

Recuperación de la Ictiofauna Juvenil después del Impacto del Huracán “Wilma” en un Área Natural Protegida

VICTOR D. GARCÍA-HERNÁNDEZ, U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, y M. E. VEGA-CENDEJAS
Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Km 6, carretera a Progreso, A.P.73,
Cordemex, C.P. 97310. Mérida Yucatán, México

RESUMEN

Los huracanes afectan las lagunas costeras, modificando sus hábitats y transformando rápidamente la distribución, abundancia y riqueza de los organismos presentes en estos sistemas. El objetivo del presente trabajo fue analizar, como se ha recuperado la ictiofauna juvenil después del paso de “Wilma” (2005), en el sistema lagunar de Yalahau, localizado al noreste de la península de Yucatán. Se realizaron 4 muestreos nocturnos a lo largo de 10 meses, en 8 sitios del sistema. Para la captura de peces juveniles se utilizó un red Renfro de 1.0 mm de luz de malla. Se recolectaron un total de 396 peces en estadio juvenil, distribuidas en 39 especies. Comparando los datos obtenidos con un estudio previo, se identificó una disminución considerable en la riqueza de especies de 85 a 39, así como de la abundancia promedio mensual de 608 a 99 peces, debida principalmente a modificaciones en el hábitat. Con el paso del tiempo se observó un ligero aumento en la riqueza, abundancia y diversidad de peces, sin llegar a ser significativa. De acuerdo a la curva de acumulación de especies, el inventario en la laguna es incompleto, obteniendo un número potencial de especies de 85, por debajo de inventarios anteriores (119). La desaparición y/o disminución de las praderas de pastos marinos por efecto de Wilma, influyeron directamente en un decremento en la riqueza y abundancia de la ictiofauna juvenil. En este sistema las praderas son utilizadas como zonas de refugio, alimentación y posibles áreas de crianza. Al aumentar la cobertura de las praderas de pastos, los peces han repoblado el sistema; sin embargo aun no se registran los valores de diversidad previos al paso del huracán.

PALABRAS CLAVES: Abundancia, riqueza, peces, Yalahau, Wilma.

Recovery of the Juvenile Fishes after the Impact of Hurricane Wilma in a Natural Protected Area

Hurricanes affect the coastal lagoons, modifying their habitat and transforming the distribution, abundance and richness of the organisms present in these systems. The objective of the present work was to analyze, how the juvenile fishes have been recuperated after “Wilma”, in the Yalahau lagoon system, located to the northeast of the Yucatan Peninsula. 4 nocturnal sampling throughout 10 months were made, in 8 sites of the system. For the capture of juvenile fish a bar network Renfro type with 1,0 mm mesh was used. A total of 396 juvenile fish were collected, distributed in 39 species. Comparing the data collected with a previous study, a considerable diminution of the species richness from 85 to 39, as well as of the monthly average abundance of 608 to 99 fish was identified, because of habitat modifications. With the passage of time a slight increase in the richness, abundance and diversity was observed, however it was not significant. According to the species accumulation curve, the inventory in the lagoon is incomplete obtaining a potential number of 85 species, below previous inventories (119). The disappearance and/or diminution of the turtle grass meadows by effect of Wilma directly influenced the decrease in juvenile fishes species richness and abundance. Has been recognized, that in this systems the meadows are used as refuge, feeding zones and possible nursery areas. When the turtle grass meadows cover were increased in the system, the fishes have restock; however the same values recorded before hurricane Wilma have not been registered.

KEY WORDS: Abundance, richness, fish, Yalahau, Wilma

INTRODUCCIÓN

La evolución de los ecosistemas tropicales se asocia con eventos naturales de magnitud variada (Nott y Hayne 2001), entre los que destacan los huracanes. El impacto de un huracán puede transformar en un día la distribución y abundancia de los organismos y generar patrones muy distintos a los previos (Woodley *et al.* 1981) y en un plazo de tiempo mayor, estos episodios promueven cambios evolutivos en el ecosistema (Boero 1996, Scheffer *et al.* 2001). Cuando la trayectoria de un huracán pasa por sitios someros o con reducido cambio por mareas, como es el caso de las lagunas costeras, los hábitats en estos ecosistemas se ven severamente afectados (Salazar-Vallejo 2002). Estos efectos se ven reflejados en los ensamblajes de peces de estos sistemas, principalmente en los primeros estadios de vida (larvas y juveniles). El objetivo del presente trabajo fue analizar la recuperación de la ictiofauna juvenil después del paso de “Wilma” (2005), en el sistema lagunar

de Yalahau, localizado al noreste de la península de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Laguna Yalahau también conocida como laguna Conil se localiza en la parte noreste de la Península de Yucatán, en el Estado de Quintana Roo, México, entre los paralelos 21° 26' y 21° 36' de latitud Norte y los 87° 08' y 87° 29' de longitud Oeste, con un área aproximada de 275 km². El sistema lagunar de Yalahau, se caracterizaba por presentar áreas someras con una profundidad promedio de 2m, donde se localizan praderas de macrófitas, dominadas principalmente por *Thalassia testudinum* Banks ex Koing 1805, tanto en la parte interna como en su boca (Figura 1).

Después del paso del huracán Wilma, por la Península de Yucatán, se realizaron 4 muestreos nocturnos, distribuidos a lo largo de 10 meses (noviembre 2005 a agosto 2006) en 8 estaciones de muestreo, establecidas en estudios anteriores en la laguna (García-Hernández 2004). Estas

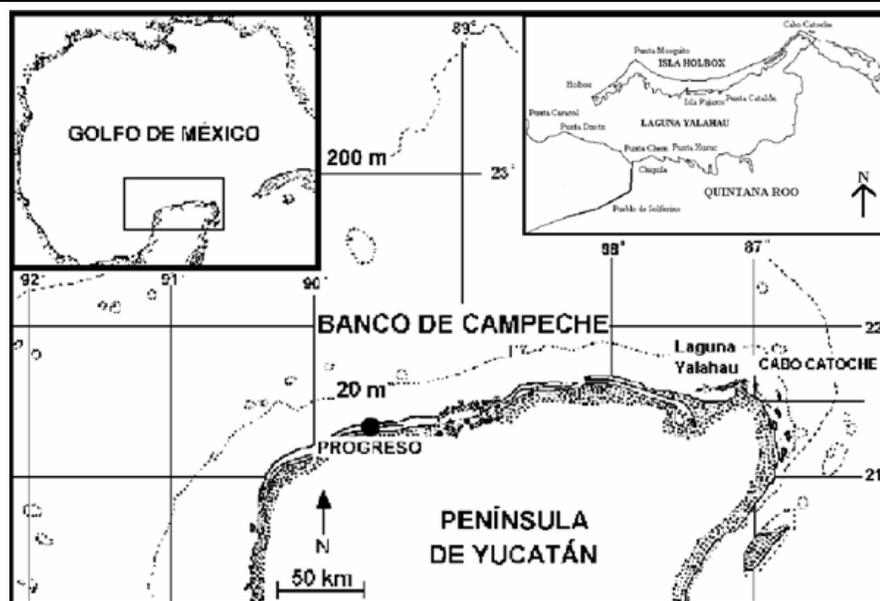


Figura 1. Ubicación del área de estudio: Laguna Yalahau, Península de Yucatán, México.

estaciones se ubicaron sobre áreas someras que presentaban grandes praderas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) antes del paso del huracán.

Las capturas se realizaron con una red de barra tipo Renfro de 1.6 x 0.5 m de boca, una longitud de 1.5 m y una luz de malla de 1.0 mm, sobre un transecto de 31 m (~ 50 m²) en cada sitio. Los organismos recolectados se fijaron en una solución de formalina en agua de mar al 4%. Cada organismo fue identificado, pesado y medido.

Con los datos obtenidos, se estimaron las fluctuaciones mensuales de la abundancia de peces juveniles en el sistema, además se calcularon los parámetros ecológicos de riqueza (número de especies), diversidad, equidad y dominancia, mediante el programa de computación ANACOM (De la Cruz 1994). También se construyeron curvas de acumulación de especies, mediante la ecuación de Clench, con la finalidad de comparar el inventario de especies obtenido en el presente estudio con trabajos previos, para lo cual se utilizó el software EstimateS 6.0 (Colwell, 2000), considerando como unidad de esfuerzo de muestreo a la captura acumulada de especies en los 8 sitios por cada mes. Para complementar la información se asignó a cada especie la categoría ecológica de acuerdo al criterio de Castro-Aguirre *et al.* (1999), señalando además si la especie presenta algún tipo de importancia comercial.

Es necesario aclarar que durante el primer muestreo, realizado a finales del mes de Noviembre, no se capturaron peces juveniles en los sitios de estudio, ya que la zona presentaba un alto impacto ambiental producto del paso de "Wilma", como fue la desaparecieron en su totalidad de las praderas de *Thalassia testudinum*, aunado a que existió una alta tasa de resuspensión de sedimentos. Por lo anterior se omitió este mes en el análisis de los resultados integral.

RESULTADOS

Se colectaron un total de 396 peces juveniles con una biomasa total de 492 gr. Los peces colectados se distribuyeron en 27 familias con 39 especies, de éstas 23 tiene algún tipo de importancia económica (Tabla 1).

De las 39 especies reportadas el 54% son estenohalinas y el 41% eurihalinas, ambas del componente marino, mientras que solo el 5% son residentes permanentes de la laguna. La familia Syngnathidae fue la más representativa con un total de 5 especies, las demás familias solo presentaron 1 o 2 especies como máximo (Figura 2).

La mayor abundancia y riqueza de especies se presentó en el segundo mes de muestreo, mientras que la mayor diversidad y equidad fue en el tercero. Por otra parte, El primer mes de muestreo se obtuvieron los menores valores de abundancia y riqueza de especies, pero la menor diversidad y equidad se presentó durante el segundo mes. Los parámetros ecológicos de abundancia y riqueza son menores a los reportados en un estudio realizado en el año 2002 (ver García-Hernández 2004). Por su parte, la diversidad y equidad para la ictiofauna juvenil de Laguna Yalahau, aumentaron en el año 2006 (Tabla 2).

El Índice de Valor de Importancia (IVI) indicó que *Lagodon rhomboides* fue la especie más dominante (25%) en el sistema, en relación con su abundancia y biomasa así como frecuencia de captura, seguida de *Orthopristis chrysoptera* (18%). En conjunto, 6 especies fueron las más dominantes en la laguna, aportando el 58% de la dominancia total para el sistema lagunar (Figura 3).

La curva de acumulación de especies nos permitió identificar una disminución en el inventario actual con respecto al inventario de 2002, de 92 especies a 39 reportadas, calculando un número potencial de especies a capturar de 85. De acuerdo al modelo de Clench, el

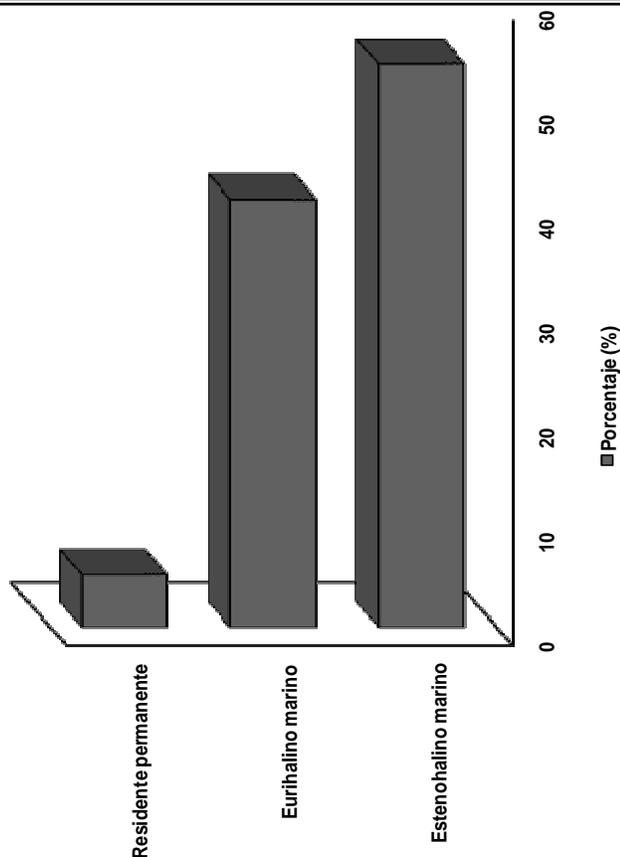


Figura 2. Categorías ecológicas de la ictiofauna juvenil en Laguna Yalahau, después del impacto de “Wilma”, de acuerdo a Castro-Aguirre *et al.* (1999)

coeficiente de determinación (R^2) para este inventario fue de 0.999, mientras que la varianza explicada fue del 99%, aunque la calidad del inventario (46%) es muy baja (figura 4).

DISCUSIÓN

El primer efecto cuantificable del paso del huracán “Wilma” por Laguna Yalahau, es la drástica disminución en la abundancia y riqueza de especies de la ictiofauna juvenil en este sistema. En este sentido un monitoreo en el litoral Caribe de Panamá mostró que los ciclones afectan la distribución y abundancia de los organismos ahí presentes (Cubit 1994). Esta disminución se relacionó directamente a la pérdida de las praderas de pastos por efecto del huracán, este tipo de sistemas se han caracterizado por ser consideradas como áreas de crianza, refugio y alimentación para una gran diversidad de peces juveniles (Nagelkerken *et al.* 2000, García-Hernández 2004).

Después de 10 meses del impacto de Wilma, se observó una ligera recuperación de la fauna de peces juveniles, aunque sin llegar a valores anteriores al huracán. Esta recuperación de la fauna va íntimamente ligada a la recuperación de las praderas de pastos, en sitios donde la recuperación de estos hábitats ha sido baja o nula, no se

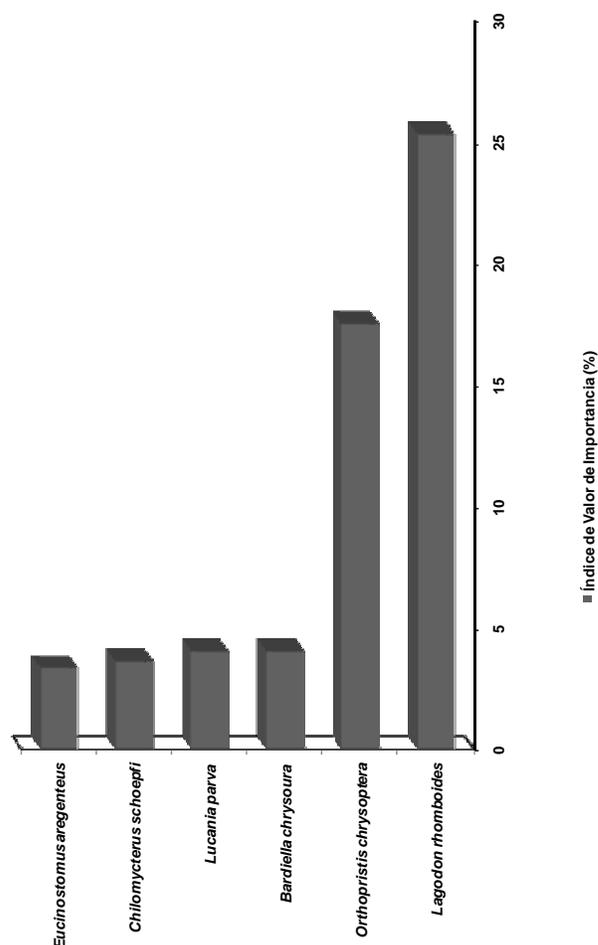


Figura 3. Especies dominantes de la ictiofauna juvenil en Laguna Yalahau, después del impacto de “Wilma”, mediante el Índice de Valor de Importancia.

observó un incremento en la abundancia y riqueza de peces juveniles. De acuerdo a Kaufman (1983), el impacto de los huracanes sobre los ensamblajes de peces puede percibirse hasta un año después ya que se mantienen diferencias marcadas.

Los sitios junto al margen continental de la laguna fueron los más afectados en la pérdida de pastos marinos y resuspensión de sedimento (observación personal), en estos hábitats se observó que la recuperación ha sido muy baja o nula, existiendo una sustitución de las especies que utilizan estos hábitats, de especies que habitan en las praderas de pastos a especies de ambientes lodosos, pero en bajas abundancias.

En este estudio se capturaron en su mayoría especies estenohalinas y eurihalinas del componente marino en fase juvenil, que una vez que han incrementado su talla y peso corporal migran a su hábitat de adulto fuera de la laguna, alcanzando su madurez sexual y completando su ciclo de vida (Gunter 1961). A pesar de la disminución de la riqueza en este sistema, relaciones similares en la conformación ecológica de los ensamblajes de peces han sido

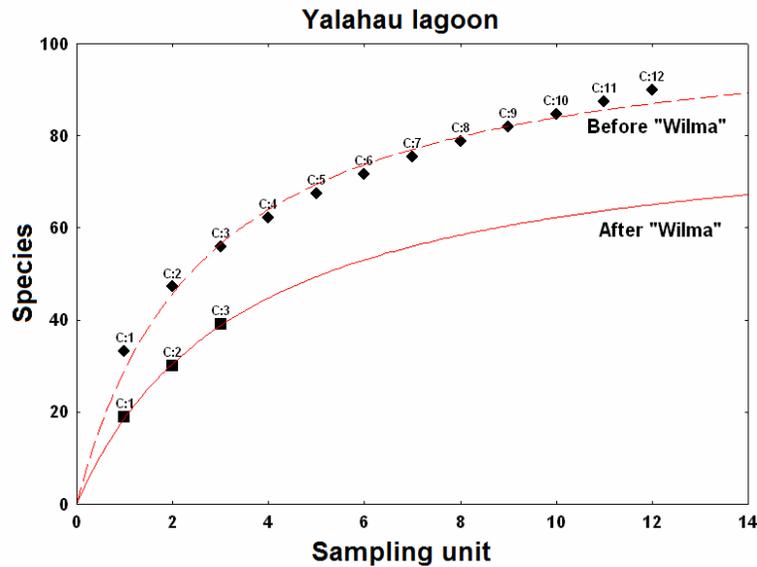


Figura 4. Curva de acumulación de especies para el inventario de la ictiofauna juvenil en Laguna Yalahau después del impacto del huracán “Wilma”. $S_{obs}=39$, número potencial=85, $R^2=0.999$, calidad 46%, pendiente=0.009.

reportadas para esta laguna (García-Hernández 2004; Ordoñez-López y García-Hernández 2005).

Los ensamblajes de peces juveniles después del paso de Wilma, mantienen una característica en común con otros ensamblajes, y es que se encuentran conformados por pocas especies dominantes que residen en ella todo o gran parte del año y por especies que entran en ella en ciertos periodos de su ciclo de vida, principalmente en estadios juveniles (Vega-Cendejas 1998) y que ha sido reportada con anterioridad dentro de este sistema (García-Hernández 2004 y Ordoñez-López y García-Hernández 2005). Las especies dominantes son importantes en el control de la estructura y función de los ensamblajes, lo cual logran acoplado su ciclo de vida, conducta trófica y biológica a los cambios en las condiciones ambientales de su hábitat (Yañez-Arancibia y Nugent 1988).

Por otra parte, la curva de acumulación de especies, indico un buen ajuste al modelo de Clench ($r^2=0.999$), pero la calidad del mismo dista mucho de ser completo, la estimación de la función de Clench es poco fiable debido a la elevada pendiente al final de la curva (Jiménez-Valverde y Joaquin Hortal 2003). En este estudio el número potencial de especies calculado para el modelo fue de 85, siendo un valor de riqueza mucho menor al reportado por García-Hernández y colaboradores (En prensa) para el 2002 en esta laguna, que fue de 92 especies con un número potencial de 119.

Los resultados del inventario obtenido después del paso del huracán deben ser tomados con mucha cautela al establecer conclusiones sobre la riqueza del sistema lagunar y de establecer comparaciones faunísticas con inventarios anteriores o de otros sistemas. En este sentido Adler y Lauenroth (2003) mencionan que conviene tener presente que un inventario real no llega a completarse

nunca, por lo que la estimación final del número de especies depende de la resolución temporal y espacial que empleemos en el muestreo, siendo necesario que las estimaciones de la riqueza especifiquen el área y periodo temporal de la toma de muestras.

A manera de conclusión este estudio nos permitió identificar un fuerte impacto en la disminución de la abundancia y riqueza de especies de peces juveniles en este sistema, después del paso del huracán “Wilma”. Este decremento estuvo directamente relacionado con la desaparición y/o disminución de las praderas de pastos marinos por efecto del huracán. En este sistema las praderas son utilizadas como zonas de refugio, alimentación y posibles áreas de crianza. Al aumentar la cobertura de las praderas de pastos, los peces han repoblado el sistema; sin embargo aun no se registran los valores de diversidad previos al paso del huracán. Aunque de manera general los ensamblajes de peces después del huracán, siguen manteniendo las características de otros sistemas, como es la presencia de pocas especies dominantes por su abundancia y muchas especies de baja abundancia.

Finalmente este tipo de estudios nos permitirán estimar el tiempo que tardan en recuperarse los ensamblajes de peces juveniles en este tipo de sistemas, después del impacto de este tipo de fenómenos. Esto sin contar el efecto antropogenico que en Laguna Yalahau es reducido, lo que podría reducir el tiempo de recuperación del sistema lagunar.

Tabla 1. Abundancia y biomasa absoluta de la ictiofauna juvenil en Laguna Yalahau, después del impacto del huracán "Wilma", se indican las especies con importancia comercial (I.E.) y su categoría ecológica (C.E.). Categoría Ecológica: 1B=Habitante permanente del conjunto estuarino-lagunar. 2A=Especie eurihalina del componente marino. 2B=Especie estenohalina del componente marino.

| Familia | Especies | Abundancia | Biomasa | I. E. | C. E. |
|-----------------|------------------------------------|------------|---------|-------|-------|
| Engraulidae | <i>Anchoa mitchilli</i> | 1 | 0.53 | si | 2A |
| Synodoridae | <i>Synodus foetens</i> | 5 | 5.30 | | 2A |
| Ophidiidae | <i>Lepophidium brevibarbe</i> | 1 | 0.19 | | 2B |
| Batrachoididae | <i>Opsanus beta</i> | 1 | 6.54 | | 2A |
| Atherinidae | <i>Atherinomorus stipes</i> | 1 | 0.08 | si | 2B |
| Belonidae | <i>Strongylura notata</i> | 1 | 0.01 | | 2A |
| Fundulidae | <i>Lucania parva</i> | 38 | 2.25 | si | 1B |
| Cyprinodontidae | <i>Floridichthys polyommus</i> | 18 | 1.68 | | 1B |
| Syngnathidae | <i>Anarchopterus criniger</i> | 1 | 0.43 | si | 2B |
| | <i>Cosmocampus elucens</i> | 7 | 0.77 | | 2B |
| | <i>Hipocampus zostera</i> | 2 | 0.13 | si | 2B |
| | <i>Syngnathus floridae</i> | 1 | 0.76 | | 2A |
| | <i>Syngnathus lousianae</i> | 2 | 1.36 | | 2A |
| Scorpaenidae | <i>Scorpaena brasiliensis</i> | 1 | 14.51 | si | 2B |
| Triglidae | <i>Pionatus scitulus</i> | 1 | 0.14 | | 2B |
| Serranidae | <i>Mycteroperca bonaci</i> | 2 | 1.31 | si | 2B |
| | <i>Mycteroperca mircolepis</i> | 1 | 0.51 | si | 2B |
| Lutjanidae | <i>Lutjanus apodus</i> | 1 | 0.04 | si | 2A |
| | <i>Lutjanus griseus</i> | 4 | 0.56 | si | 2A |
| Gerreidae | <i>Eucinostomus argenteus</i> | 26 | 7.82 | si | 2A |
| | <i>Eucinostomus gula</i> | 3 | 5.21 | si | 2A |
| Haemulidae | <i>Haemulon flavolineatum</i> | 10 | 6.02 | si | 2B |
| | <i>Haemulon plumieri</i> | 4 | 2.15 | si | 2B |
| | <i>Orthopristis chrysoptera</i> | 80 | 131.72 | si | 2B |
| Sparidae | <i>Archosaurus probatocephalus</i> | 1 | 0.03 | si | 2A |
| | <i>Lagodon rhomboides</i> | 129 | 186.04 | si | 2A |
| Scianidae | <i>Bardiella chrysoura</i> | 29 | 5.82 | si | 2A |
| | <i>Cynoscion nebulosus</i> | 4 | 0.93 | si | 2A |
| Scaridae | <i>Nicholsina usta</i> | 1 | 0.14 | | 2B |
| Bleniidae | <i>Hypsoblenius ionthas</i> | 1 | 0.02 | | 2B |
| Gobiosocidae | <i>Gobiesox punctulatus</i> | 1 | 0.46 | | 2A |
| | <i>Gobiesox stromusus</i> | 1 | 0.19 | | 2A |
| Gobidae | <i>Gobiosoma robustum</i> | 9 | 2.40 | | 2A |
| Paralichthyidae | <i>Paralichthys albiguta</i> | 1 | 2.23 | | 2B |
| Achiridae | <i>Achiurus lineatus</i> | 3 | 26.49 | | 2A |
| Cynoglosidae | <i>Symphurus plagiusa</i> | 1 | 1.68 | si | 2A |
| Monacanthidae | <i>Stepanolepis hispidus</i> | 1 | 0.12 | si | 2B |
| Tetraodontidae | <i>Sphoeroides testudinum</i> | 1 | 32.16 | | 2A |
| Diodontidae | <i>Chilomycterus schoepfii</i> | 1 | 42.80 | si | 2A |

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de la tesis doctoral del M.C. Víctor D. García-Hernández del CINVESTAV Unidad Mérida. Los autores agradecen al Gobierno de Yucatán (C. Ivonne Ortega Pacheco), Secretaria de Educación del Estado de Yucatán (Dr. Raúl Humberto Godoy Montañez) y al H. Ayuntamiento de Mérida (Ing. Cesar Bojórquez Zapata), por su apoyo económico para la participación en la 60va Reunión

Tabla 2. Parámetros ecológicos registrados para la ictiofauna juvenil de Laguna Yalahau posterior al paso del huracán Wilma, así como comparación anual antes y después del huracán.

| Tiempo | Meses | | | Años | |
|------------------------|-------|-------|-------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 2002 | 2006 |
| Abundancia (N° de ind) | 51 | 227 | 118 | 7273 | 396 |
| Riqueza (S) | 17 | 20 | 19 | 92 | 39 |
| Diversidad /bits/ind) | 2.727 | 2.260 | 3.087 | 2.4 | 3.4 |
| Equidad | 0.667 | 0.523 | 0.727 | 05 | 0.6 |

LITERATURA CITADA

- Adler, P.B. and W.K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letter* **6**:749-756.
- Boero, F. 1996. Episodic events: Their relevance to Ecology and Evolution. P.S.Z.N.I. *Marine Ecology* **17**:237-250.
- Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez, and J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna Estuarino –Lagunar y Vicaria de México*. Limusa. México. 711 pp.
- Colwell, R.K. 2000. EstimateS: Static Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide) Versión 6.0. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Cubit, J.D. 1994. Global climate change and the importance of tidal flat ecosystems in the Caribbean and Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* **54**: 3
- De la Cruz Agüero, G. 1994. *ANACOM: Sistema para el Análisis de Comunidades y Manual del Usuario*. CINVESTAV – Unidad Mérida. 99 pp.
- García-Hernández, V.D. 2004. Influencia de la complejidad estructural de *Thalassia testudinum* sobre la comunidad íctica juvenil en laguna Yalahau, Quintana Roo. Tesis de Maestría. Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, México. 144 pp.
- García-Hernández, V.D., U. Ordoñez-López, T. Vázquez-Hernández y J.N. Álvarez-Cadena. [En prensa]. Fish larvae and juvenile checklist from the North of the Yucatan Peninsula, Mexico with 39 new records for the region.
- Gunter, G. 1961. Some relations of estuarine organism to salinity. *Limnology and Oceanography* **6**:182-190.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Acarología* **8**:151-157
- Kaufman, L.S. 1983. Effect of Hurricane Allen on reef fish assemblages near Discovery Bay, Jamaica, West Indies. *Journal of Marine Research* **44**:119-148
- Nagelkerken, I., M. Dorenbosch, W.C. Verberk, E. Cocheret de la Morinière, and G. van der Velde. 2000. Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean bay for juvenile coral reef fishes: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Marine Ecology Progress Series* **202**:175-192.
- Nott, J. and M. Hayne. 2001. High frequency of "super-cyclones" along the Great Barrier Reef over the past 5 000 years. *Nature* **413**:508-512
- Ordoñez-López U. y V.D. García-Hernández. 2005. Ictiofauna juvenil asociada a *Thalassia testudinum* en laguna Yalahau, Quintana Roo. *Hidrobiológica* **15**(2 especial):195-204.
- Salazar-Vallejo, S. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Revista de Biología Tropical* **50**(2):415-428
- Scheffers, M., S. Carpenter, J.A. Foley, C. Folke y B. Walker. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*. 413: 591-596
- Vega-Cendejas, M.E. 1998. *Trama Trófica de la Comunidad Nectónica Asociada al Ecosistema de Manglar en el Litoral Norte de Yucatán*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 170 pp.
- Woodley, J.D., E.A. Chornesky, P.A. Clifford, J.B.C. Jackson, L.S.Kaufman, N. Knowlton, J.C. Lang, M.P. Pearson, J.W. Porter, M.C. Rooney, K.W. Rylaarsdam, V.J. Tunnicliffe, C.M. Wahle, J.L. Wulff, A.S.G. Curtis, M.D. Dullmeyer, B.P. Jupp, M.A.R. Koehl, J. Neigel, and E.M. Sides. 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science* **214**:749-755.
- Yañez, A.A. y R.S. Nugent. 1988. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* **4**(1):107-114.