente estudio con las obtenidas en otros estudios realizados en la laguna de Pueblo Viejo, se utilizó el índice de Jaccard (Krebs, 1999), el cual varía de 0 (sin especies compartidas) a 1 (composición de especies idéntica):

$$S_{AB} = \frac{a}{a + b + c}$$

donde:

$S_j$  = Nivel de similitud entre las muestras A y B

$a$  = Número de especies comunes en las muestras en A y B.

$b$  = Número de especies en la muestra B pero no en la A.

$c$  = Número de especies en la muestra A pero no en la B.

## RESULTADOS

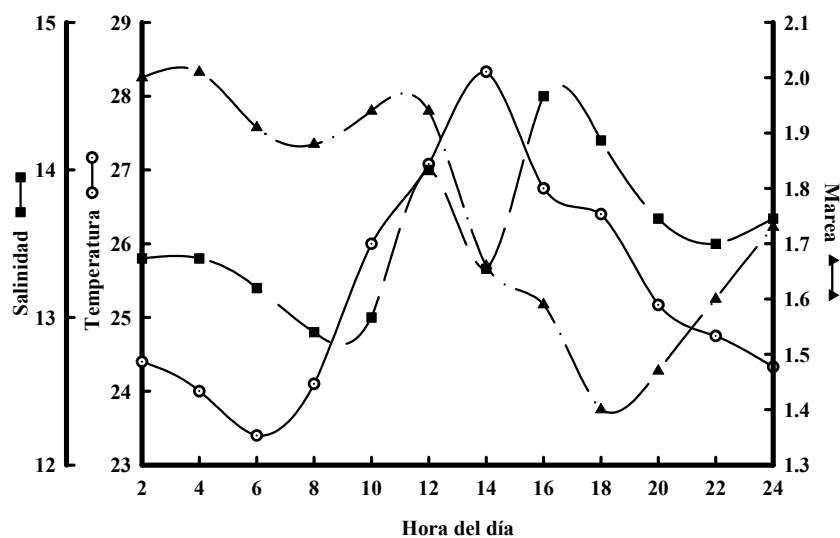
### 1. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

La descripción general del comportamiento de las variables ambientales se sintetiza en la Tabla 1. El comportamiento nictémico de los promedios de las variables ambientales (del ciclo completo de muestreo) se muestra en la Figura 2. En esta Figura se puede observar que tanto la temperatura, como la salinidad presentan pulsos durante el día (14:00, 12:00 y 16:00 h respectivamente), mientras que el nivel del agua presenta dos pulsos (04:00 y 12:00 h). El promedio de la salinidad en el día ( $\bar{x}_d=13.62$ ) fue mayor al obtenido durante la noche

( $\bar{x}_n=13.54$ ). Similarmente, la temperatura y el nivel del agua presentaron promedios mayores durante el día ( $\bar{x}_{di}=26.12$ ,  $\bar{x}_{dm}=1.76$ ), a los observados durante la noche ( $\bar{x}_{ni}=24.55$ ,  $\bar{x}_{nm}=1.74$ ). A pesar de lo anterior, ninguno de los tres factores ambientales (salinidad:  $F=0.002$ , g.l.=1/64,  $P=0.965$ ; temperatura:  $F=1.286$ , g.l.=1/64,  $P=0.261$ ; nivel del agua:  $F=0.008$ , g.l.=1/64,  $P=0.930$ ) presentaron diferencias significativas entre día y noche.

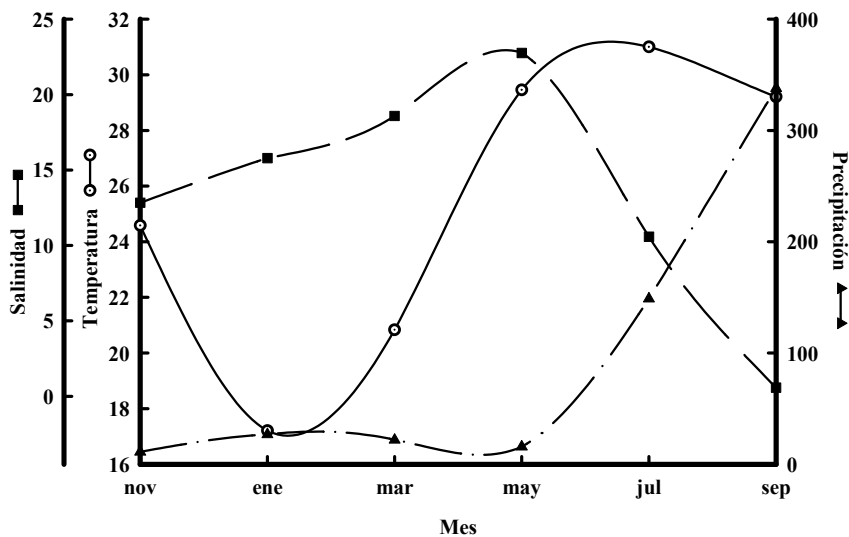
**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las variables ambientales evaluadas. Temperatura en °C y salinidad en ‰. Los datos de precipitación (mm) se basan en promedios mensuales, tomados de García (1988). Los datos de marea (cm) fueron obtenidos de los Calendarios de Mareas (Instituto de Geografía, 1989-1990).

Variables ambientales	Promedio	Desviación patrón	Valor mínimo	Valor máximo
Temperatura	24.45	5.55	15.5	34
Salinidad	13.58	7.45	0.00	24
Precipitación	101.22	159.90	11.20	337.90
Marea	1.75	0.72	0.02	3.22



**Figura 2.** Comportamiento nictémero del ciclo anual completo de la salinidad (‰), temperatura (°C) y el nivel del agua (efecto de la marea, cm).

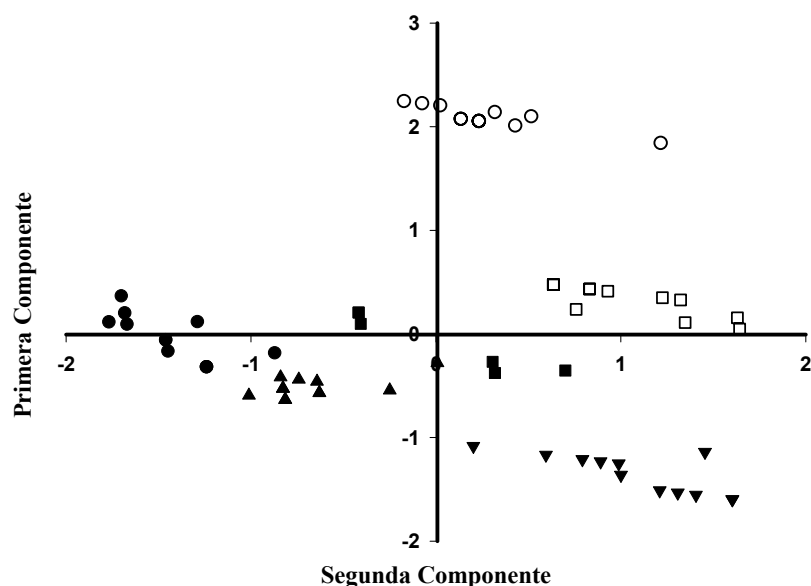
El comportamiento estacional de los promedios mensuales de las variables ambientales, se puede observar en la Figura 3, en la cual se aprecia que la temperatura presenta valores significativamente ( $F=109.776$ ,  $g.l.=5/60$ ,  $P<0.001$ ) más altos de mayo a septiembre, mientras que la salinidad presenta valores significativamente mayores ( $H=61.607$ ,  $g.l.=5$ ,  $P<0.001$ ) durante los meses de marzo y mayo. La precipitación sólo presenta un pulso importante y es en el mes de septiembre.



**Figura 3.** Comportamiento de los promedios mensuales de la temperatura (°C), salinidad (‰) y de la precipitación -de acuerdo con García, 1988- (mm).

En la Figura 4 se puede observar los resultados de la ordenación aplicada a las variables ambientales estudiadas, a través del Análisis de Componentes Principales (ACP), donde la primera componente explicó el 61.65% de la variabilidad y la segunda componente el 35.96%. Las variables que presentaron mayor peso sobre la primera componente fueron la precipitación (0.660) y la salinidad (-0.617), y sobre la segunda componente fue la temperatura (0.885). Un

análisis de Discriminantes mostró diferencias significativas multivariadas entre meses (todas las:  $\lambda < 0.13$ ,  $X_i^2 > 126$ ,  $P < 0.001$ ). Estas diferencias, pueden ser explicadas en parte por la separación entre las observaciones correspondientes a la época de lluvias (julio y septiembre) y secas (noviembre a mayo) (Figura 4). De hecho, también existieron diferencias significativas entre las épocas de lluvias y secas ( $\lambda = 0.1470.13$ ,  $X_i^2 = 119.659$ ,  $P < 0.001$ ). De esta manera, en el comportamiento en conjunto de las variables ambientales se puede observar una separación entre estas dos épocas climáticas.



**Figura 4.** Dispersión de datos entre la primera y segunda componentes principales. Se señalan las observaciones correspondientes a noviembre (■), enero (●), marzo (▲), mayo (▼), julio (□) y septiembre (○).

## 2. ELENCO SISTEMÁTICO Y ASPECTOS ZOOGEOGRÁFICOS

En la Tabla 2 se puede observar la abundancia total en número y peso para cada uno de los ciclos nictémeros, así como para el ciclo anual completo.

**Tabla 2.** Abundancia total en número y peso, para cada mes y para el ciclo anual completo.

Mes	Abundancia total	
	Numero	Peso (g)
Noviembre	1,579	4,506.58
Enero	5,158	8,388.79
Marzo	4,576	8,154.84
Mayo	749	3,624.99
Julio	2,165	10,708.37
Septiembre	3,433	6,615.82
Total	17,660	41,999.38

El total de órdenes, familias, géneros y especies de peces registrados para cada uno de los ciclos nictémeros considerados, así como para el ciclo anual completo, se puede observar en la Tabla 3. En esta misma tabla también se muestran las familias mejor representadas (por número de especies), en cada caso.

**Tabla 3.** Ordenes, familias géneros y especies registrados para cada mes, así como para el ciclo anual completo.

Mes	Orden	Familia	Genero	Especie	Familias mejor representadas
Noviembre	10	14	22	24	Ariidae, Sciaenidae y Gerreidae
Enero	10	17	27	30	Sciaenidae, Gobiidae y Ariidae
Marzo	9	17	24	28	Ariidae, Sciaenidae y Gobiidae.
Mayo	8	15	22	24	Sciaenidae y Engraulidae
Julio	11	19	26	28	Sciaenidae, Engraulidae, Clupeidae y Ariidae
Septiembre	8	15	19	23	Sciaenidae, Ariidae, Engraulidae, Gerreidae, Gobiidae y Clupeidae
Total	14	24	44	54	Sciaenidae, Ariidae, Engraulidae, Gerreidae y Gobiidae

La lista total de las especies (con autor y año) capturadas durante todo el ciclo anual de muestreos, con sus correspondientes órdenes y familias, se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Descripción de orden, familia, género y especie con autor y año, de las especies de peces capturadas en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, durante el período de noviembre de 1989 a septiembre de 1990.

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>AUTOR Y AÑO</b>
<b>RAJIFORMES</b>	Dasyatidae	<i>Dasyatis sabina</i>	(Lesueur, 1824)
<b>ELOPIFORMES</b>	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Linnaeus, 1766
<b>ANGUILIFORMES</b>	Ophichthidae	<i>Myrophis punctatus</i> <i>Ophichthus gomesi</i>	Lütken, 1851 (Castelnau, 1855)
<b>CLUPEIFORMES</b>	Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i> <i>Anchoa mitchilli</i> <i>Cetengraulis edentulus</i>	(Linnaeus, 1758) (Valenciennes, 1848) (Cuvier, 1829)
	Clupeidae	<i>Brevoortia gunteri</i> <i>Brevoortia patronus</i> <i>Dorosoma cepedianum</i> <i>Dorosoma petenense</i>	Hildebrand, 1948 Goode, 1878 (Lesueur, 1818) (Günther, 1867)
<b>SILURIFORMES</b>	Ariidae	<i>Ariopsis felis</i> <i>Bagre marinus</i> <i>Cathorops melanopus</i>	(Linnaeus, 1766) (Mitchill, 1815) (Günther, 1864)
<b>AULOPIFORMES</b>	Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>	(Linnaeus, 1766)
<b>BATRACHOIDIFORMES</b>	Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i> <i>Porichthys porosissimus</i>	(Goode & Bean, 1879) (Valenciennes, 1837)
<b>MUGILIFORMES</b>	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> <i>Mugil curema</i>	Linnaeus, 1758 Valenciennes, 1836
<b>ATHERINIFORMES</b>	Atherinidae	<i>Membras martinica</i> <i>Menidia beryllina</i>	(Valenciennes, 1835) (Cope, 1866)
<b>GASTEROSTEIFORMES</b>	Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i>	(Evermann & Kendall, 1896)
<b>BELONIFORMES</b>	Belonidae	<i>Strongylura marina</i> <i>Strongylura notata</i>	(Walbaum, 1792) (Poey, 1860)
<b>SCORPAENIFORMES</b>	Triglidae	<i>Prionotus tribulus</i>	Cuvier, 1829
<b>PERCIFORMES</b>	Centropomidae	<i>Centropomus mexicanus</i>	(Bocourt, 1868)
	Carangidae	<i>Caranx hippos</i> <i>Selene setapinnis</i>	(Linnaeus, 1766) (Mitchill, 1815)
	Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> <i>Diapterus rhombeus</i> <i>Eucinostomus gula</i> <i>Eucinostomus melanopterus</i>	Ranzani, 1840 (Cuvier, 1829) (Quoy & Gaimard, 1824) (Bleeker, 1863)
	Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> <i>Lagodon rhomboides</i>	(Walbaum, 1792) (Linnaeus, 1766)
	Polynemidae	<i>Polydactylus octonemus</i>	(Girard, 1858)
	Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	
	Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> <i>Bairdiella ronchus</i> <i>Bairdiella sp.</i> <i>Cynoscion arenarius</i> <i>Cynoscion nothus</i> <i>Leiostomus xanthurus</i> <i>Micropogonias undulatus</i> <i>Pogonias cromis</i>	(Lacépède, 1802) (Cuvier, 1830)  Ginsburg, 1929 (Halbrook, 1855) Lacépède, 1802 (Linnaeus, 1766) (Linnaeus, 1766)
	Blenniidae	<i>Chasmodes bosquianus</i> <i>Lupinoblennius nicholsi</i>	(Lacépède, 1800) (Tovalga, 1954)

**Continuación Tabla 4**

<b>PLEURONECTIFORMES</b>	Gobiidae	<i>Evorthodus lyricus</i>	(Girard, 1858)
		<i>Gobionellus boleosoma</i>	(Jordan & Gilbert, 1882)
		<i>Gobionellus oceanicus</i>	(Pallas, 1770)
		<i>Gobiosoma bosci</i>	(Lacepede, 1800)
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Linnaeus, 1758
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Günther, 1862
	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagiusa</i>	(Linnaeus, 1766)
	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	(Linnaeus, 1758)

Del total de especies registradas (Tabla 4), *P. tribulus*, *E. gula*, *C. mexicanus*, *C. nothus* y *L. nicholsi* representan nuevos registros a nivel de especie para la laguna de Pueblo Viejo. En dos casos no fue posible determinar hasta especie, el primero de ellos *Oreochromis* sp. debido a que existe una superposición de caracteres con los de las especies *O. mossambicus* y *O. aureus*. En el caso de *Bairdiella* sp., los caracteres taxonómicos que presenta el único ejemplar capturado, no corresponden con los de las cuatro especies del área para este género.

El número total de individuos capturados con su correspondiente peso, así como la abundancia relativa en número y peso, para cada especie, se muestra en la Tabla 5. En esta tabla se observa que las cuatro especies más abundantes fueron *A. mitchilli*, *C. melanopus*, *M. martinica* y *B. chrysooura*, las cuales representaron el 90.08% en número y el 61.25% en peso, de todas las especies registradas.

**Tabla 5.** Abundancia total y relativa, en número y peso, para todo el ciclo anual de muestreos.

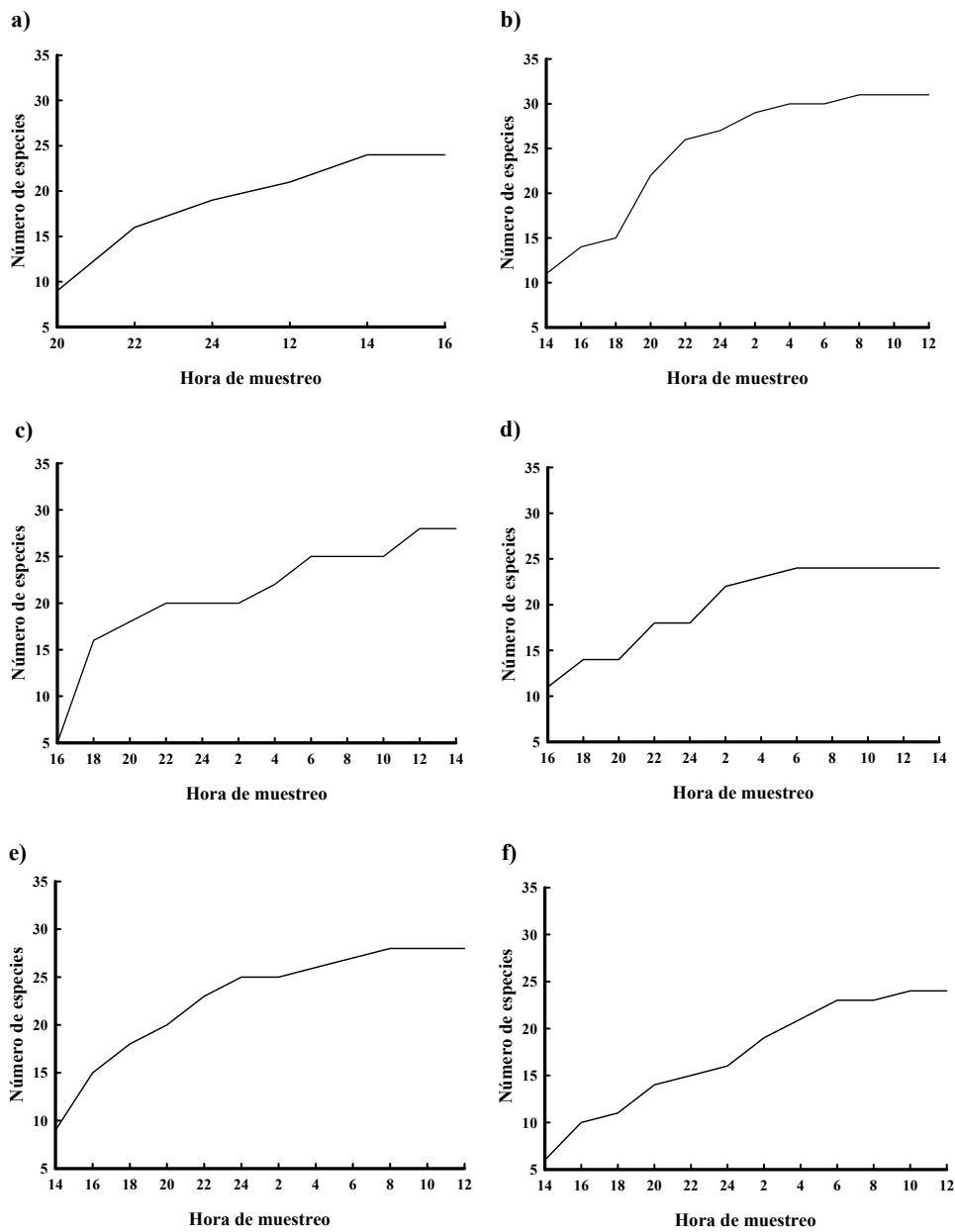
<b>Especie</b>	<b>Número</b>	<b>Relativa (%)</b>	<b>Peso</b>	<b>Relativa (%)</b>
<i>A. mitchilli</i>	13,802	78.15	11,850.81	28.22
<i>C. melanopus</i>	864	4.89	9,054.74	21.56
<i>M. martinica</i>	681	3.86	694.20	1.65
<i>B. chrysooura</i>	561	3.18	4126.21	9.82
<i>A. hepsetus</i>	340	1.92	199.86	0.48
<i>M. curema</i>	161	0.91	1806.11	4.30
<i>L. xanthurus</i>	160	0.91	61.27	0.15



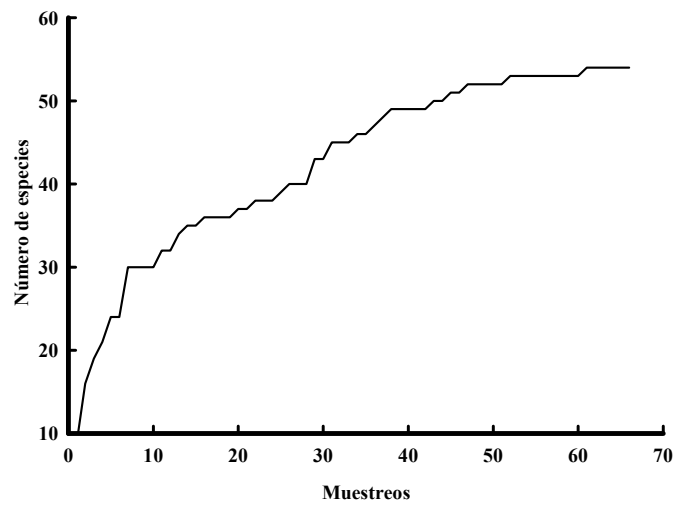
**Continuación Tabla 5**

<i>C. spilopterus</i>	140	0.79	523.64	1.25
<i>C. edentulus</i>	132	0.75	421.74	1.00
<i>B patronus</i>	131	0.74	92.70	0.22
<i>G. boleosoma</i>	90	0.51	26.3	0.06
<i>M. undulatus</i>	82	0.46	1032.76	2.46
<i>B. gunteri</i>	75	0.43	188.13	0.45
<i>S. marina</i>	59	0.33	2597.80	6.19
<i>D. cepedianum</i>	56	0.31	821.91	1.96
<i>D. auratus</i>	50	0.28	126.27	0.30
<i>B marinus</i>	37	0.21	982.99	2.34
<i>D. petenense</i>	19	0.11	127.41	0.30
<i>G. bosci</i>	19	0.11	126.89	0.30
<i>A. felis</i>	18	0.10	1827.10	4.35
<i>E. saurus</i>	18	0.10	796.95	1.90
<i>T. lepturus</i>	18	0.10	520.40	1.24
<i>O. beta</i>	13	0.07	272.05	0.65
<i>C. arenarius</i>	12	0.07	543.0	1.29
<i>M. beryllina</i>	12	0.07	19.75	0.05
<i>A. lineatus</i>	11	0.06	8.60	0.02
<i>E. melanopterus</i>	11	0.06	23.01	0.06
<i>P. porosissimus</i>	11	0.06	289.23	0.69
<i>S. plagiusa</i>	10	0.06	57.36	0.14
<i>E. lyricus</i>	8	0.05	8.54	0.02
<i>B ronchus</i>	7	0.04	50.33	0.12
<i>C. mexicanus</i>	5	0.03	62.63	0.15
<i>G. oceanicus</i>	5	0.03	23.47	0.06
<i>D. rhombeus</i>	4	0.02	13.87	0.03
<i>M. cephalus</i>	4	0.02	579.92	1.38
<i>P. cromis</i>	4	0.02	71.55	0.17
<i>D. sabina</i>	3	0.02	1131.90	2.70
<i>M. punctatus</i>	3	0.02	42.2	0.10
<i>S. notata</i>	3	0.02	82.2	0.20
<i>C. nothus</i>	2	0.01	33.34	0.08
<i>L. rhomboides</i>	2	0.01	16.11	0.04
<i>O. gomesi</i>	2	0.01	107.50	0.26
<i>Oreochromis sp.</i>	2	0.01	424.33	1.01
<i>P. octonemus</i>	2	0.01	23.16	0.06
<i>S. scovelli</i>	2	0.01	0.62	<0.01
<i>A. probatocephalus</i>	1	0.01	68.69	0.16
<i>Bairdiella sp.</i>	1	0.01	2.53	0.01
<i>C. hippos</i>	1	0.01	1.58	<0.01
<i>C. bosquianus</i>	1	0.01	6.62	0.02
<i>E. gula</i>	1	0.01	17.37	0.04
<i>L. nicholsi</i>	1	0.01	0.17	0.00
<i>P. tribulus</i>	1	0.01	3.31	0.01
<i>S. setapinnis</i>	1	0.01	7.76	0.02
<i>S. foetens</i>	1	0.01	0.67	<0.01

El número de especies colectadas de forma acumulada con respecto al número de muestreos ordenados cronológicamente (curvas especies-muestras), para cada uno de los seis meses considerados, se muestra en la Figura 5. La curva especies-muestras para todo el ciclo anual se muestra en la Figura 6.



**Figura 5.** Número acumulado de especies capturadas, de acuerdo al orden cronológico en que se realizaron cada uno de los muestreos nictémeros. a) noviembre, b) enero, c) marzo, d) mayo, e) julio y f) septiembre.

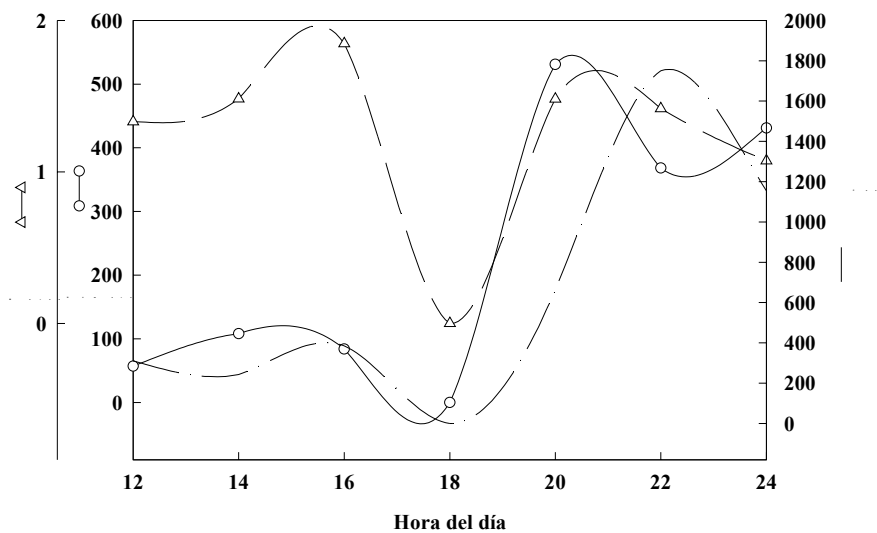


**Figura 6.** Número acumulado de especies capturadas, de acuerdo al orden cronológico en que se realizaron los 66 muestreos durante todo el ciclo anual.

En el Apéndice, se muestran todas las especies de peces registradas para la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, con base en los resultados obtenidos en el presente estudio y con lo reportado en los trabajos realizados por Kobelkowsky (1991), Castillo-Rivera *et al.* (1997) y Castillo-Rivera *et al.* (2002). Considerando los trabajos anteriormente citados, se determinó el grado de similitud en la composición de especies (de acuerdo con el índice de Jaccard), entre el presente estudio y los trabajos de los autores antes mencionados. Así, se observó que la composición de especies determinada en el presente estudio guarda mayor similitud con el estudio realizado por Castillo-Rivera *et al.* (1997), presentando una similitud de 0.62, mientras que el menor grado de similitud se presentó entre la composición de especies reportadas en el presente estudio y la reportada por Castillo-Rivera *et al.* (2002), la cual fue de 0.54.

### 3. ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA

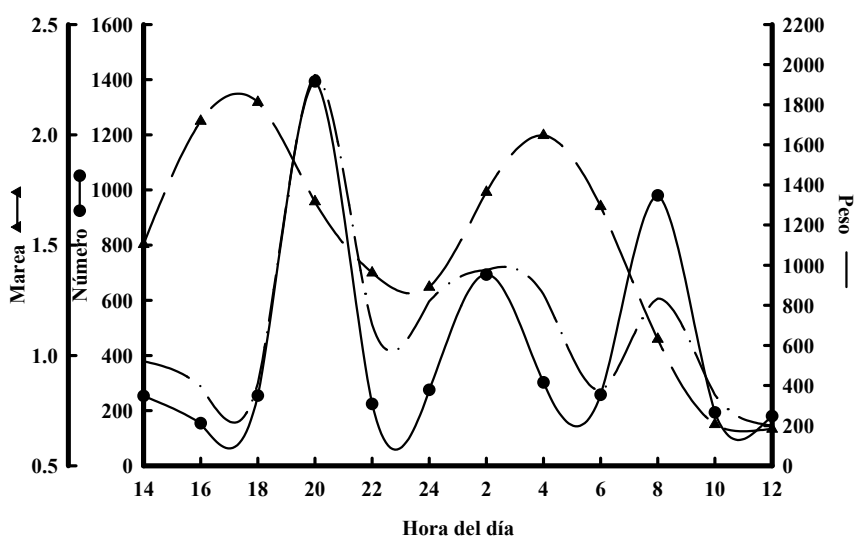
El comportamiento de la abundancia total de peces en número y en peso, a lo largo del ciclo nictémero realizado en noviembre, se muestra en la Figura 7, donde se observa que tanto la abundancia en número como en peso, son altas durante las horas de la noche (20:00 a 24:00 h) y bajas al medio día y durante la tarde (de 12:00 a 16:00 h). Así el promedio de la abundancia total en número durante la noche ( $\bar{x}_n=443.33$ ) representó más de 4 veces el correspondiente promedio durante el día ( $\bar{x}_d=83.00$ ). Similarmente el promedio de la abundancia total en peso durante la noche ( $\bar{x}_n=1,189.46$ ) fue mayor que el promedio de la abundancia en peso durante el día ( $\bar{x}_d=312.74$ ). Tanto la abundancia en número ( $F=52.586$ , g.l.=1/4,  $P=0.002$ ), como en peso ( $F=7.657$ , g.l.=1/4,  $P=0.050$ ), mostraron diferencias significativas entre el día y la noche.



**Figura 7.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero de noviembre.

Durante este mes (Figura 7), el nivel del agua mostró un pulso durante el día (16:00 h) y otro durante la noche (20:00 h). El promedio el día ( $\bar{x}_d=1.55$ ) fue mayor que el promedio obtenido durante la noche ( $\bar{x}_n=1.33$ ), aunque sin existir diferencias significativas ( $F=1.333$ , g.l.=1/4,  $P=0.313$ ).

El comportamiento de la abundancia total de peces en número y en peso, a lo largo del ciclo nictémero realizado en enero, se muestra en la Figura 8, donde los pulsos de abundancia en número y peso, muestran una coincidencia casi total, con dos máximos, uno al amanecer (08:00 h) y otro al anochecer (20:00 h), presentando en general valores altos durante la noche.



**Figura 8.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero de enero.

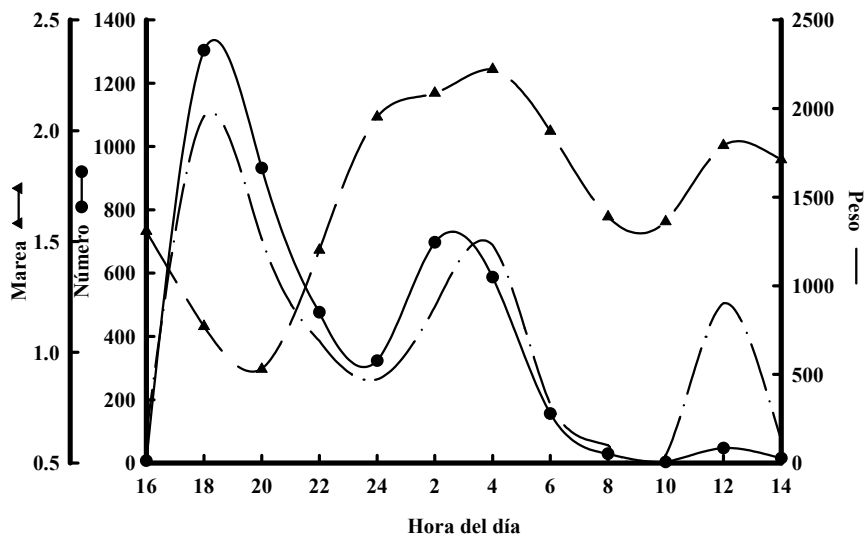
A pesar de que la abundancia total promedio en número ( $\bar{x}_n=577.40$ ) durante la noche (20:00 a 04:00 h), fue mayor al promedio ( $\bar{x}_d=324.43$ ) que se obtuvo durante el día (06:00 a 18:00 h), entre estos no existieron diferencias significativas ( $F=1.259$  g.l.=1/10,  $P=0.288$ ). Con relación

a la abundancia en peso, se observa que el promedio obtenido durante la noche es mucho mayor ( $\bar{x}_n=1,060.28$ ) que el promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=441.05$ ), y a diferencia de la abundancia en número, en este caso sí existieron diferencias significativas ( $F=8.904$  g.l.=1/10,  $P=0.014$ ).

El nivel del agua presentó dos pulsos (Figura 8), uno al anochecer (18:00 h) y otro durante la noche (04:00 h), de hecho el promedio obtenido durante la noche ( $\bar{x}_n=1.62$ ) fue mayor al promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=1.40$ ), aunque no existieron diferencias significativas entre estos promedios ( $F=0.560$ , g.l.=1/10,  $P=0.471$ ).

En la Figura 9 se observa el comportamiento de la abundancia total de peces, en peso y número, a través de las diferentes horas consideradas durante el ciclo nictémero del mes de marzo. En esta figura se observan dos pulsos en número y peso, uno al anochecer (de 18:00 a 20:00 h) y otro durante la noche (de 02:00 a 04:00 h). Así, la abundancia total promedio en número durante la noche ( $\bar{x}_n=603.00$ ) representó más del doble del promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=223.00$ ), y de manera similar la abundancia promedio en peso fue mayor durante la noche ( $\bar{x}_n=907.43$ ) que durante el día ( $\bar{x}_d=516.81$ ). A pesar de lo anterior, los promedios durante el día y la noche, no difirieron significativamente en número ( $F=2.646$ , g.l.=1/10,  $P=0.135$ ), ni en peso ( $F=1.309$ , g.l.=1/10,  $P=0.279$ ).

Con respecto al nivel del agua, también se presentaron dos pulsos (Figura 9), uno durante la noche (04:00 h) y el otro al medio día (12:00 h), y a pesar de que el promedio obtenido durante la noche ( $\bar{x}_n=1.78$ ) fue mayor que el promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=1.67$ ), estos promedios no mostraron diferencias significativas ( $F=0.198$ , g.l.=1/10,  $P=0.666$ ).

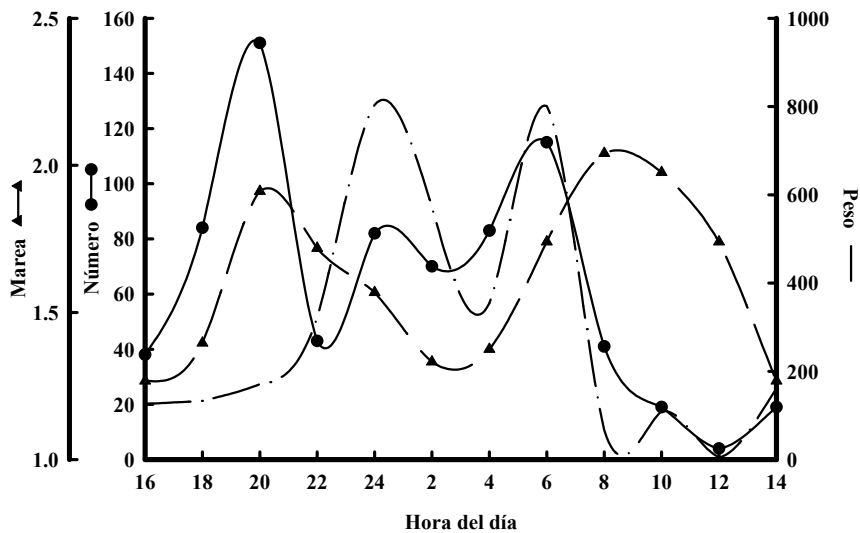


**Figura 9.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémico de marzo.

El comportamiento de la abundancia total de peces en número y en peso, durante el ciclo nictémico del mes de mayo, se muestra en la Figura 10, en la cual se observa un comportamiento similar de la abundancia en número al mostrado en el mes de marzo, ya que también se presentan dos pulsos, uno al anochecer (de 18:00 a 20:00 h) y el otro al amanecer (de 04:00 a 06:00 h), mientras que la abundancia en peso mostró sus valores más altos, durante la noche. La abundancia total promedio en número durante la noche ( $\bar{x}_n=85.80$ ) fue mayor que el promedio ( $\bar{x}_d=45.71$ ) obtenido durante el día, mientras que la abundancia promedio en peso durante la noche ( $\bar{x}_n=444.61$ ) representó más del doble del promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_n=200.28$ ). A pesar de lo anterior no existieron diferencias significativas en número ( $F=2.953$ , g.l.=1/10,  $P=0.116$ ), ni en peso ( $F=2.561$ , g.l.=1/10,  $P=0.141$ ).

El nivel del agua presentó dos pulsos (Figura 10), el mayor durante el día (08:00 h) y el menor durante la noche (20:00 h). El promedio durante el día ( $\bar{x}_d=1.63$ ) fue mayor que el promedio

de la noche ( $\bar{x}_n=1.58$ ), aunque estas diferencias no fueron significativas ( $F=0.090$ , g.l.=1/10,  $P=0.771$ ).

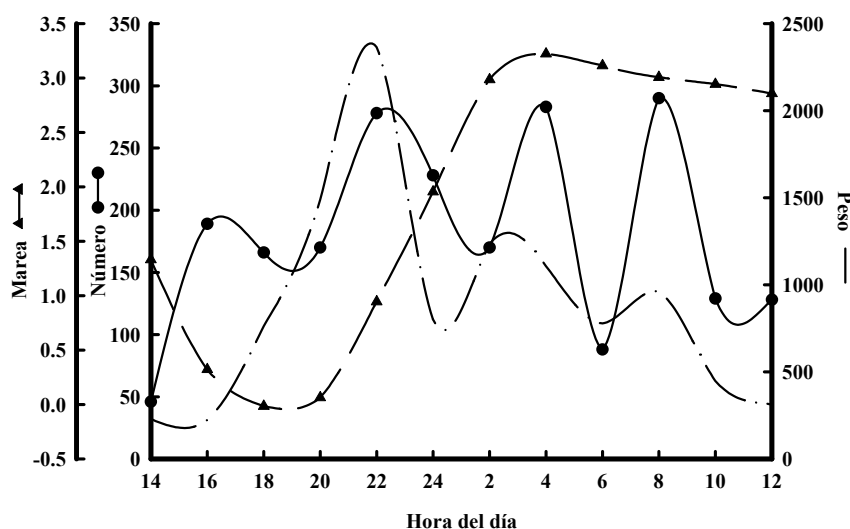


**Figura 10.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémico de mayo.

El comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, durante el ciclo nictémico de julio, se muestra en la Figura 11, donde se observa que el comportamiento para la abundancia tanto en número como en peso es similar, ya que se presentan dos pulsos, uno durante la noche (22:00 y 04:00 h) y otro durante el día (08:00 h). A pesar de que el promedio de la abundancia en número durante la noche ( $\bar{x}_n=225.80$ ), fue mayor al promedio que se obtuvo durante el día ( $\bar{x}_d=148.00$ ), entre estos no existieron diferencias significativas ( $F=3.590$  g.l.=1/10,  $P=0.087$ ). Por el contrario, el promedio de la abundancia total en peso durante la noche ( $\bar{x}_n=1,398.80$ ) fue significativamente mayor ( $F=11.284$  g.l.=1/10,  $P=0.007$ ) al presentado durante el día ( $\bar{x}_d=530.62$ ).



El nivel del agua presentó sus mayores valores de la 02:00 a las 12:00 horas (Figura 11), manteniéndose más o menos constante, y aunque el promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=1.94$ ) fue mayor al de la noche ( $\bar{x}_n=1.83$ ), éstos no mostraron diferencias significativas ( $F=0.017$  g.l.=1/10,  $P=0.889$ ).

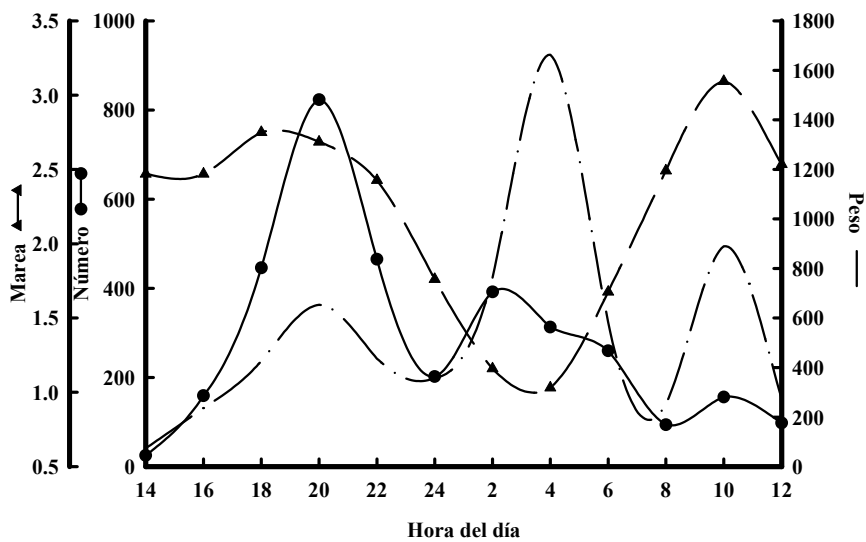


**Figura 11.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero de julio.

En la Figura 12 se observa el comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, a través de las diferentes horas consideradas durante el ciclo nictémero del mes de septiembre. La abundancia en número es mayor durante horas de la noche (18:00 a 22:00 h) y baja durante el día (de 08:00 a 16:00 h), mientras que la abundancia en peso muestra un pulso durante la noche (04:00 h) y otro durante el día (10:00 h). De hecho el promedio de la abundancia total en número, fue significativamente mayor ( $F=5.919$ , g.l.=1/10,  $P=0.035$ ) durante la noche ( $\bar{x}_n=439.00$ ) que durante el día ( $\bar{x}_d=176.86$ ). A pesar de que el promedio de la abundancia total en peso durante la noche ( $\bar{x}_n=774.95$ ) fue mayor que el promedio obtenido

durante el día ( $\bar{x}_d=391.58$ ), no existieron diferencias significativas entre estos ( $F=2.792$ , g.l.=1/10,  $P=0.126$ ).

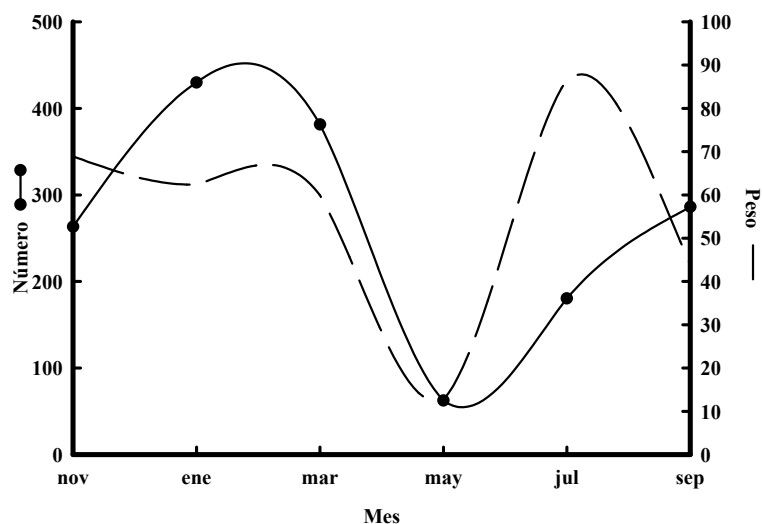
El nivel del agua mostró un pulso durante el día (10:00 h) y otro al anochecer (18:00 h), con valores bajos durante la noche (Figura 12). De hecho el promedio de esta variable obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=2.25$ ) fue significativamente mayor ( $F=0.057$  g.l.=1/10,  $P=0.815$ ) al obtenido durante la noche ( $\bar{x}_n=2.16$ ).



**Figura 12.** Comportamiento de la abundancia total de peces en número y peso, y del nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero de septiembre.

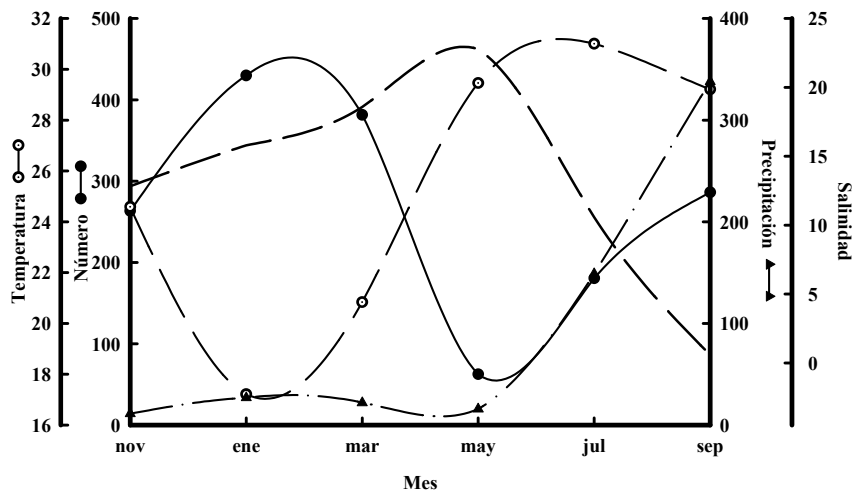
En la Figura 13 se observa el comportamiento de los promedios de la abundancia total de peces en número y peso a través de los diferentes meses considerados. La abundancia en número presenta dos pulsos, uno durante enero-marzo (época seca) y otro en el mes de septiembre (época lluviosa), mientras que la abundancia en peso mostró un pulso en el mes de julio y otro durante enero-marzo, presentándose en ambos casos la menor abundancia durante el mes de mayo. Aunque el número y peso del total de individuos capturados presentan el

mismo el patrón, el comportamiento en conjunto de ambos demuestra que en enero-marzo predominan individuos relativamente pequeños, mientras que en julio-septiembre predominan individuos grandes. A pesar de lo anterior sólo la abundancia en número fue significativamente diferente ( $H=4.589$ ,  $g.l.=5$ ,  $P=0.002$ ) entre los diferentes meses analizados, mientras que la abundancia en peso no presentó diferencias significativas ( $F=1.898$ ,  $g.l.=5/60$ ,  $P=0.108$ ).



**Figura 13.** Comportamiento de los promedios mensuales en número y peso, de la abundancia total de peces en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo anual considerado.

En la Figura 14 se observa que la abundancia en número presenta un patrón similar al de la precipitación, mostrando ambas dos pulsos, uno en enero-marzo y el otro en septiembre. La temperatura presenta un comportamiento inverso al de la abundancia, ya que ésta presenta su mayor pulso en el mes de enero y la temperatura en este mes presenta sus valores más bajos. Similarmente, la salinidad presenta sus mayores valores durante el mes de mayo, mes durante el cual la abundancia presenta los valores más bajos.

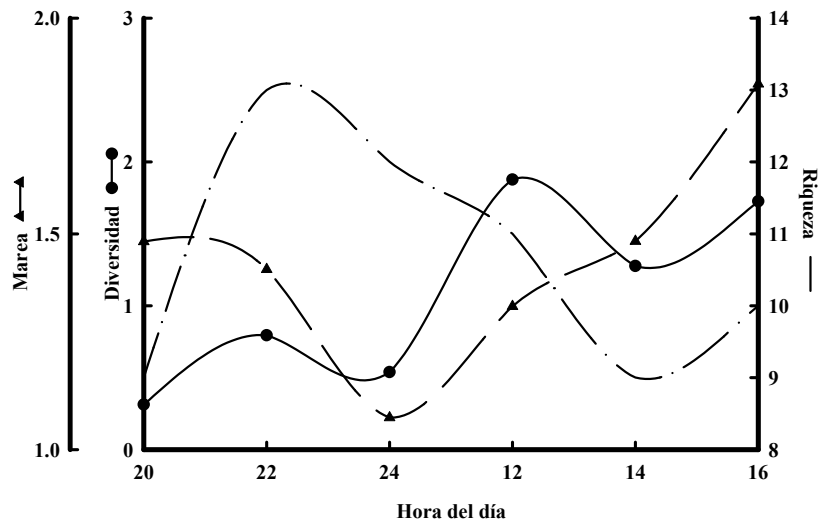


**Figura 14.** Comportamiento estacional de los promedios mensuales de la abundancia total de peces en número y su relación con los promedios mensuales de los factores ambientales registrados durante el ciclo anual analizado, en la laguna de Pueblo Viejo.

La abundancia en número, fue mayor durante la época de secas ( $\bar{x}_s=287.19$ ), y menor durante la época de lluvias ( $\bar{x}_l=233.25$ ), a pesar de lo anterior no existieron diferencias significativas entre épocas ( $H=0.717$ , g.l.=1,  $P=0.397$ ).

#### 4. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA COMUNIDAD

El comportamiento de la diversidad y riqueza de especies correspondientes al ciclo nictérmico del mes de noviembre se muestra en la Figura 15. En esta gráfica se observa que la diversidad presenta un pulso al medio día (12:00 h), descendiendo progresivamente hasta las 20:00 h, manteniéndose en general los valores bajos durante el resto de la noche (22:00 a 24:00 h) y altos durante las horas luz (14:00 a 16:00). De hecho, existieron diferencias significativas en los valores promedio entre día y noche ( $F=22.384$ , g.l.=1/4,  $P=0.009$ ), siendo durante el día el valor promedio de diversidad ( $\bar{x}_d=1.63$ ) mayor al observado durante la noche ( $\bar{x}_n=0.55$ ).



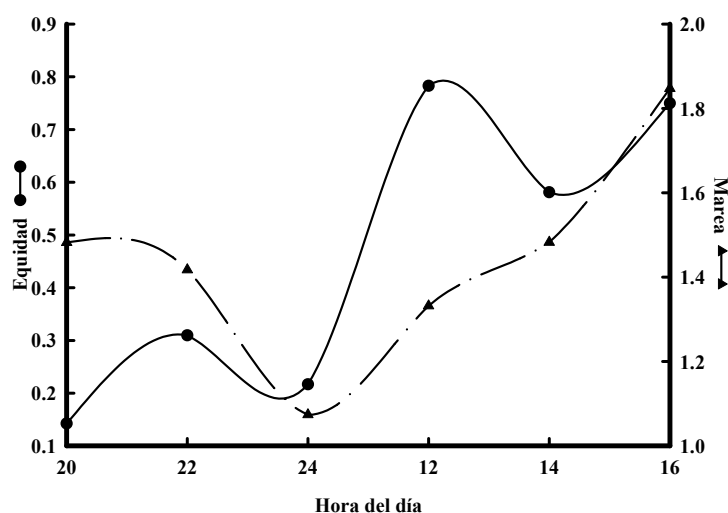
**Figura 15.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nocturno del mes de noviembre.

En esta misma figura podemos observar que, por el contrario, la riqueza de especies presentó sus valores más altos durante las horas nocturnas (20:00 a 24:00 h), siendo mayor el promedio de este parámetro durante la noche ( $\bar{x}_n=11.33$ ), que durante el día ( $\bar{x}_d=10.00$ ), aunque estas diferencias no fueron significativas ( $F=1.000$ , g.l.=1/4,  $P=0.374$ ).

Además, la riqueza tendió a ser alta cuando el nivel del agua es bajo y cuando éste asciende o desciende, mientras que la diversidad tendió a ser alta cuando el nivel del agua se incrementa (Figura 15).

Con respecto al comportamiento de la equidad fue posible observar que éste fue parecido al que muestra la diversidad, ya que presentan un pulso al medio día (12:00 h), descendiendo hasta las 20:00 h (Figura 16), manteniéndose en general los valores bajos durante el resto de la noche (22:00 a 24:00 h) y altos durante las horas de luz. Los valores promedio entre día y

noche, también mostraron diferencias significativas ( $F=37.076$ ,  $g.l.=1/4$ ,  $P=0.004$ ), siendo durante el día el valor promedio ( $\bar{x}_d=0.71$ ) de la equidad mayor que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.22$ ). Similar a la diversidad, la equidad fue máxima cuando el nivel del agua asciende (Figura 16).

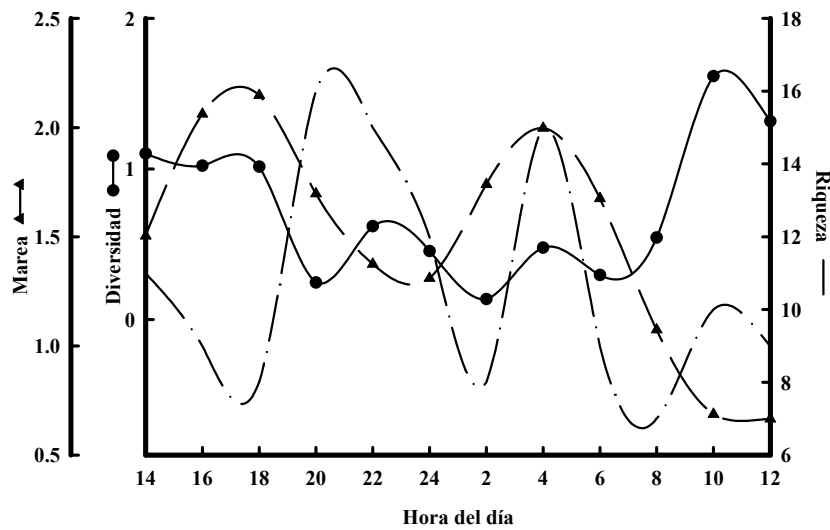


**Figura 16.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de noviembre.

El comportamiento de la diversidad y riqueza de especies correspondientes al ciclo del mes de enero, se muestran en la Figura 17. En ésta se puede observar, que la diversidad presenta valores altos durante las horas de luz (10:00 a 18:00 h), mientras que los valores bajos se obtuvieron durante la noche (20:00 a 04:00 h). Así, la diversidad del ciclo nictémero de este mes fue significativamente ( $F=7.829$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.019$ ) mayor durante el día ( $\bar{x}_d=0.99$ ) que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.39$ ).

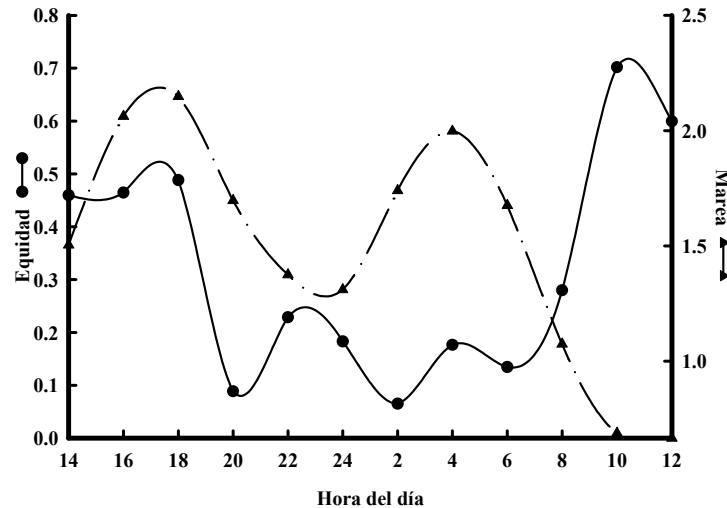
Por el contrario, la riqueza de especies se comportó de manera inversa al comportamiento de la diversidad, ya que los dos pulsos más importantes se observan durante la noche (20:00 y

04:00 h) (Figura 17), siendo el promedio nocturno de este parámetro ( $\bar{x}_n = 13.20$ ), significativamente mayor ( $F=8.456$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.016$ ) al promedio que se obtuvo durante el día ( $\bar{x}_d = 9.00$ ). Durante este ciclo, no se observó patrón consistente alguno entre el nivel del agua y la riqueza y diversidad de especies (Figura 17).



**Figura 17.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de enero.

En la Figura 18 se puede observar, que durante este ciclo la equidad presenta el mismo comportamiento que la diversidad, es decir los valores más altos se observan durante el día (10:00 a 18:00 h), y los más bajos durante la noche (20:00 a 04:00 h). Así, la equidad del ciclo nictémero del mes de enero fue significativamente ( $F=11.056$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.008$ ) mayor durante el día ( $\bar{x}_d=0.45$ ) que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.15$ ). Durante este ciclo, la equidad presentó valores altos con niveles de agua altos y bajos (Figura 18).



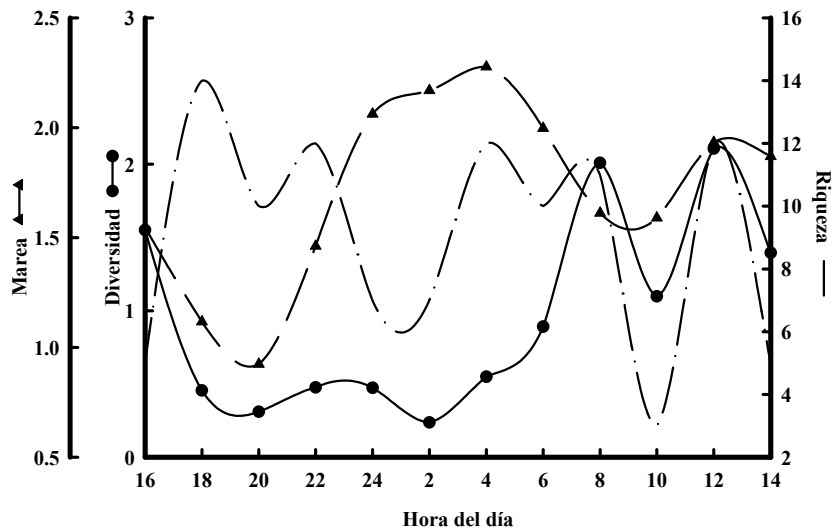
**Figura 18.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de enero.

El comportamiento de la diversidad durante el mes de marzo se muestra en la Figura 19, en la cual se pueden observar dos pulsos, uno al amanecer (08:00 h) y otro al mediodía (12:00 h). También se pudo observar que las diferencias entre día y noche fueron significativas ( $F=11.991$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.006$ ), siendo menor el valor promedio registrado durante la noche ( $\bar{x}_n=0.41$ ), que durante el día ( $\bar{x}_d=1.36$ ).

En cuanto a la riqueza de especies, ésta también mostró pulsos al amanecer (entre 04:00 y 08:00 h), al mediodía (12:00 h) y al anochecer (18:00 h) (Figura 19). En este sentido, el promedio de riqueza de especies durante la noche ( $\bar{x}_n=9.60$ ), fue mayor al del día ( $\bar{x}_d=8.57$ ), aunque sin mostrar diferencias significativas ( $F=0.236$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.638$ ).

En general la diversidad tendió a presentar valores altos cuando se presentaron valores bajos del nivel de agua, mientras que la riqueza no mostró ningún patrón aparente con respecto al comportamiento del nivel del agua (Figura 19).





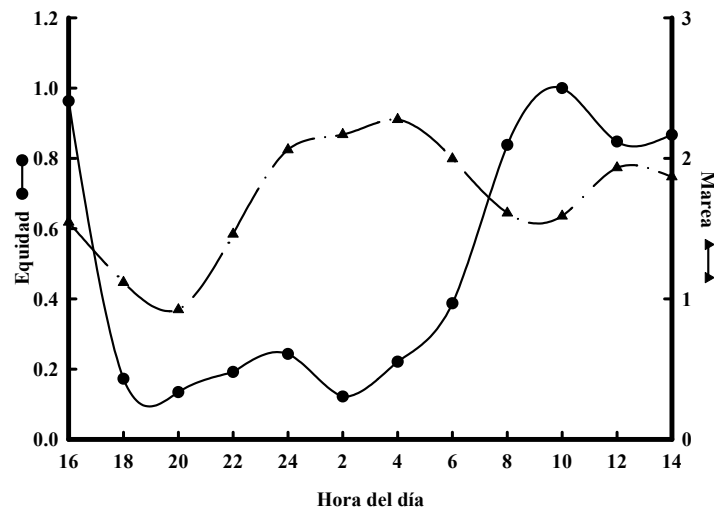
**Figura 19.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de marzo.

Con respecto a la equidad, ésta presenta valores altos durante el día (10:00 y 16:00 h), y los valores bajos durante la noche (20:00 a 04:00 h) (Figura 20). El valor promedio durante el día ( $\bar{x}_d=0.73$ ) fue significativamente mayor ( $F=5.545$ ; g.l.= 1/10;  $P= 0.002$ ) que el mostrado durante la noche ( $\bar{x}_n=0.18$ ). Asimismo, los máximos de la equidad coinciden con descensos en el nivel del agua (Figura 20).

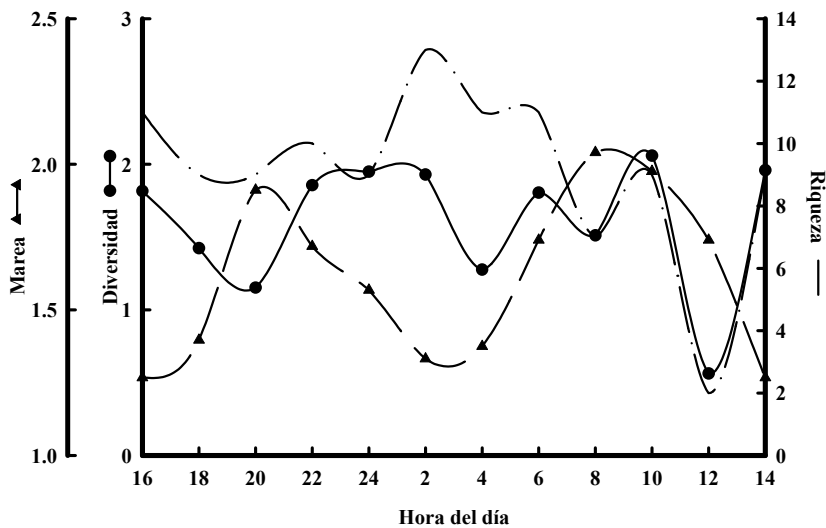
Con respecto a los parámetros de la comunidad, para el mes de mayo la diversidad presenta pulsos (Figura 21), al amanecer (06:00 h), media mañana (10:00 h), alrededor del mediodía (14:00 h) y durante la noche (22:00 a 02:00 h). Así durante la noche, el promedio de diversidad ( $\bar{x}_n=1.63$ ) fue mayor al promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=1.59$ ).

En cuanto a la riqueza de especies, ésta mostró dos pulsos, uno durante la noche (02:00 h) y otro después del mediodía (14:00 a 16:00 h), tendiendo en lo general a presentar valores mayores durante la noche (Figura 21). En este sentido, el promedio de riqueza de especies

durante la noche ( $\bar{x}_n=10.40$ ), fue mayor al del día ( $\bar{x}_d=8.29$ ). La diversidad presentó valores grandes con niveles de agua altos y bajos, mientras que la riqueza presentó los valores más grandes cuando el nivel del agua fue bajo (Figura 21).

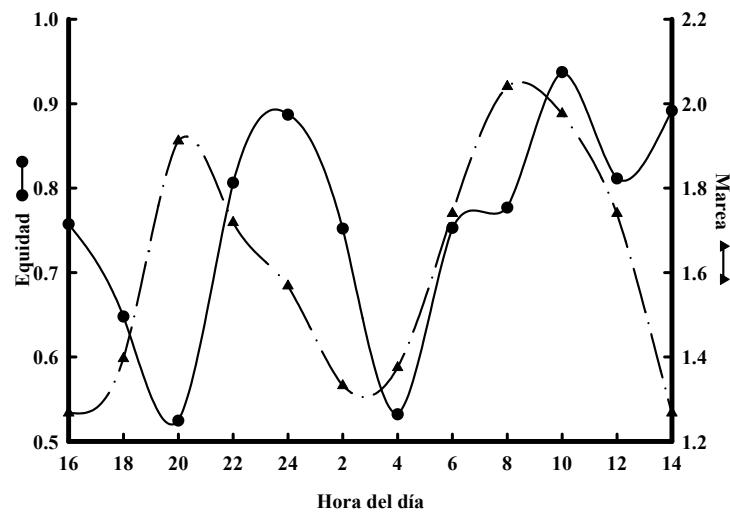


**Figura 20.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de marzo.



**Figura 21.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de mayo.

El comportamiento de la equidad se muestra en la Figura 22, donde se observan dos pulsos, uno durante la noche (22:00 a 02:00 h) y otro alrededor del mediodía (10:00 a 14:00 h), con un valor promedio más alto durante el día ( $\bar{x}_d=0.80$ ) que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.70$ ). La equidad tiende a presentar valores altos cuando existe un descenso en el nivel de agua (Figura 22).



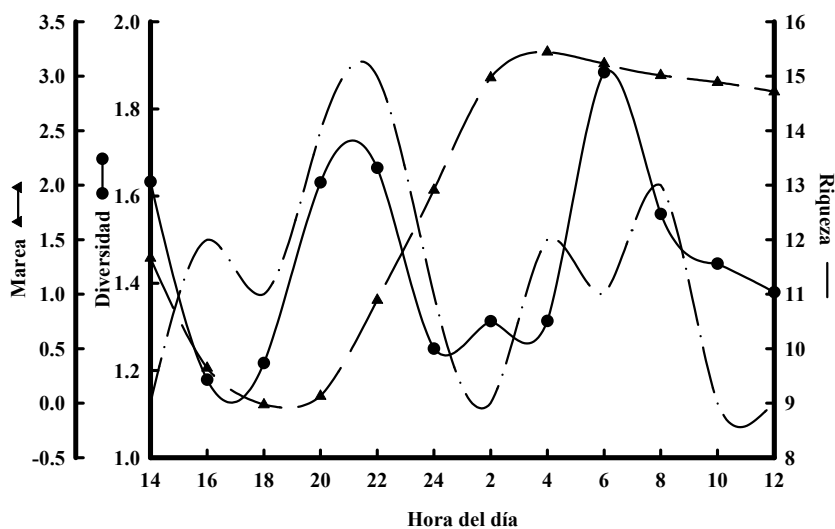
**Figura 22.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de mayo.

A pesar de lo anterior, durante el ciclo nictémero del mes de mayo, ninguno de los tres parámetros de la comunidad, diversidad ( $F=0.023$ ,  $g.l.=1/10$   $P=0.881$ ), riqueza de especies ( $F=1.900$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.198$ ) y equidad ( $F=1.653$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.228$ ), mostraron diferencias significativas entre el día y la noche.

El comportamiento de la diversidad y riqueza correspondientes al mes de julio se muestra en la Figura 23. En ésta se observa que la diversidad presenta pulsos durante el día (06:00 y 14:00 h) y otro durante la noche (20:00 a 22:00 h). A pesar de que la diversidad total promedio

( $\bar{x}_d=1.47$ ) durante el día fue mayor al promedio ( $\bar{x}_n=1.43$ ) que se obtuvo durante la noche, no existieron diferencias significativas ( $F=0.074$ , g.l.=1/10,  $P=0.791$ ) entre estos promedios.

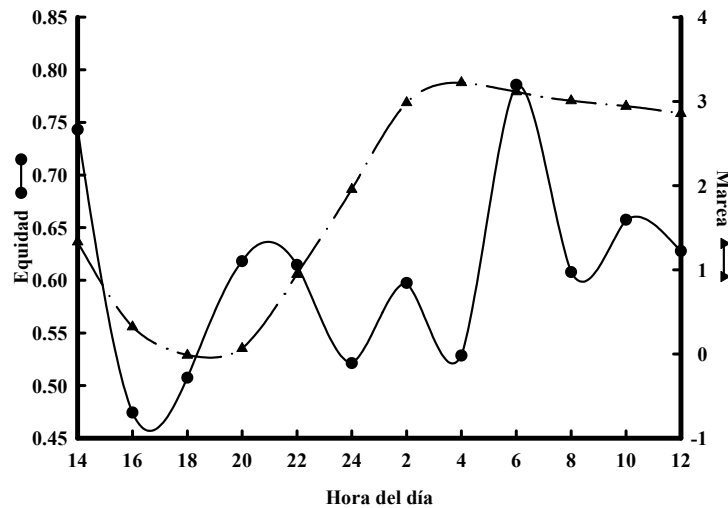
En la Figura 23 también podemos observar que la riqueza de especies presentó sus valores más altos durante las horas nocturnas (20:00 a 22:00 y 04:00 h), siendo mayor el promedio de este parámetro durante la noche ( $\bar{x}_n=12.20$ ), que durante el día ( $\bar{x}_d=10.57$ ), aunque estas diferencias no fueron significativas ( $F=2.009$ , g.l.=1/10,  $P=0.187$ ).



**Figura 23.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de julio.

Con respecto al comportamiento de la equidad, fue posible observar (Figura 24) que ésta presentó un patrón parecido al que muestra la diversidad, ya que se observan tres pulsos durante día (06:00, 10:00 y 14:00 h) y otros menores durante la noche (20:00 a 22:00 y 02:00 h). A pesar de que el valor promedio obtenido durante el día ( $\bar{x}_d=0.63$ ), fue mayor que el obtenido durante la noche ( $\bar{x}_n=0.58$ ), no se observan diferencias significativas entre estos ( $F=0.950$ , g.l.=1/10,  $P=0.353$ ).

Durante el ciclo nictémero del mes de julio, ninguno de los tres parámetros de la comunidad evaluados (diversidad, riqueza y equidad) mostraron algún patrón consistente, que pueda estar relacionado con el comportamiento del nivel del agua (Figuras 23 y 24).



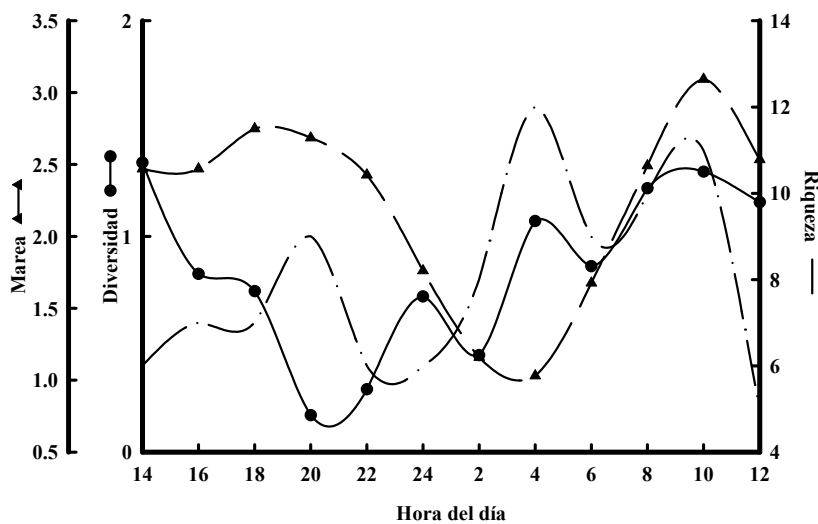
**Figura 24.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de julio.

El comportamiento de la diversidad y riqueza de especies correspondientes al mes de septiembre, se muestra en la Figura 25, en la cual se puede observar, que la diversidad presenta valores altos durante las horas de luz (08:00 a 14:00 h), y valores bajos durante la noche (20:00 a 22:00 h). Así, la diversidad del ciclo nictémero del mes de septiembre fue significativamente ( $F=9.058$ ,  $g.l.=1/10$ ,  $P=0.013$ ) mayor durante el día ( $\bar{x}_d=1.07$ ) que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.54$ ).

Por el contrario, la riqueza de especies se comportó de manera inversa al comportamiento de la diversidad reportada para este mismo mes (Figura 25), ya que los mayores valores se observaron durante la noche (20:00 y 04:00 h), siendo el promedio nocturno de este parámetro

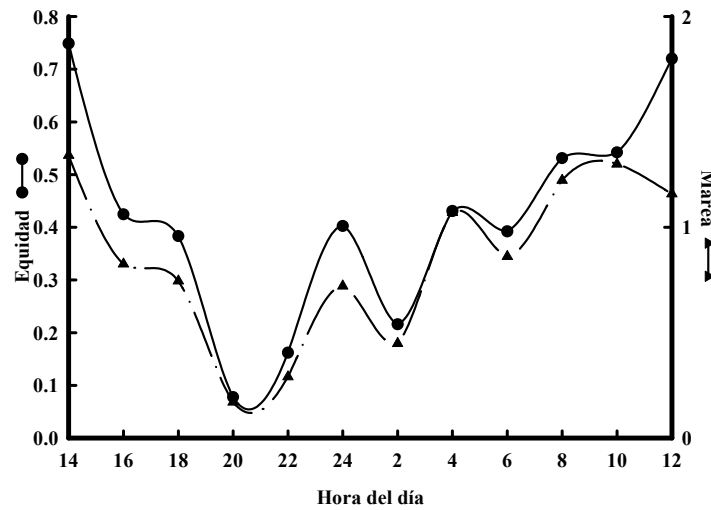
( $\bar{x}_n = 8.20$ ), más grande que el promedio que se obtuvo durante el día ( $\bar{x}_d = 8.00$ ), aunque no existieron diferencias significativas a este nivel ( $F=0.021$ , g.l.=1/10,  $P=0.889$ ).

En este ciclo, durante los niveles altos del agua se presentaron tanto valores grandes como pequeños de la diversidad, mientras que valores grandes de la riqueza se presentaron con niveles altos y bajos del agua (Figura 25).



**Figura 25.** Comportamiento de la diversidad, riqueza y nivel del agua (efecto de la marea) en la Laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémero del mes de septiembre.

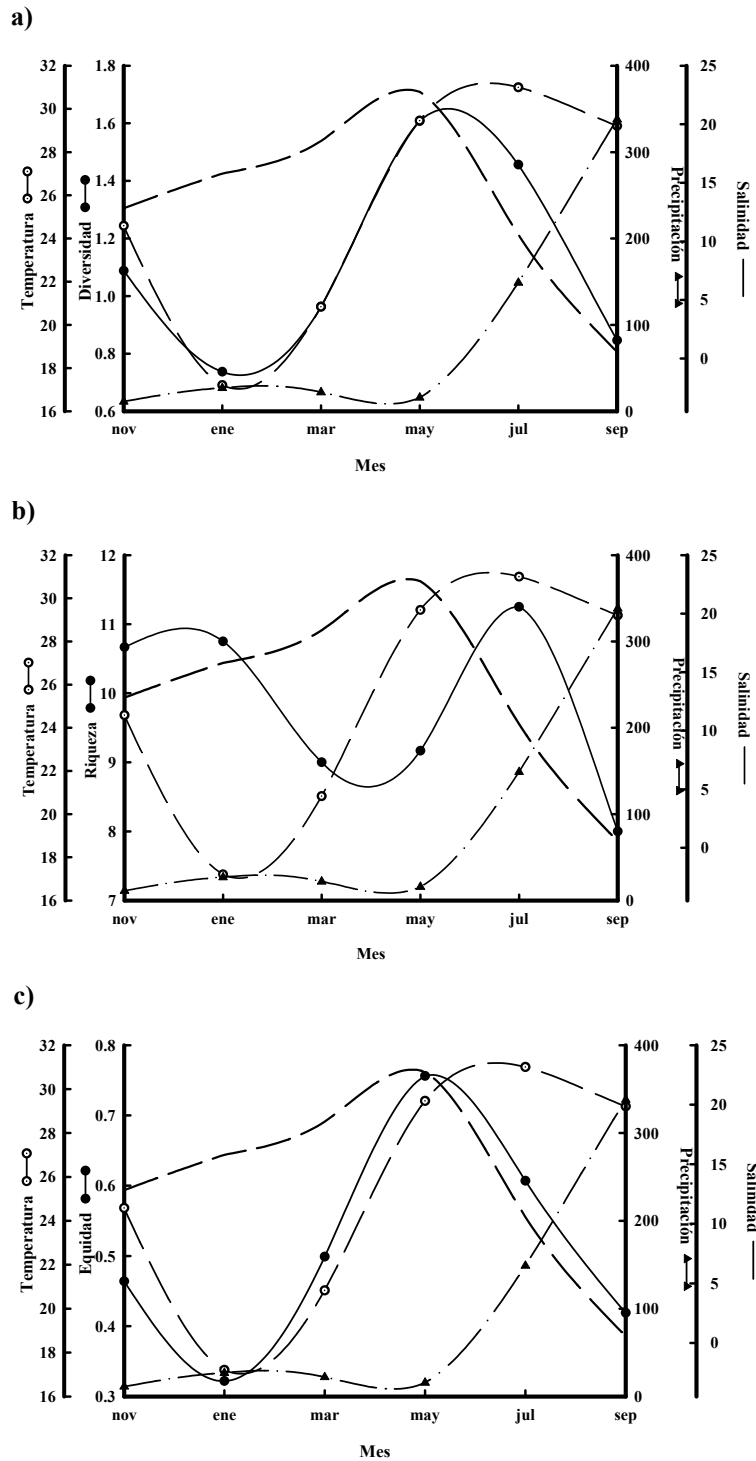
En la Figura 26 se puede observar, que la equidad presenta el mismo comportamiento que la diversidad, es decir los valores altos se observan durante el día (08:00 a 14:00 h) y los valores bajos durante la noche (20:00 a 22:00 h). Así, la equidad del ciclo nictémero del mes de septiembre fue significativamente ( $F=9.322$ , g.l.=1/10,  $P=0.012$ ) mayor durante el día ( $\bar{x}_d=0.53$ ) que durante la noche ( $\bar{x}_n=0.26$ ). El comportamiento del nivel del agua durante este ciclo, muestra plena concordancia con el comportamiento de la equidad (Figura 26).



**Figura 26.** Comportamiento de la equidad y nivel del agua (efecto de la marea), en la laguna de Pueblo Viejo, durante el ciclo nictémico del mes de septiembre.

En la Figura 27 se muestra el comportamiento estacional de los parámetros de la comunidad y su relación con las variables ambientales evaluadas. En esta figura podemos observar que la temperatura presenta valores altos en los meses de mayo, julio y septiembre, mientras que la salinidad presenta los valores más altos durante los meses de marzo y mayo, y finalmente la precipitación sólo presenta un pulso importante y éste es de julio a de septiembre.

En la Figura 27a se puede observar, que la diversidad similarmente a la temperatura, presenta los valores más altos durante los meses de mayo y julio, existiendo diferencias significativas entre los promedios mensuales ( $H=23.269$ ,  $g.l.=5$ ,  $P<0.001$ ), mientras que la riqueza de especies mostró pulsos en enero y en julio (Figura 27b), siendo sus promedios significativamente diferentes ( $F=2.425$ ,  $g.l.=5/60$ ,  $P=0.045$ ) entre meses. La equidad se comporta de manera relativamente similar a la diversidad, ya que presenta sus mayores valores durante mayo-julio, siendo éstos significativamente diferentes entre meses ( $H=21.496$ ,  $g.l.=5$ ,  $P=0.001$ ).



**Figura 27.** Variabilidad estacional de los promedios mensuales de los parámetros ambientales precipitación temperatura y salinidad con respecto a los promedios mensuales de los parámetros de la comunidad: diversidad (a), riqueza (b) y equidad (c).



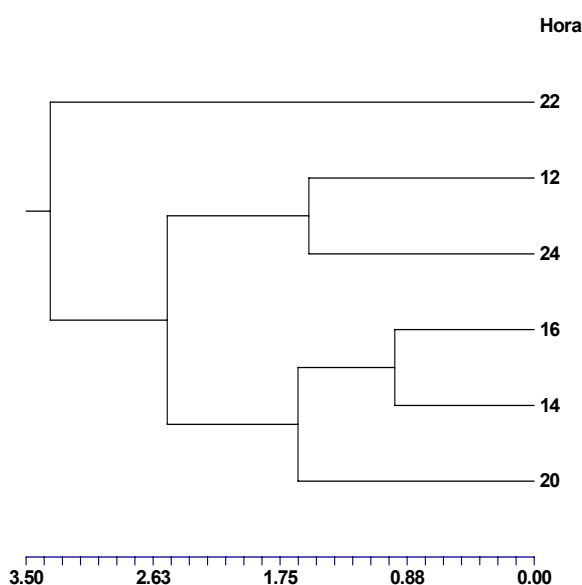
Para evaluar el grado de asociación entre los parámetros de la comunidad y las variables ambientales con incidencia estacional, se realizaron 9 correlaciones (tres parámetros de la comunidad por tres variables ambientales) de las cuales sólo la correlación entre la diversidad y la temperatura fue significativa ( $r=0.771$ ,  $P=0.07$ ).

Considerando los resultados de la ordenación ambiental (ACP), en la cual se definieron dos distintivas épocas climáticas, se evaluaron los cambios de los tres parámetros ambientales de acuerdo a estas épocas. Así, el promedio de diversidad de especies en la época lluviosa ( $\bar{x}_l=1.15$ ) fue mayor al correspondiente de la época seca ( $\bar{x}_s=1.10$ ), aunque sin mostrar diferencias significativas ( $H=0.078$ , g.l.=1,  $P=0.780$ ). Por el contrario, el promedio de riqueza de especies durante el período seco ( $\bar{x}_s=9.79$ ) fue superior al del periodo lluvioso ( $\bar{x}_l=9.67$ ), pero también sin mostrar diferencias significativas ( $F=0.048$ , g.l.=1/64,  $P=0.827$ ). El promedio de la equidad durante la época de secas ( $\bar{x}_s=0.52$ ) fue similar al correspondiente valor presentado durante la época de lluvias ( $\bar{x}_l=0.51$ ), sin existir diferencias significativas entre épocas en el comportamiento de este parámetro (equidad:  $H=0.130$ , g.l.=1,  $P=0.719$ ).

## **5. ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN DE CONJUNTOS DE PECES**

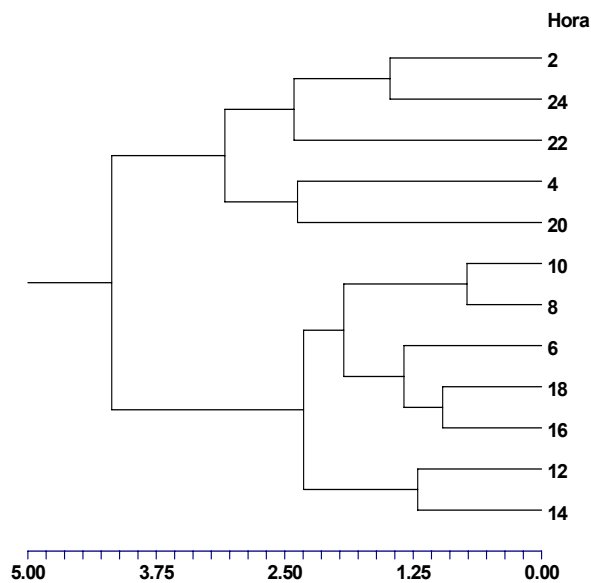
Para evaluar posibles asociaciones de conjunto de peces, con base en la composición de especies registrada durante cada hora de muestreo, se aplicaron análisis de conglomerados en cada uno de los diferentes ciclos nictémeros realizados. Posteriormente, para evaluar la significación del grado de diferencias multivariadas en los ensambles de especies entre día y noche, se aplicó un análisis de discriminantes.

Así, en la Figura 28 se presentan los resultados del análisis de conglomerados aplicado al ciclo nictémero del mes de noviembre, donde se puede observar la separación de la composición de especies de las 22:00 h del resto de las observaciones, las cuales a su vez se separan en dos grupos, uno que incluye las 12:00 y las 24:00 h y otro en el que quedan incluidas horas de la tarde y parte de la penumbra (14:00, 16:00 y 20:00 h). Durante este ciclo predominaron en la noche *A. mitchilli* y *C. melanopus*, mientras que en el día predominó *M. martinica*.



**Figura 28.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémero del mes de noviembre.

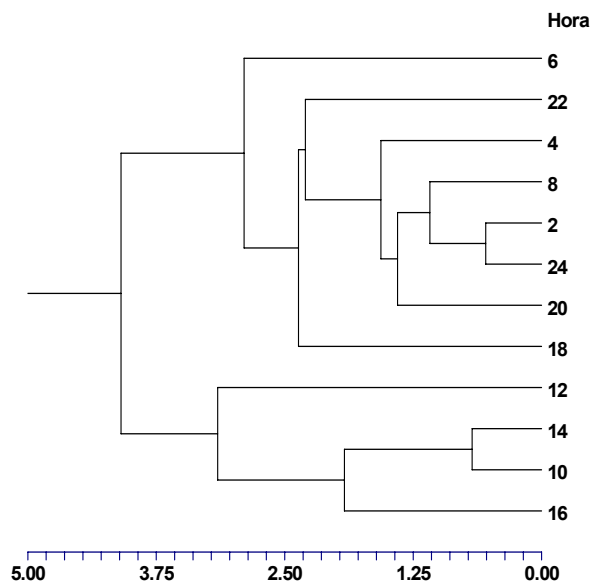
En la Figura 29 podemos observar que la composición de especies durante el ciclo nictémero del mes de enero se separa en dos grupos. El primero de ellos comprende colectas realizadas en horas exclusivamente nocturnas (20:00 a 04:00 h) y el segundo comprende colectas realizadas exclusivamente en horas diurnas, incluidas las horas de penumbra (06:00 y 18:00).



**Figura 29.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémero del mes de enero.

En este segundo grupo, también se observan tres asociaciones que corresponden a colectas realizadas durante las primeras horas de la mañana (08:00 a 10:00 h), del medio día (12:00 y 14:00 h) y las horas de penumbra (16:00 a 18:00 h). En este ciclo predominó *A. mitchilli* en la noche y *B. patronus* durante el día.

En la Figura 30 se observa que para el ciclo nictémero del mes de marzo, nuevamente se presenta la separación de la composición de especies en dos grupos, el primero de ellos comprende preferentemente colectas llevadas a cabo durante la noche (20:00 a 04:00 h) y durante las horas de penumbra (amanecer y anochecer), estas últimas a su vez se separan relativamente bien del resto de este grupo. En el segundo grupo están incluidas las colectas realizadas durante la mañana, medio día y tarde (10:00 a 16:00 h). Durante la noche fueron abundantes *A. mitchilli* y *A. hepsetus*, y durante el día *S. marina*.

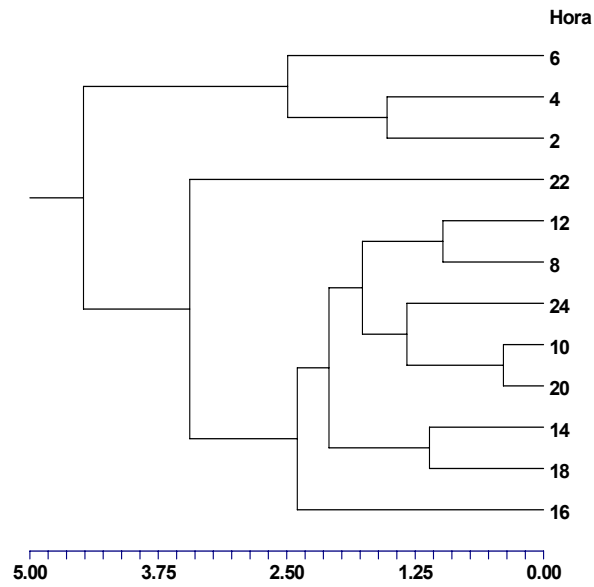


**Figura 30.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémero del mes de marzo.

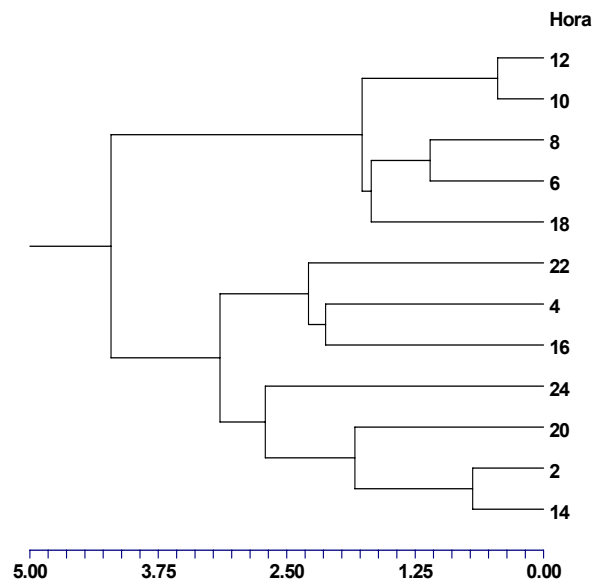
En la Figura 31 se observa que la composición de especies para el mes de mayo no presenta un patrón definido, ya que en los dos principales grupos formados se tienen tanto colectas realizadas durante las horas del día como las realizadas durante la noche. Durante este ciclo, *A. mitchilli* fue más abundante durante las horas nocturnas, mientras que *M. martinica* y *B. gunteri* lo fueron durante las horas diurnas.

En la Figura 32, se observa que la separación de la composición de especies para el ciclo nictémero del mes de julio está relativamente definida, ya que de los dos grandes grupos formados, en el primero se tienen exclusivamente muestreos correspondientes a las horas del día (incluyendo también las horas de penumbra del amanecer y anochecer), mientras que en el siguiente grupo a pesar de encontrarse dos colectas diurnas (14:00 y 16:00 h), todas las demás colectas corresponden exclusivamente a horas nocturnas. Para este ciclo, en el día la especie

dominante fue *M. martinica*, mientras que en la noche dominaron *A. mitchilli*, *B. chrysoura* y *C. melanopus*.

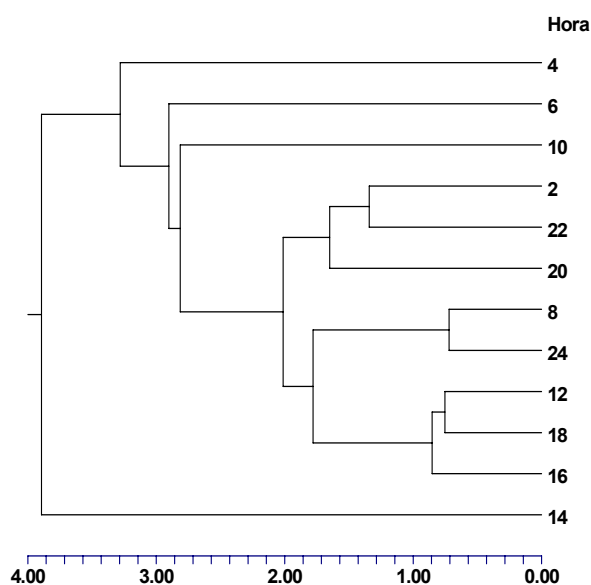


**Figura 31.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémico del mes de mayo.



**Figura 32.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémico del mes de julio.

Por último, aunque en el ciclo nictémico del mes de septiembre (Figura 33) la colecta de peces realizada a las 14:00 horas se separa del resto de los otros muestreos, en los demás subgrupos formados se observa que la separación de la composición de especies para este mes fue poco clara en términos del ciclo horas luz-oscuridad, ya que no se observa un patrón en cuanto a la distribución entre noche y día. A pesar de lo anterior, para este ciclo nictémico se detectó un patrón de mayor abundancia de *A. mtichilli* y *C. melanopus* durante la noche y de *M. martinica* durante el día.



**Figura 33.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de peces para el ciclo nictémico del mes de septiembre.

Los análisis de Discriminantes aplicados para evaluar cambios en la composición de especies entre el día y la noche, mostraron que en ninguno de los ciclos nictémicos existieron diferencias significativas a este nivel (Tabla 6). A pesar de lo anterior, los valores de la

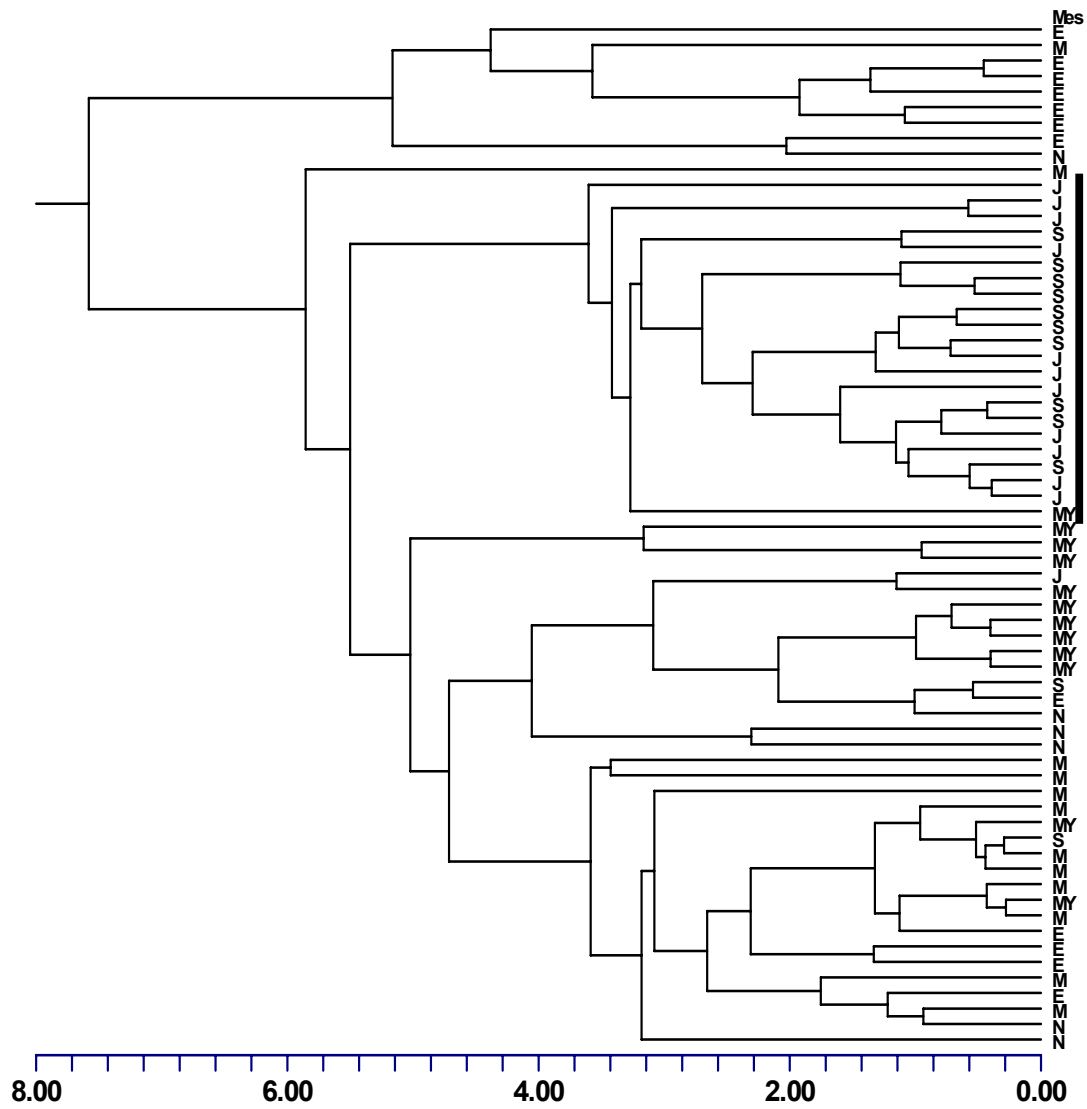
Lambda de Wilks ( $\lambda$ ) muestran que las diferenciaciones más claras en la composición de especies entre el día y la noche, se obtuvieron en enero y julio (valores de  $\lambda < 0.06$ ).

**Tabla 6.** Se señalan resultados de los análisis de Discriminante realizados entre día y noche, para cada uno de los seis ciclos nictémeros analizados.

Mes	$\lambda$	$X_i^2$	P
Noviembre	0.333	2.197	0.700
Enero	0.057	14.311	0.159
Marzo	0.386	4.763	0.906
Mayo	0.171	8.818	0.549
Julio	0.057	14.311	0.159
Septiembre	0.086	12.284	0.267

Para evaluar las posibles asociaciones estacionales de peces, se aplicó un análisis de conglomerados a los seis ciclos nictémeros en conjunto y los resultados de éste se presentan en la Figura 34. En esta figura se observa la distribución de la composición de especies en dos grandes grupos, el primero (nueve colectas) constituido principalmente por los muestreos realizados en enero (época seca fría). El segundo grupo presenta a su vez dos componentes, uno representado por 22 colectas principalmente correspondientes a los muestreos de los meses de julio y septiembre (época de lluvias, señalados con línea vertical), y otro formado por 35 colectas, que en su mayor parte corresponden a los muestreos realizados en noviembre, marzo y mayo (época de secas).

De las 24 muestras tomadas en meses de la época de lluvias (dos ciclos de 24 horas por dos meses), 21 (~88 %) quedaron incluidas dentro de un mismo grupo (línea vertical), mientras que de las restantes 44 colectas que quedaron fuera de este grupo, 41 (~93 %) correspondieron a muestreos realizados durante los meses de la época de secas.



**Figura 34.** Análisis de conglomerados (presencia-ausencia) de la composición de especies de todo el ciclo anual de muestreos. Noviembre (N), enero (E), marzo (M), mayo (My), julio (J) y septiembre (S).

De hecho, la composición de especies fue significativamente diferente entre meses (cinco funciones discriminantes,  $\lambda_s < 0.170$ ,  $X_i^2 > 64.908$ ,  $P_s < 0.05$ ), siendo los cambios estacionales



en la abundancia de las especies *A. mitchilli*, *A. hepsetus*, *M. martinica*, *D. auratus*, *G. oceanicus*, *B. patronus*, *C. melanopus*, y *C. spilopeturus*, los que más contribuyeron en esta diferenciación. En este sentido, entre épocas climáticas también existieron diferencias significativas en la composición de especies ( $\lambda=0.054$ ,  $X_1^2=109.115$ ,  $P<0.001$ ).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 1. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

En el presente estudio, el comportamiento global de las variables ambientales en la laguna de Pueblo Viejo (Tabla 1), es similar al reportado por Castillo-Rivera y Kobelkowsky (1993), mostrando que el sistema presenta una condición típicamente tropical con características mesohalinas.

Las variables ambientales (temperatura, salinidad y efecto de marea, Figura 2) a lo largo del ciclo nictémico, no mostraron diferencias significativas, es decir durante un ciclo de 24 horas las condiciones ambientales fueron estables. Sin embargo al analizar estas variables a través de los diferentes meses (Figura 3), fue posible observar que tanto la temperatura como la salinidad mostraron diferencias significativas, de hecho es posible diferenciar dos épocas climáticas (lluvias y secas), donde la precipitación influye de manera importante.

Con respecto a la clasificación ecológico-temporal del comportamiento de las variables ambientales, se han planteado varios criterios, por ejemplo Yáñez-Arancibia et al. (1985a) sugieren los periodos climáticos de lluvias, “nortes” y secas, para la Laguna de Términos, Campeche, misma clasificación que considera Castillo-Rivera (1995) para la Laguna de

Pueblo Viejo. Alternativamente, en el presente estudio un análisis multivariado de ordenación (ACP), definió claramente dos épocas climáticas, lluvias (noviembre a mayo) y secas (junio a octubre, Figura 4), con la precipitación y la salinidad como las variables con mayor peso en la definición de estas épocas. Similarmente, en un estudio con 12 muestreos mensuales en seis diferentes localidades realizado en la laguna de Pueblo Viejo, Castillo-Rivera *et al.* (2003) definieron estas mismas épocas climáticas.

Particularmente para los sistemas estuarinos, la heterogeneidad ambiental evaluada a través de la definición de épocas climáticas, es una consideración importante, por la influencia que éstas puede ejercer sobre los cambios en la estructura de la comunidad, principalmente al nivel de las interacciones entre especies (Schluter y Ricklefs, 1993).

## **2. ELENCO SISTEMÁTICO Y ASPECTOS ZOOGEOGRÁFICOS**

El total de individuos identificados durante el año de estudio fue de 17,660, los cuales correspondieron a 54 especies, 44 géneros, 24 familias y 14 órdenes (Tabla 4). De las familias mejor representadas (Tabla 3), la mayoría representan componentes típicamente tropicales, como Ariidae, Gerreidae y Gobiidae, y componentes cálido templados, como Sciaenidae y Clupeidae (Stoner, 1986; Moyle y Cech, 2000), lo que concuerda con la posición limítrofe del sistema estudiado, entre las dos grandes regiones zoogeográficas del Atlántico Occidental, la templado cálido (provincia Carolina) y la tropical (provincia Caribeña).

Las curvas especies-muestras de la mayoría de los seis ciclos nictémeros (Figura 5), muestran un comportamiento asintótico, indicando que para cada mes se tiene representada adecuadamente la riqueza de especies. Sólo durante septiembre la curva presentó un comportamiento casi lineal, lo que indica que para este mes, probablemente se requeriría de

más muestreos (Brower *et al.*, 1990). En este sentido, el comportamiento en forma de asíntota de la curva especies-muestras para todo el ciclo anual (Figura 6), indica que la riqueza de especies también está adecuadamente representada para todo el año de estudio.

Del total de 54 especies colectadas (Tabla 4), cinco (*Prionotus tribulus*, *Eucinostomus gula*, *Centropomus mexicanus*, *Cynoscion nothus* y *Lupinoblennius nicholsi*) representan nuevos registros para la Laguna de Pueblo Viejo, ya que de acuerdo con los trabajos realizados en esta laguna por Kobelkowsky (1991), Castillo-Rivera *et al.* (1997) y Castillo-Rivera *et al.* (2002), estas especies no habían sido reportadas previamente. Resulta importante señalar que cuatro de estas cinco especies (exceptuando *C. mexicanus*) fueron capturadas durante la noche, lo que explicaría su ausencia en dos de los estudios preliminares (Kobelkowsky, 1991; Castillo-Rivera *et al.*, 2002), los cuales se basaron en muestreos durante el día (horas luz) y aunque el estudio de Castillo Rivera *et al.* (1997) comprende ciclos de 24 horas, este fue realizado en una localidad con vegetación sumergida.

La especie *P. tribulus* ha sido reportada en aguas costeras del litoral mexicano, existiendo registros de esta especie sólo para la laguna Madre en Tamaulipas (Hildebrand, 1958), y para la laguna de Términos, en Campeche (Reséndez-Medina y Kobelkowsky, 1991). *Eucinostomus gula* se distribuye desde Massachusetts, Bermudas y Norte del Golfo de México, hasta Argentina (Robins y Ray, 1986). La especie *Centropomus mexicanus* se distribuye en las costas del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Tabasco, así como en las Antillas hasta Puerto Alegre, Brasil, (Rivas, 1986). La distribución geográfica de *Cynoscion nothus* va desde la Bahía de Chesapeake en E.E.U.U., hasta la Bahía de Campeche en México (Chao, 1978). Por último la especie *Lupinoblennius nicholsi* se distribuye del noreste de Florida, norte del Golfo de México, Texas en Estados Unidos y noreste de México

(Robins y Ray, 1986). Así, a pesar de que estas especies representan nuevos registros para el sistema estudiado, considerando lo anterior, ninguna de las cinco amplía su distribución geográfica.

Después de determinar el grado de similitud en la composición de especies (de acuerdo con el índice de Jaccard), entre el presente estudio y los trabajos de Kobelkowsky (1991), Castillo-Rivera *et al.*, 1997;2002, se observó que la composición de especies determinada en el presente estudio guarda mayor similitud con el estudio realizado por Castillo-Rivera *et al.* (1997). De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que la mayor similitud entre ambos estudios está dada porque en las dos investigaciones se realizaron muestreos en ciclos de 24 horas, lo que resalta la importancia de considerar elementos ictiofaunísticos nocturnos.

De acuerdo con las abundancias relativas (Tabla 5), las especies dominantes en número fueron *A. mitchilli* (Engraulidae), *C. melanopus* (Ariidae), *M. martinica* (Atherinidae) y *B. chrysoura* (Sciaenidae), las cuales también fueron en buena medida, dominantes en peso. En estuarios subtropicales de Florida, E.E.U.U., *A. mitchilli* también es la especie dominante (Snelson y Jonson, 1995; Tremain y Adams, 1995; Fraser, 1997), mientras que estuarios templados cálidos del norte del Golfo de México, junto a ésta especie resultan numéricamente importantes otras que incluyen representantes de las familias Sciaenidae, Ariidae, Atherinidae y Clupeidae (Sheridan, 1983; Felley, 1989; Hook, 1991). Tomando en consideración lo anterior, se puede señalar que el patrón de especies dominantes observado en la laguna de Pueblo Viejo, es más del tipo de los estuarios de la provincia Carolina, que de los estuarios típicamente tropicales.

### 3. ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA

En general el comportamiento nictémero de la abundancia en número y en peso fue bastante consistente en los seis ciclos realizados (Figuras 7 a 12). Así, el número de individuos capturados regularmente presentó un máximo al anochecer (18:00-20:00 h), con valores altos durante la noche y eventuales pulsos más pequeños al amanecer (06:00 h). La abundancia durante el día siempre fue menor que durante la noche, con eventuales pulsos pequeños al medio día (12:00-14:00 h). Un patrón nictémero similar presentó la abundancia en peso, aunque en este caso, las diferencias entre día y noche tendieron a ser más conspicuas. En este sentido varios autores han señalado para diferentes comunidades de peces, que durante las horas de penumbra (amanecer y anochecer), existen importantes pulsos de actividad de las especies (Lubbers *et al.*, 1990; Helfman, 1993).

Así, a nivel de la comunidad, los pulsos nictémeros al amanecer y al anochecer de la abundancia total de peces en la laguna de Pueblo Viejo, pueden reflejar el período de transición entre el inicio y finalización de la actividad de especies diurnas y nocturnas (Helfman, 1993), generándose una superposición de poblaciones que explican los pulsos de abundancia durante estos períodos. A nivel poblacional, estos pulsos también pueden estar influenciados por el comportamiento nictémero de la abundancia de muchas especies de peces pequeños, la cual presenta pulsos al amanecer y al anochecer, como una estrategia de evasión de la depredación, ya que durante períodos de penumbra los peces pueden aún detectar eficientemente a sus presas y a su vez los riesgos de ser detectados por sus depredadores se ven atenuados, implicando esto un “trade off”, entre la alimentación y el riesgo de depredación (Clark y Levy, 1988; Wootton, 1990).

Las mayores abundancias durante la noche, pueden reflejar un patrón de comportamiento principalmente nocturno de la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo, el cual no había sido evaluado previamente. De hecho en estudios previos realizados en este sistema, en los cuales se realizaron exclusivamente muestreos diurnos (Castillo-Rivera y Zárata, 2001), se capturaron sólo alrededor de 9,000 organismos, lo que representa casi la mitad de los capturados en el presente estudio, bajo un esfuerzo de captura similar.

La carencia de significación estadística en las diferencias de las abundancias entre el día y la noche en algunos de los ciclos nictémeros, se puede deber, de acuerdo con Hobson *et al.* (1981), a que existen especies diurnas que cesan su actividad relativamente tarde y especies nocturnas que inician su actividad relativamente temprano, produciendo un amplio período de transición en los movimientos (sin límites discretos).

A pesar que en muchos estudios se ha observado una marcada influencia de la marea sobre las poblaciones de peces (Wootton, 1990), en el presente estudio no se observó algún patrón consistente, ya que en algunos casos los máximos de abundancia coincidieron con los niveles altos o bajos del agua, y en otros casos con el flujo o reflujo de la marea (Figuras 7 a 12). De hecho, en ninguno de los ciclos nictémeros, el nivel del agua mostró diferencias significativas entre el día y la noche, lo que puede indicar un comportamiento estable de esta variable a lo largo del día y en consecuencia su poca influencia sobre el comportamiento de la abundancia.

Así, el ciclo nictémero de la abundancia total de peces en la laguna de Pueblo Viejo, parece estar influenciada principalmente por el ciclo de luz-oscuridad que rige el comportamiento de las poblaciones de peces.

En relación con el comportamiento estacional de la abundancia total de peces (Figura 13), existen dos pulsos, uno durante la época seca (enero-marzo) dominado por individuos

pequeños y otro durante la época lluviosa (julio-septiembre) predominando los individuos grandes (Tabla 2). Pulsos de abundancia total de peces durante la época lluviosa, también han sido reportados en estudios previos, tanto para la laguna de Pueblo Viejo (Castillo-Rivera y Zárate, 2001), como para otros estuarios tropicales y templados (Flores-Verdugo *et al.*, 1990; Layman, 2000).

Estos pulsos podrían estar relacionados con los procesos de producción del sistema, ya que en la laguna de Pueblo Viejo durante marzo-mayo y julio-septiembre, se presentan pulsos importantes en la concentración de clorofilas, número de células fitoplanctónicas y producción primaria (Cruz-Romero 1973; De la Lanza y Cantú, 1986; Contreras, 1995). Un incremento en la producción permite una mayor disponibilidad de recursos tróficos, lo que favorecería la migración de peces hacia dentro del sistema.

Con respecto a la influencia que sobre la abundancia pueden ejercer la variabilidad de las condiciones ambientales evaluadas, en la Figura 14 se puede observar que tanto la temperatura, como la salinidad parecen ejercer poco efecto sobre el comportamiento estacional del número de individuos capturados, aunque la relación inversa que se observa entre la abundancia y la salinidad, puede deberse a la limitada capacidad de los organismos a adaptarse a los cambios bruscos de esta condición ambiental.

Por el contrario, la precipitación muestra un comportamiento similar al presentado por la abundancia en número. La relación entre el comportamiento de la abundancia de peces y el régimen de precipitación, también puede estar relacionada con los patrones de producción del sistema. Esto debido a que las lluvias incrementan la descarga de los ríos y del escurrimiento de la cuenca de la laguna, aportando grandes cantidades de materia orgánica alóctona y nutrimentos dentro del sistema, lo cual a su vez también incrementa la disponibilidad de

recursos tróficos, favoreciendo el ingreso de peces al sistema durante este período (Castillo-Rivera *et al.*, 1994; Castillo-Rivera y Zárate, 2001).

Así, se puede considerar que el comportamiento estacional de la abundancia total de peces está principalmente determinado por los procesos de producción del sistema y por una contribución del régimen de precipitación local, actuando ambos en sinergia a través de un incremento en la disponibilidad de alimento y la consecuente migración de peces de las aguas oceánicas al interior de la laguna.

#### **4. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA COMUNIDAD**

En la laguna de Pueblo Viejo, cada uno de los tres parámetros de la comunidad evaluados, mostraron un comportamiento definido común en los seis ciclos nictémeros considerados (Figuras 5 a 26). A pesar de lo anterior, durante mayo y julio ninguno de estos parámetros mostró diferencias significativas en los valores promedio entre el día y la noche, lo cual probablemente esté relacionado con el hecho de que durante estos meses fue cuando se registraron los mayores valores de diversidad y equidad de especies, por lo que consecuentemente existió mayor dominancia en el sistema durante este período (Figura 27). Cambios nictémeros en el comportamiento de los parámetros de la comunidad, son relativamente comunes en sistemas estuarinos fríos (Nash, 1986), templados (Livingston, 1976) y tropicales (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982).

En este sentido, en la laguna de Pueblo Viejo, la diversidad fue siempre mayor durante las horas de luz en todos los meses (exceptuando mayo) y en cuatro de estos meses estas diferencias fueron significativas ( $P < 0.02$ ). Por el contrario, en otros sistemas estuarinos del Golfo de México, la diversidad de especies tendió a ser mayor durante la noche (Livingston,



1976; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982), lo cual talvez se pueda deber a que estos sistemas presentan una comunicación directa con el mar, situación contraria a la presentada por la laguna de Pueblo Viejo.

De manera inversa a la diversidad, la riqueza de especies siempre fue mayor durante las horas de oscuridad, aunque entre día y noche existieron diferencias significativas sólo en el mes enero. Esto significa un mayor número de especies con hábitos nocturnos, las cuales podrían extender su actividad a las horas de penumbra, como efectivamente sucede en el sistema estudiado, con las especies dominantes en número *A. mitchilli* y *M. martinica*.

Un mayor número de especies capturadas durante las horas de oscuridad y/o penumbra, es un patrón bastante consistente tanto en estuarios templados (Livingston, 1976; Layman, 2000), como en los tropicales (Stoner, 1991; Griffiths, 2001), el cual es explicado por el ingreso a los estuarios de peces adultos depredadores durante la noche. Así, la consideración de muestreos nocturnos en la determinación de la riqueza de peces de un ecosistema, puede incrementar la probabilidad de capturar especies raras nocturnas y por lo tanto obtener una mejor representación de la estructura de la comunidad (Griffiths, 2001).

Similar al comportamiento de la diversidad, la equidad fue siempre mayor durante las horas luz, existiendo diferencias significativas ( $P < 0.02$ ) en cuatro de los seis ciclos nictémeros considerados. Este comportamiento de la equidad, puede estar influenciado por el comportamiento nictémero de la dominancia de especies, de hecho, en el presente estudio, la abundancia total de peces fue mayor durante la noche. Similarmente Livingston (1976) reportó mayor dominancia durante la noche en la bahía Apalachicola, Florida, lo cual asoció con el ingreso de grandes agregaciones de peces durante el período de oscuridad.

Por lo anterior se puede considerar que en la laguna de Pueblo Viejo, las abundancias de cada una de las especies son más homogéneas en el día que durante la noche. De acuerdo con lo observado y a las propiedades del índice de diversidad utilizado, se puede señalar que para este sistema, el comportamiento de la diversidad de especies está más influenciado por la equidad, que por la riqueza de especies. Esto implica, que en el comportamiento nictémero de la diversidad, es más importante que tan equitativamente se distribuye la abundancia de organismos entre las diferentes especies colectadas, que la misma riqueza de especies.

De hecho Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez (1983) afirman que el componente que predomina en la diversidad es la distribución por peso y número dentro de las especies, no así por el número de ellas. Similar relación señaló Livingston (1976) para un estuario del norte del Golfo de México, argumentado que en sistemas de alta variabilidad ambiental, como en los estuarios, la riqueza de especies juega un papel menos importante en la determinación de la diversidad, que el que juega en sistemas ambientalmente estables.

Asimismo, la mayor riqueza de especies durante la noche, con su correspondiente baja diversidad, puede deberse a que aunque existe un mayor número de especies, algunas o la mayoría de estas presentan una alta dominancia en número, como efectivamente sucede en la laguna de Pueblo Viejo con *A. mitchilli* y *M. martinica*.

A pesar de que en algunos sistemas costeros se ha identificado una relación entre el efecto de la marea y el número de especies capturadas (Layman, 2000), para la laguna de Pueblo Viejo, en general se pudo observar que en los diferentes ciclos de 24 horas realizados (Figuras 15 a 26 ), valores altos de la diversidad, riqueza y equidad de especies, coincidieron tanto con niveles altos y bajos de la nivel del agua, como también con los ascensos (flujo) y descensos (reflujo) de esta variable. Así, se puede considerar que para el sistema estudiado, existe poca

influencia de la marea en el comportamiento nictémero de los tres parámetros de la comunidad. Similarmente para la laguna de Términos, Campeche, en ciclos de 24 horas Yáñez-Arancibia *et al.* (1982) encontraron poca influencia de la marea sobre los parámetros de la comunidad.

Estacionalmente, los tres parámetros de la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo, muestran pulsos importantes a lo largo del año de estudio (Figura 27), existiendo en todos los casos diferencias significativas entre meses. Este tipo de cambios estacionales son relativamente comunes en el Golfo de México (Livingston, 1976; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982).

Así, el comportamiento de la diversidad de especies en la laguna de Pueblo Viejo mostró dos pulsos a lo largo del año (Figura 27a), uno durante el verano (mayo-julio) y otro a inicios de la época fría. Similar comportamiento de la diversidad de peces observaron Livingston (1976) en el norte del Golfo de México y Yáñez-Arancibia *et al.* (1982) en la parte sur.

El comportamiento estacional de la riqueza (Figura 27b) y la equidad de especies (Figura 27c) sigue un patrón similar al de la diversidad de especies, mostrando también dos pulsos, uno durante el verano (mayo-julio) y otro en la época fría (noviembre-enero).

Pulsos de diversidad y riqueza de especies durante el verano también han sido observados en comunidades de peces templadas (Layman, 2000) y tropicales (Beumer, 1980; Tremain y Adams, 1995). En relación con esto, varios estudios han indicado que las fluctuaciones mensuales de ciertas variables ambientales, tales como la salinidad, turbidez, oxígeno disuelto y profundidad, influyen sobre el comportamiento estacional de la diversidad de peces (Kushlan, 1976; Cyrus y Blaber, 1992; Thiel *et al.*, 1995; Fraser, 1997). En particular, la temperatura ha mostrado fuertes correlaciones positivas con la riqueza y diversidad de

especies en estuarios templados (Rozas y Hackney, 1984), subtropicales (Hook, 1991; Tremain y Adams, 1995) y tropicales (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982; Chao *et al.*, 1985) del Atlántico Occidental. En la laguna de Pueblo Viejo, el comportamiento de la diversidad parece estar influenciado por la variabilidad estacional de la temperatura. De hecho, la única correlación significativa de las nueve realizadas entre los parámetros de la comunidad y la variables ambientales, fue la que existió entre la temperatura y la diversidad. Analizando muestreos estacionalmente más continuos (mensuales) en la laguna de Pueblo Viejo, Castillo-Rivera *et al.* (2002; 2003) encontraron también una correlación significativa entre la temperatura y la diversidad de peces.

Debido a que los pulsos máximos de cada uno de estos parámetros se dieron en meses que quedan incluidos en ambas épocas climáticas, ninguno de los parámetros de la comunidad mostró diferencias significativas entre épocas.

## **5. ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN DE CONJUNTOS DE PECES**

En general los análisis de conglomerados aplicados a cada uno de los ciclos nictémeros considerados, mostraron clasificaciones en la composición de especies de acuerdo a horas de luz y oscuridad (quedando los períodos de penumbra alternativamente en uno u otro grupo), aunque la agrupación bajo este criterio no fue tan clara en los meses de mayo y septiembre (Figuras 28 a 33). En este sentido, Wootton (1990) argumenta que en noches con alta luminosidad lunar, algunas especies diurnas pueden continuar su actividad. Así, en la Laguna de Pueblo Viejo cuando la fase lunar fue nueva (mayor oscuridad) durante enero (Figura 29), hubo una clara separación día-noche en los conjuntos de peces formados. Por el contrario, con fase lunar de cuarto creciente (mayor luz nocturna) la separación fue poco clara (mayo, Figura

31 y septiembre, Figura 33). Finalmente, durante los meses marzo (Figura 30) y julio (Figura 32) a pesar de que hubo luna llena (muchísima claridad nocturna), la separación fue relativamente clara, aparente contradicción que puede ser explicada en términos de la alta turbidez presentada durante estos meses, la cual es la mayor considerando todos los meses del año (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993). Con respecto a lo anterior Blaber y Blaber (1980) y Blaber *et al.* (1995) señalan la importancia de la variabilidad día-noche y turbidez del agua, sobre los cambios en la abundancia relativa de algunas especies de peces.

En el presente estudio, aunque los análisis de discriminantes mostraron que no existen diferencias significativas en la estructura de la comunidad íctica entre el día y la noche, el comportamiento de la Lambda de Wilks ( $\lambda$ ) concuerda en cierta medida con los resultados del análisis de conglomerados (Tabla 6). Así, los valores más bajos de  $\lambda$  (lo cual denota máxima separación entre grupos) se obtuvieron durante enero y julio, meses en los cuales existió una clara formación de ensambles de peces típicamente nocturnos y diurnos. Con respecto a lo anterior es posible señalar que los cambios nictémeros en la composición de especies de peces en la laguna de Pueblo Viejo, se relacionan principalmente con el ciclo diurno de luz-oscuridad. Similarmente, Yáñez-Arancibia *et al.* (1982) encontraron que en ciclos nictémeros, los ensambles de especies son más influenciados por los periodos de luz que por la marea.

Los ciclos día-noche inciden sobre el comportamiento de las poblaciones de las diferentes especies que componen la comunidad. De hecho, en la laguna de Pueblo Viejo especies como *A. mitchilli*, *A. hepsetus*, *C. melanopus* y *B. chrysoira* mostraron un comportamiento principalmente nocturno, mientras que especies como *B. gunteri*, *B. patronus*, *M. martinica* y *S. marina* fueron principalmente capturadas durante el día. Estos patrones pueden llegar a ser

bastante consistentes como se ha demostrado en el caso de *A. mitchilli* (Castillo-Rivera *et al.*, 1994) y en los casos de *B. gunteri* y *B. patronus* (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 2000).

En el Atlántico Occidental hay varios estudios en los cuales se ha observado que existen diferencias en la composición de especies de peces entre la noche y el día (Livingston, 1976; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982; Roblee y Zieman, 1984; Stoner, 1991). Este tipo de cambios día-noche en la composición de especies, se ha relacionado con la variabilidad diurna en la actividad de los peces. Así, durante las horas de oscuridad, muchas especies de peces migran hacia los estuarios para alimentarse, como es el caso de los grandes piscívoros (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982; Roblee y Zieman, 1984; Kessler, 1997; Layman, 2000) o para reducir el riesgo de depredación, incluido el de aves piscívoras, las cuales son activas durante el día (Hyndes *et al.*, 1996; Young *et al.*, 1997)

En relación con los cambios estacionales, los análisis de discriminantes mostraron que existen diferencias significativas multivariadas en la composición de especies entre meses ( $P < 0.05$ ). Esta variabilidad estacional en la composición de especies, determina ensambles de peces caracterizados por las épocas de lluvias y secas (Figura 34), los cuales también mostraron diferencias significativas entre sí ( $P < 0.001$ ). Para la comunidad de peces de Pueblo Viejo, con ciclos de muestreos mensuales realizados durante el día, Castillo-Rivera *et al.* (2002) obtuvieron similares resultados, pero sólo a un nivel de significación de  $P < 0.1$ .

Fuertes cambios estacionales en la composición de las comunidades de peces son relativamente comunes (Felley, 1989; Hook, 1991; Humphries *et al.*, 1992; Tremain y Adams, 1995) y la caracterización de ensambles de peces definidos de acuerdo con las estaciones de secas y de lluvias, influenciadas por el régimen de precipitación y el correspondiente

escurrimiento, es una característica importante en estuarios tropicales y subtropicales (Stoner, 1986; Flores-Verdugo *et al.*, 1990; Fraser, 1997).

Estos cambios están relacionados con la dinámica de los ciclos de historia de vida de las diferentes especies que llegan a formar parte la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo. Así, especies como *A. hepsetus*, *B. gunteri* y *B. patronus*, son muy abundantes dentro del sistema durante el período cálido de secas (marzo-mayo), lo cual está relacionado con su período de reclutamiento de juveniles hacia el sistema (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 2000). Otros factores como las respuestas tróficas de las especies de peces, también varían de acuerdo a la época del año. Así, durante el período de lluvias (julio-septiembre), la precipitación favorece el aporte al sistema de grandes cantidades de materia orgánica alóctona, lo cual fortalece la cadena trófica basada en el detritus (Castillo-Rivera *et al.*, 1994), mientras que en la época de secas (febrero-abril) la ruta trófica de pastoreo basada en la abundancia de fitoplancton (De la Lanza y Cantú, 1986; Contreras, 1995) se ve fortalecida. Esto deriva en que especies que se alimentan de fitoplancton, tales como *B. gunteri* y *B. patronus* predominen durante la época seca (Castillo-Rivera *et al.*, 1996; Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 2000), mientras que especies tales como *D. auratus* y *C. melanopus*, que se alimentan principalmente de detritus (Castillo-Rivera, 2001), sean más abundantes durante la época lluviosa. De hecho, las abundancias de *A. mitchilli*, *M. martinica* y *D. auratus*, han mostrado en la laguna de Pueblo Viejo, correlaciones positivas con la precipitación (Castillo-Rivera y Zárate, 2001).

Como una síntesis del presente estudio, se pueden reconsiderar algunos aspectos importantes. En relación con el elenco sistemático, el número total de especies registradas para la laguna de Pueblo Viejo, podría ascender a 89, incremento alcanzado por la consideración de muestreos

nocturnos. Con respecto a la variabilidad nictémera, tanto la captura total de peces, como la riqueza de especies son mayores durante la noche, mientras que la diversidad y equidad de especies presentan valores más altos durante el día, presentando en general, poca influencia la marea (evaluada a través del nivel del agua). Cambios en la composición de especies también se ven afectados por el ciclo día-noche, formándose regularmente distintivos ensambles de peces entre estos períodos. Estacionalmente, la diversidad de especies se ve afectada por el comportamiento de la temperatura, mientras que la captura total de peces puede estar relacionada con el régimen de precipitación y con los procesos de producción del sistema, incidiendo esto en las historias de vida de las especies, lo que contribuye a formar distintivos ensambles de peces entre las épocas climáticas de lluvias y secas.

La comprensión lograda de algunos aspectos de la estructura de la comunidad de peces de la laguna de Pueblo Viejo, ha generado algunas preguntas para resolver a futuro. Así, si durante la noche son capturados más individuos, en el resto del día ¿dónde permanecen estos organismos? ¿Realizan migraciones diurnas fuera o dentro del mismo sistema, a áreas protegidas (vegetación sumergida)? La mayor captura de individuos a una hora o época determinada ¿obedece a patrones de mayor actividad de las especies? Los patrones determinados en el presente estudio, para un ambiente sin vegetación sumergida ¿son consistentes para otros tipos de ambientes del sistema? Indudablemente, los progresos que se logren a futuro, permitirán dar respuesta a estas preguntas.



## LITERATURA CITADA

- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1996. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. 3<sup>rd</sup> Ed. Blackwell Sci. Pub. Oxford.
- Beumer, J.P. 1980. Hydrology and fish diversity of a North Queensland tropical stream. *Australian Journal of Ecology* **5**(2):159-186.
- Blaber, S.J.M. y Blaber, T.G. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology* **17**:143-162.
- Blaber, S.J.M., D.T. Brewer y J.P. Salini. 1995. Fish communities and the nursery role of the shallow inshore waters of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Estuarine Coastal and Shelf Science* **40**:177-193.
- Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. von Ende. 1990. *Field and laboratory methods for General Ecology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Wm. C. Brown. U.S.A.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez y R. Rodríguez. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* **2**(1):81-88.
- Carter, R.G. 1968. Western Atlantic Batrachoidid fishes of the genus *Porichthys*, including three new species. *Bulletin of Marine Science* **18**(3):671-730.
- Castillo-Rivera, M. 1995. Aspectos ecológicos de la ictiofauna de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castillo-Rivera, M. 2001. Biología trófica de especies de peces dominantes en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Castillo-Rivera, M. y A. Kobelkowsky. 1993. Comportamiento ambiental de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Biotam* **5**:1-12.
- Castillo-Rivera, M. y V. Zamayoá. 1994. Dinámica poblacional y patrones de reparto de recursos entre dos especies de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Temas de Investigación y Posgrado* **III** (4):19-24.
- Castillo-Rivera, M. y A. Kobelkowsky. 2000. Distribution and segregation of two sympatric *Brevoortia* species (Teleostei: Clupeidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **50**(5):593-598.
- Castillo-Rivera, M. y R. Zárate. 2001. Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiologica* **11**(1): 75-84.
- Castillo-Rivera, M., G. Moreno y R. Iniestra. 1994. Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the Bay Anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae) in a tropical coastal lagoon of México. *Southwestern Naturalist* **39**(3): 263-268.
- Castillo-Rivera, M., A. Kobelkowsky y V. Zamayoá. 1996. Food resource partitioning and trophic morphology of *Brevoortia guntery* and *B. patronus*. *Journal of Fish Biology* **49**(6):1102-1111.
- Castillo-Rivera, M., A. Kobelkowsky y M. Montiel. 1997. Diversidad de peces de las lagunas costeras de Pueblo Viejo y el Mango, Veracruz. Informe final de proyecto de Investigación CONABIO, convenio FB-341/H18/96. México, D.F.
- Castillo-Rivera, M., A. Kobelkowsky y A. Zavala-Hurtado. 1998. Spatial and seasonal patterns of a fish community in a tropical coastal lagoon of Mexico, p: 79. *In*: A. Farina, J.

- Kennedy y V. Bossù (Eds.), Proceedings of VII International Congress of Ecology. INTECOL. Florence, Italy.
- Castillo-Rivera, M., A. Kobelkowsky y A.M. Chávez. 2000. Feeding biology of the flatfish *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* **16**(2):73-78.
- Castillo-Rivera, M., J.A. Zavala-Hurtado y R. Zárate. 2002. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **12**:167-177.
- Castillo-Rivera, M., R. Zárate y L. Sanvicente-Añorve. 2003. Comportamiento de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiológica* (En prensa).
- Castro-Aguirre, J., R. Torres-Orozco, M. Ugarte y A. Jiménez. 1986. Estudios ictiológicos en el sistema estuarino-lagunar Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz. I. Aspectos ecológicos y elenco sistemático. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*. **30**:155-170.
- Chao, L.N. 1978. A basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei:Perciformes) NOAA Tech. Rep., NMFS. Tech. Circ. 415:1-64.
- Chao, L., L. Pereira y J. Vieira. 1985. Estuarine fish community of the Dos Patos Lagoon, Brazil. A baseline study. In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed). *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. UNAM Press, pp. 429-450.
- Clark, C.W. y D.A. Levy. 1988. Diel vertical migration by juvenile sockeye salmon and the antipredator window. *American Naturalist* **131**:271-290.
- Colwell, R.K. y D.J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* **52**(4):567-576.
- Connor, E.G. y D. Simberloff. 1979. The assembly of species communities: Chance or competition? *Ecology* **60**:1132-1140.
- Contreras, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. CONABIO-Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. México.
- Contreras, F. 1995. Producción primaria fitoplanctónica en lagunas costeras. *Revista de Investigaciones Marinas* **16**(1-3): 11-21.
- Cruz-Romero, M. 1973. Análisis parcial de microplancton de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* **24** :327-368.
- Cyrus, D.P. y S.J.M. Blaber. 1992. Turbidity and salinity in a tropical northern Australian estuary and their influence on fish distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **35**: 545-563.
- Darnell, R.M. 1962. Fishes of the Río Tamesí and related coastal lagoons in east central Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science Texas* **8**:199-365.
- Dawson, C. 1969. Studies on the Gobies of Mississippi Sound and adjacent waters II. An. Ilustred Key to the gobioid fishes. *Publications of the Gulf Coastal. Research Laboratory Museum* **1**:1-59.
- De la Lanza, G. y M. Cantú. 1986. Cuantificación de clorofilas y aplicación del índice de diversidad de pigmentos ( $^{D430}/_{D365}$ ) para estimar el estado biótico de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. *Universidad y Ciencia* **3**(5):31-42.
- Deckert, G. D. y D.W. Greenfield. 1987. A review of the Western Atlantic species of the genera *Diapterus* and *Eugerres* (Pisces : Gerreidae). *Copeia* **1987**(1):182-194.

- Drake, J.A. 1991. Community assembly mechanics and the structure of an experimental species ensemble. *American Naturalist* 137: 1-26.
- Felley, J. 1989. Nekton assemblages of the Calcasieu estuary. *Contributions in Marine Science* 31:95-117.
- Fischer, W. (Ed.). 1978. FAO species identification Sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishery Area 31). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Flores-Verdugo, F., F. González-Farías, O. Ramírez-Flores, F. Amezcua-Linares, A. Yáñez-Arancibia, M. Alvarez-Rubio y J.W. Day. 1990. Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapán-Agua Brava lagoon-estuarine system (Mexican Pacific). *Estuaries* 13:219-230.
- Fraser, T.H. 1997. Abundance, seasonality, community indices, trends and relationships with physicochemical factors of trawled fish in upper Charlotte Harbor, Florida. *Bulletin of Marine Science* 60:739-763.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen*. 4ª. Ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Griffiths, S.P. 2001. Diel variation in the seagrass ichthyofaunas of three intermittently open estuaries in south-eastern Australia: implications for improving fish diversity assessments. *Fisheries Management and Ecology* 8(2):123-140.
- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1998. *Multivariate Data Analysis with Readings*. 5<sup>th</sup> Ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Helfman, G. S. 1978. Patterns of community structure in fishes: Summary and overview. *Environmental Biology of Fish* 3:129-48.
- Helfman, G.S. 1993. Fish behaviour by day, night and twilight, 479-512 pp. In: T.J. Pitcher (Ed.), *Behaviour of Teleost Fishes*, 2<sup>nd</sup> Ed. Chapman and Hall. London.
- Hempel, C.G. 1991. *Filosofía de la Ciencia Natural*. Alianza Editorial. Madrid.
- Hildebrand, H. 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas. *Ciencia (México)* 17:151-173.
- Hildebrand, H. 1969. Laguna Madre, Tamaulipas: Observations on its hydrography and fisheries, 679-686 pp. In: A. Ayala-Castañares y F. Phleger (Eds). *Lagunas costeras, un simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México.
- Hobson, E.S. 1965. Diurnal-nocturnal activity inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia* 291-302.
- Hobson, E.S., J.R. Chess, y W.N. McFarland. 1981. Crepuscular and nocturnal activities of California nearshore fishes, with consideration of their scotopic visual pigments and the photic environment. *Fish Bulletin* 79: 1-30.
- Hoese, D. y R. Moore. 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico*. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A y M University Press. USA.
- Hook, J. 1991. Seasonal variation in relative abundance and species diversity of fishes in South Bay. *Contributions in Marine Science* 52: 127-141.
- Humphries, P.; I.C. Potter y N.R. Loneragan. 1992. The fish community in the shallows of a temperate Australian estuary: relationships with the aquatic macrophyte *Ruppia megacarpa* and environmental variables. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 34:325-346.

- Hyndes G.A., I.C. Potter y R.C.J. Lenanton. 1996 Habitat partitioning by whiting species (Sillaginidae) in coastal waters. *Environmental Biology of Fishes* **45**:21-40.
- Jumars, P.A. 1993. *Concepts in Biological Oceanography. An Interdisciplinary Primer*. Oxford University Press. USA.
- Kessler, R.K. 1997. The functional importance of shoreline habitats to fishes of the Ohio River. *Dissertation Abstracts International Part B: Science and Engineering* **58**(11):5758.
- Kinne, O. (Ed). 1973. *Marine Ecology. A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Ocean and Coastal Waters*. John Wiley & Sons. Great Britain.
- Kobelkowsky, A. 1985. Los peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biotica* **10**(2):145-156.
- Kobelkowsky, A. 1991. Ictiofauna de las lagunas costeras del estado de Veracruz, 74-93 pp. In: M. G. Figueroa, C. Alvarez, A. Esquivel y E. Ponce (Eds.), *Fisicoquímica y Biología de las Lagunas Costeras Mexicanas*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Kobelkowsky, A. y M. Castillo-Rivera. 1995. Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiológica* **5**(1-2):95-103.
- Krebs, C. 1994. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 4<sup>th</sup> Ed. Harper Collins College Pub. USA.
- Krebs, C. 1999. *Ecological Methodology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Addison-Wesley. California.
- Kushlan J. 1976. Environmental stability and fish community diversity. *Ecology* **57**:821-825.
- Lankford, R. 1977. Coastal Lagoon of México. Their origin and Classification. In: M. Wiley (Ed.), *Estuarine Processes*, Academic Press., 2:182-215.
- Layman, C.A. 2000. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **51**(2):201-213.
- Livingston, R. J. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organism in north Florida estuary. *Estuarine Coastal of Marine Science* **4**:373-400.
- López, E. R., 1979. *Geología de México*. Tomo II. México.
- Lowe-McConnell, R.M. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Lubbers, L., W.R. Boynton y W.M. Kemp. 1990. Variations in structure of estuarine fish communities in relation to abundance of submersed vascular plants. *Marine Ecology Progress Series* **65**:1-14.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Croon Helm. London.
- Moyle, P.B. y J.J. Cech. 2000. *Fishes: an Introduction to Ichthyology*. 4<sup>th</sup> Ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Nash, R.D.M. 1986. Diel fluctuations of a shallow water fish community in the inner Oslofjord, Norway. *Marine Ecology* **7**(3):219-232.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World*. 3<sup>rd</sup> John Wiley. New York.
- Odum, P. 1972. *Ecología*. 3<sup>ra</sup> Ed. Interamericana. México.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley. USA.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley. USA.
- Potts, G.W. 1990. Crepuscular behaviour of marine fishes, In: P. J. Herring, A. K. Campebell, M. Whitfiels y L. Maddock. Light and Life in the sea, (eds) University Press, Cambridge.

- Reséndez-Medina, A. 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie de Ciencias del Mar y Limnología* **41** (1):79-149.
- Reséndez-Medina, A. 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe, entre 1966 y 1978, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* **50**(1): 633- 644.
- Reséndez-Medina, A. 1981a. Peces colectados en el sistema lagunar EL Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* **51**(1):477-504.
- Reséndez-Medina, A. 1981b. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. I. *Biotica* **6**(3): 239-291.
- Reséndez-Medina, A. 1981c. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. II. *Biotica*, **6**(4):345-430.
- Reséndez-Medina, A. 1983. *Hidrología e Ictiofauna de la Laguna de Zontecomapan, Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* **53**(1): 385-417.
- Reséndez-Medina, A. y A. Kobelkowsky, 1991. Ictiofauna de los Sistemas Lagunares Costeros del Golfo de México, México. *Universidad y Ciencia* **8**(15): 91-110.
- Rivas, L. R. 1986. Systematic Review of the Perciform Fishes of the Genus *Centropomus*. *Copeia* **1986**(3):579-611.
- Robblee, M.B. y J.C. Zieman. 1984. Diel variation in the fish fauna of a tropical seagrass feeding ground. *Bulletin of Marine Science* **34**:335-345.
- Robins, C. R. y G. R. Ray. 1986. A field guide to Atlantic coast fishes of North America. The Petersen Field Guide Series; 32. USA.
- Robins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea y B. Scott. 1991. Common and Scientific names of fishes from United States and Canada. 5<sup>th</sup> Ed. American Fisheries Society, Special Publication No. 20. Bethesda, Maryland
- Ross, S. T., R. H. MacMichael y D. L. Ruple. 1987. Seasonal and Diel Variation in the standing crop of fishes and Macroinvertebrates from a Gulf of Mexico Surf Zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **25**: 391-412.
- Rozas, L.P. y C. Hackney. 1984. Use of oligohaline marshes by fishes and macrofaunal crustaceans in North Carolina. *Estuaries* **7**:213-224.
- Salvadores-Baledón, M. y A. Reséndez-Medina. 1990. Modificaciones en la composición ictiofaunística del sistema laguna El Carmen-Machona, Tabasco, por la apertura de la boca panteones. *Universidad y Ciencia* **7**(14):5-13.
- Schluter, D. y R.E. Ricklefs. 1993. *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. University of Chicago Chicago.
- Siegel, S. y N.J. Castellan. 1988. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. 2<sup>nd</sup> Ed. Mc-Graw-Hill. New York.
- Sheridan, P.F. 1983. Abundance and distribution of fishes in the Galveston Bay system, 1963-1964. *Contributions in Marine Science* **26**:143-163.
- Simberloff, D. 1983. Competition theory, hypothesis-testing, and other community ecological buzz-words. *American Naturalist* **122**:626-635.
- Snelson, F.F. y M.R. Johnson. 1995. Epibenthic fish diversity in Mosquito Lagoon: A decade of relative stability. *Bulletin of Marine Science* **57**(1):284-285.

- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1995. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3<sup>rd</sup> Ed. W.H. Freeman. New York.
- Stiling, P. D. 1996. *Ecology. Theories and Applications*. 2<sup>nd</sup> Ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Stoner, A.W. 1986. Community structure of the demersal fish species of laguna Joyuda, Puerto Rico. *Estuarine*, **9**:142-152.
- Stoner, A.W. 1991. Diel variation in the catch of fishes and penaid shrimp in a tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **33**:57-69.
- Teague, W.G. 1951. The sea-Robins of America a revision of the triglid fishes of the genus *Prionotus*. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* **3**(61):1-8.
- Thiel, R., A. Sepúlveda, R. Kafemann y W. Nellen. 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of Fish Biology* **46**:47-69.
- Topp, R. y F. Hoff. 1972. Flatfishes (*Pleuroneciformes*). *Memoirs of the hourglass cruises*, **4**:1-135.
- Tremain, D.M. y D.H. Adams. 1995. Seasonal variations in species diversity, abundance, and composition of fish communities in the northern Indian River Lagoon, Florida. *Bulletin of Marine Science* **57**:171-192.
- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research* **18**(6):653-694.
- Whitehead, P.J.P. 1985. FAO species catalogue. Vol.7. *Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoide)*. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1-*Chirocentridae, Clupeidae* and *Pristigasteridae*. FAO Fish Synop., (125) Vol. 7, Pt.1:304 p.
- Whitehead, P.J.P., G.J. Nelson y T. Wongratana. 1988. FAO species catalogue. Vol 7. *Clupeoid fishes of the world (Engraulidae)*. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 2 - *Engraulidae*. FAO Fish Synop., (127) Vol. 7, Pt.2 :305-579p.
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall. Great Britain.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera*. AGT Editor, México.
- Yáñez-Arancibia, A. y A. Lara-Domínguez. 1983. Dinámica ambiental de la Boca de Estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos de 24 hrs. (Laguna de Términos, sur del Golfo de México). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. **10**(1):85-116.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua-Linares y J. Day. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico, 465-482 p. *In*: V. S. Kennedy (Ed.), *Estuarine Perspectives*. Academic Press. New York. 534 p.
- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, I. Vargas-Maldonado, P. Chavance, F. Amezcua-Linares, A. Aguirre-León y S. Díaz-Ruíz. 1982. Ecosystem dynamics and nichthemeral and seasonal programming of fish community structure in a tropical estuarine inlet, Mexico. *In*: P. Lasserre and H. Postma (Eds.), *Coastal Lagoons, Oceanologica Acta*. Vol. Spec., **5**(4):417-429.
- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez y H. Alvarez-Guillén. 1985a. Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets. Chap. 7:127-168. *In*: A. Yáñez-Arancibia (Ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem integration*. UNAM Press, México. 654 p.

- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Dominguez, P. Sánchez-Gil, I. Vargas-Maldonado, M. Gracia-Abad, H. Alvarez- Guillen, M. Tapia-Garcia, D. Flores-Hernández y F. Amezcua-Linares. 1985b. Ecology and evaluation of fish community in coastal ecosystem: Estuary-Shell interrelationships in the Southern Gulf of Mexico. Chap. 22:475-498. *In*: A. Yáñez-Arancibia (Ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem integration*. UNAM Press, México. 654 p.
- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, J. Rojas-Galaviz, P. Sánchez-Gil y G. Madden. 1988. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (Southern Gulf of Mexico). *Journal of Fish Biology* **33** (Supplement A): 191-200.
- Young, G.C., I.C. Potter, G.A. Hyndes y S. Lestang. 1997. The ichthyofauna of an intermittently open estuary: Implications of bar breaching and low salinities on faunal composition. *Estuarine Coast and Shelf Science* 45:53-68.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4<sup>th</sup> Ed. Prentice Hall. New Jersey.

**Apéndice 1.** Especies registradas en la laguna de Pueblo Viejo, tanto en el presente estudio, como en los trabajos de Kobelkowsky (1991), Castillo-Rivera *et al.* (1997) y Castillo-Rivera *et al.* (2002).

ESPECIES	Presente estudio	Kobelkowsly (1991)	Castillo-Rivera <i>et al.</i> (1997)	Castillo-Rivera <i>et al.</i> (2002)
Dasyatidae				
<i>Dasyatis sabina</i>		x	x	
Elopidae				
<i>Elops saurus</i>	X	x	x	x
Ophichthidae				
<i>Mirophis punctatus</i>		x	x	x
<i>Ophichthus gomesii</i>			x	x
Engraulidae				
<i>Anchoa hepsetus</i>	X	x	x	x
<i>Anchoa mitchilli</i>	X	x	x	x
<i>Anchovia sp</i>				x
<i>Cetengraulis edentulus</i>	X	x	x	x
Clupeidae				
<i>Brevoortia gunteri</i>	X	x	x	x
<i>Brevoortia patronus</i>	X	x	x	x
<i>Dorosoma cepedianum</i>		x	x	x
<i>Dorosoma petenense</i>		x	x	x
Characidae				
<i>Astyanax mexicanus</i>				x
Aridae				
<i>Ariopsis felis</i>	x	x	x	x
<i>Bagre marinus</i>	x	x	x	x
<i>Cathorops melanopus</i>	x	x	x	x
Synodontidae				
<i>Synodus foetens</i>	x	x		
Batrachoididae				
<i>Opsanus beta</i>	x	x	x	x
<i>Porichthys porosissimus</i>	x	x	x	
Mugilidae				
<i>Mugil cephalus</i>	x	x	x	x
<i>Mugil curema</i>	x	x	x	x
Atherinidae				
<i>Membras martinica</i>	x	x	x	x
<i>Menidia beryllina</i>	x	x	x	x
Belonidae				
<i>Strongylura marina</i>	x	x	x	x
<i>Strongylura notata</i>		x	x	x
<i>Strongylura timucu</i>		x	x	x
Hemirhamphidae				
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>		x		x
Poeciliidae				
<i>Poecilia mexicana</i>			x	x
Cyprinodontidae				
<i>Fundulus grandis</i>		x	x	x
<i>Lucania parva</i>		x		



Continuación Apéndice

Sygnathidae				
	<i>Syngnathus louisianae</i>		X	X
	<i>Syngnathus scovelli</i>	X	X	X
Triglidae				
	<i>Prionotus scitulus</i>	X		
Centropomidae				
	<i>Centropomus mexicanus</i>	X		
	<i>Centropomus parallelus</i>	X	X	X
	<i>Centropomus undecimalis</i>			X
Serranidae				
	<i>Mycteroperca sp</i>			X
Carangidae				
	<i>Caranx hippos</i>	X	X	X
	<i>Oligoplites saurus</i>		X	
	<i>Selene setapinnis</i>	X	X	
	<i>Selene vomer</i>		X	X
Lutjanidae				
	<i>Lutjanus griseus</i>	X	X	
Gerreidae				
	<i>Diapterus auratus</i>	X	X	X
	<i>Diapterus rhombeus</i>		X	X
	<i>Eucinostomus argenteus</i>		X	X
	<i>Eucinostomus gula</i>	X		
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	X	X	X
	<i>Eugerres plumieri</i>		X	X
Haemulidae				
	<i>Orthopristis chrysoptera</i>		X	X
	<i>Pomadasys croco</i>		X	X
Sparidae				
	<i>Archosargus probatocephalus</i>	X	X	X
	<i>Calamus penna</i>		X	
	<i>Lagodon rhomboides</i>	X	X	X
Polynemidae				
	<i>Polydactylus octonemus</i>		X	
Sciaenidae				
	<i>Bairdiella chrysoura</i>	X	X	X
	<i>Bairdiella ronchus</i>		X	X
	<i>Bairdiella sp</i>			X
	<i>Cynoscion arenarius</i>	X		X
	<i>Cynoscion nebulosus</i>		X	X
	<i>Cynoscion nothus</i>	X		
	<i>Leiostomus xanthurus</i>	X	X	X
	<i>Micropogonias furnieri</i>		X	
	<i>Micropogonias undulatus</i>	X		
	<i>Micropogonias sp</i>			X
	<i>Pogonias cromis</i>	X	X	X
Cichlidae				
	<i>Oreochromis sp</i>		X	X
	<i>Tilapia sp</i>	X		

Continuación Apéndice

Blenniidae				
<i>Chasmodes bosquianus</i>	x	x		
<i>Hypsoblennius hentzi</i>			x	
Eleotridae				
<i>Eleotris pisonis</i>		x	x	x
<i>Erotelis smaragdus civittatum</i>		x	x	x
<i>Dormitor maculatus</i>		x	x	x
<i>Gobiomurus dormitor</i>		x	x	x
Gobiidae				
<i>Bathygobius soporator</i>		x	x	x
<i>Evorthodus lyrucus</i>	x	x	x	x
<i>Gobioides broussonneti</i>		x		
<i>Gobionellus boleosoma</i>	x	x	x	x
<i>Gobionellus hastatus</i>	x	x	x	x
<i>Gobionellus shufeldti</i>		x	x	
<i>Gobiosoma bosci</i>		x	x	x
Ephippidae				
<i>Chaetodipterus feber</i>		x		
Trichiuridae				
<i>Trichiurus lepturus</i>	x	x	x	x
Scombridae				
<i>Scomberomorus maculatus</i>		x		
Tetraodontidae				
<i>Spheroides nephelus</i>		x		
Stromateidae				
<i>Peprilus paru</i>		x		x
Bothidae				
<i>Citharichthys spilopterus</i>	x	x	x	x
Achiridae				
<i>Achirus lineatus</i>		x	x	x
Cynoglossidae				
<i>Symphurus civitatus</i>			x	
<i>Symphurus plagiusa</i>	x	x	x	x