

*40 aportaciones de la UAM-Iztapalapa*

## **Hidrobiología Básica**

La Hidrobiología en la Unidad Iztapalapa es resultado de un proceso que se inicia en un lugar emblemático de la metrópoli mexicana, la Casa del Lago, ubicada en Chapultepec, sede en ese entonces del Instituto de Biología de la UNAM, a decir de uno de sus rectores: “la UNAM es el logro más importante de la Revolución Mexicana”, cuya última gran realización educativa es la creación de la UAM, hace cuatro décadas.

En ese entonces, el Doctor Alejandro Villalobos Figueroa, inspirador de la Hidrobiología en la UAM, iniciaba su formación profesional atendiendo la tarea de conocer sistemáticamente la dimensión de los recursos hidrobiológicos en el campo de los cambarinos (acociles), crustáceos de las aguas interiores de México, recurso tradicional apreciado. Tarea titánica, la que junto con otros especialistas, ha ubicado a México dentro de los cinco países biológicamente megadiversos, maqueta del mundo en un territorio de casi dos millones de kilómetros cuadrados, 10,000 kilómetros de costa pletóricas de estuarios, lagunas costeras, humedales, lechos de pastos marinos y arrecifes de coral y más de un millón de hectáreas de aguas epicontinentales.

Este afán que la UAM Iztapalapa continúa sin pausa a lo largo de cuarenta años ha sido consignado en múltiples documentos que, gracias a los novedosos medios de comunicación, han hecho posible poner al alcance de un creciente número de interesados. Esta tarea de inventariar los recursos hidrobiológicos aún continúa y continuará, no sólo por el interés meramente biológico, que ahora se articula con las aplicaciones que se integran con el ciclo económico y social, y que desde su fundación la UAM ha puesto especial empeño en conocer la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, como ha ocurrido con los Ecosistemas Costeros, con aportaciones importantes que se muestran documentalmente con mayor relevancia a partir de inicio del nuevo siglo, investigaciones presididas por del Dr. Francisco Contreras Espinosa hasta el año 2005, año en el que falleció. Esta relevancia es reflejo del interés mostrado por los profesores de la UAMI para responder a las preguntas formuladas sobre las causas que condicionan a que estos ecosistemas acuáticos sean los de mayor productividad de la biosfera; entre éstos se encuentran los estuarios, lagunas costeras, humedales, lechos de pastos marinos y arrecifes de coral. Estos sistemas se caracterizan

por poseer una gran variedad de ambientes, donde se desarrolla una compleja comunidad biótica, incluyendo organismos de importancia comercial como peces, crustáceos y moluscos.

Los ecosistemas costeros, por sus condiciones ambientales abundantes en recursos utilitarios, propician el establecimiento y desarrollo de poblados y ciudades, donde se llevan a cabo diversas actividades con valor de uso y de mercado como las pesqueras, acuícolas, turísticas e industriales, y debido a que favorecen atractivos económicos, resultan en altas densidades demográficas, con lo que la zona costera experimenta severas modificaciones ambientales y un gran deterioro, consecuencia de profundos cambios en el uso de suelo. Como resultado de lo anterior, la franja costera es muy susceptible a los impactos ocasionados por las diversas actividades antropogénicas, lo que hace necesario un estudio integral de la estructura abiótica y biótica, así como del funcionamiento de estos ecosistemas que nos permita proponer medidas de mitigación de los impactos producidos, así como alternativas de uso y manejo sustentable, que armonicen el dilema sobre que tanto conservar y que tanto explotar, en un esquema de sustentabilidad que constituye una herencia de permanencia entre el uso y producción de recursos.

Las características hidrológicas de las lagunas costeras y estuarios dependen de la mezcla de agua marina y dulce; porque se encuentran sometidos al aporte de agua dulce del continente, la que en diferentes caudales aporta agua al mar y que en su carrera se encuentra con el agua marina que asciende por las mareas de acuerdo con los flujos gobernados por la luna. En México, los patrones estacionales, asociados principalmente a la precipitación y volumen de descarga de los ríos influyen de manera importante para que la salinidad oscile desde condiciones dulceacuícolas en la temporada de lluvias, hasta condiciones marinas en la época de secas. Asimismo se ha caracterizado una zonación espacial, desde condiciones oligohalinas cerca de la desembocadura de los ríos, hasta euhalinas en las zonas de comunicación con el mar. El pH oscila entre características ligeramente ácidas hasta básicas, dependiendo de la época climática. Se han determinado condiciones de sobresaturación de oxígeno como resultado de una alta productividad primaria fitoplanctónica, así como suboxia e incluso anoxia, relacionándose estas últimas con la degradación de la materia orgánica.

Entre los estudios que se han realizado destacan los realizados sobre la concentración de nutrientes, elementos biogénicos esenciales como

componentes de la materia viva, en 39 lagunas costeras, se ha establecido que el amonio, que es la forma de nitrógeno predominante, producto de la degradación de la materia orgánica presenta un intervalo entre los 5 y los 10  $\mu\text{M}$ . El fósforo, por su parte, registra un intervalo entre los 0.01 y los 5.0  $\mu\text{M}$ .

En las lagunas del Golfo de México que tienen una barra temporal, construida por sedimentos, la que separa la laguna del mar abierto, de acuerdo con las temporadas climáticas, tiene un comportamiento intermitente, pudiéndose abrir dos veces al año (temporada de lluvias y nortes) y cerrándose en temporada de secas, proceso geofísico que provoca cambios que hacen de los ecosistemas costeros uno de los más dinámicos que se conozcan. La mayor productividad se presenta cuando la barra está cerrada y se registran condiciones autotróficas. Los balances calculados para los nutrientes, indican que el fósforo y nitrógeno son retenidos en condiciones de barra cerrada; mientras que en barra abierta los flujos son positivos reflejando una exportación.

La diversidad de los sedimentos, que nos indican entre otras cosas la variedad en paisajes de las playas incluyendo la cobertura vegetal de pastos marinos del Golfo de México presentan condiciones de pH tanto ácidas como neutras, y son reductores a partir de los tres primeros centímetros de la columna sedimentaria. En 13 lagunas costeras del Golfo de México y dos del Caribe mexicano la textura de los sedimentos es heterogénea; predominan los lodos en áreas lagunares y las arenas en las arrecifales. En relación con el contenido orgánico, en las lagunas costeras dominaron los bajos contenidos de carbono orgánico y carbohidratos en las áreas de influencia marina, mientras que en las zonas de influencia dulceacuícola aumentó su concentración. Chantuto-Panza-cola y Carretas Pereyra, en Chiapas, presentaron los mayores valores de carbono orgánico en comparación con los sistemas del Golfo de México y Caribe. Los altos porcentajes de carbono orgánico se asociaron con la presencia de manglares, pastos marinos (*Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*) y macroalgas. La textura y carbono orgánico en sedimentos asociados con rizomas de pastos marinos fueron heterogéneos en su estratificación vertical (hasta 33 cm de profundidad). Es indispensable la preservación de las praderas de pastos marinos, manglares y macroalgas, ya que la materia orgánica que generan en las lagunas costeras y en zonas arrecifales puede ser exportada hacia la zona de mar abierto.

Al ser una zona de transición, los ecosistemas costeros se ven altamente influenciados por su interacción con la atmósfera, la zonas adyacentes, vientos, ríos y corrientes oceánicas, todo esto se refleja en la dinámica de las comunidades que ahí habitan como el fitoplancton, una gran porción de la materia viva del planeta, suspendido en la zona iluminada de la columna de agua, vegetales microscópicos flotantes, conocidos por microalgas que son desplazadas en la columna de agua dependiendo de la dirección y fuerza de las corrientes. La composición y abundancia del fitoplancton está regulada por los cambios en la salinidad, por ejemplo, en las laguna costera de Chantuto-Panzacola (Chiapas), la sucesión del fitoplancton sigue el siguiente orden estacional de tipos de fitoplancton: dominancia de diatomeas (secas) dinoflagelados (secas-lluvias) cianofitas (lluvias).

A nivel espacial se ha determinado que las lagunas costeras y estuarios de nuestro país son ambientes con una elevada producción primaria fitoplanctónica, la cual es el resultado de diversos factores como el intercambio de masas de agua de diferentes características (marina y dulce), nutrientes y sedimentos con el océano y los ríos que descargan sus aguas en ellos. La producción primaria fitoplanctónica se ve favorecida por la alta disponibilidad de nutrientes, sin embargo, la proporción de éstos puede limitarla.

A partir de los datos de productividad primaria en varias lagunas costeras mexicanas se ha establecido una caracterización trófica de estos ecosistemas, la cual permite detectar los posibles cambios que se presenten en estos ambientes como consecuencia de las actividades humanas que se llevan a cabo en sus alrededores.

Como es memoria popular la que afirma que “el pez grande se come al chico”, en este laboratorio también se trabaja el siguiente nivel trófico, o cadena alimenticia, que es el de zooplancton. Los organismos del zooplancton conforman una comunidad que se mantiene suspendida en la columna de agua y aunque presentan movimiento propio, no es mayor que el movimiento de las masas de agua que los transportan. Desde hace 30 años se ha venido estudiando el zooplancton de las lagunas costeras del Golfo de México y de algunas del Océano Pacífico. Las comunidades del Golfo de México se caracterizan por la abundancia de los copépodos *Acartia tonsa*, *A. lilljeborgii*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona nana*, *Paracalanus aculeatus*, *Temora* sp, *Tortanus setacaudatus* y *Pseudodiaptomus pelagicus*, con distinta dinámica en cada una de las localidades; entre las

medusas son frecuentes *Aurelia aurita*, *Bougainvillia* spp y *Chrysaora quinquecirrha*, abundantes en los sistemas de canales y cuando las bocas o comunicaciones con el mar se mantienen interrumpidas; otras como *Phialopsis diegensis*, no son propias del Golfo de México y su presencia está señalando la intervención humana, que principalmente por el agua de lastre de los barcos modifica la composición de la fauna propia de estos sistemas. Otros elementos propios del zooplancton son las larvas de moluscos, crustáceos y peces que llegan a los sistemas estuarino lagunares buscando alimento, protección y para completar su ciclo biológico. Estos organismos tienen una gran importancia económica para México cuando llegan a su edad adulta ya que constituyen importantes pesquerías, con volúmenes de producción del orden de cientos de miles de toneladas. En las lagunas costeras del Pacífico sur de México, el zooplancton también está dominado por copépodos y son abundantes *A. tonsa*, *A. lilljeborgii*, *Acrocalanus longirostris*, *Canthocalanus pauper*, *Oithona nana*, *Pseudodiaptomus culebrensis*, con marcadas variaciones entre la época de secas y de lluvias. Asimismo se registran medusas de los géneros *Aurelia*, *Bougainvillia*, *Chrysaora*, *Clytia*, *Liriope*, *Obelia*, *Phialopsis*, *Stomolophus*, las cuales al parecer son buenas indicadoras de las actividades humanas. En particular la especie *Blackfordia virginica* señala un impacto antropogénico, ya que siendo una especie propia del Atlántico, recientemente se ha encontrado en las lagunas del Pacífico Mexicano y en cantidades importantes. Las fases larvarias de diversos moluscos, camarones y jaibas, se encuentran también en el zooplancton de estas lagunas.

También los peces son materia de nuestro interés ya que ellos desarrollan interacciones complejas entre los ecosistemas costeros. Su ubicación en la cadena alimenticia los ubica como consumidores tanto herbívoros, como carnívoros o detritívoros, así como de primordial interés alimenticio por el hombre y los involucran diversos factores y procesos que determinan la estructura, organización y función de las comunidades de peces en el sistema natural y se relacionan con la migración y utilización de los ecosistemas por las especies durante sus ciclos de vida

Entre los estudios que la UAMI considera de importancia en su vocación y compromiso como una universidad pública se encuentran los estudios sobre las comunidades de peces en el Caribe mexicano (Akumal, Cozumel, Puerto Morelos, Q. Roo) en los cuáles se han analizado las relaciones entre su diversidad, distribución y abundancia con la dinámica de los ambientes coralinos evidenciando la importancia del

uso de hábitats particulares en diferentes etapas de sus ciclos de vida. El análisis del comportamiento de las especies es importante para explicar las relaciones peces-hábitat sobre las variaciones espaciales y temporales que determinan la estructura de la comunidad. Ante la escasez de información sobre las relaciones ecológicas y biológicas entre los peces y las variables ambientales destacan los estudios realizados en las lagunas Chica-Grande (Veracruz), Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola (Chiapas), áreas de alto valor ecológico y económico debido a su riqueza y diversidad de recursos pesqueros, por lo que es necesario continuar con investigaciones de las comunidades de peces para detectar los cambios por evolución natural y/o por los causados por actividades antropogénicas, lo que permitirá, proponer acciones que involucren estrategias de manejo y conservación de uso planificado a mediano y largo plazo (sustentable) con las necesidades del desarrollo socio-económico de la región costera del país.

Otro rubro de investigaciones que se realizan abarca las comunidades y arrecifes coralinos del Pacífico sur mexicano que se encuentran localizados en la región de Ixtapa-Zihuatanejo y Acapulco en la costa de Guerrero, además del área de Puerto Escondido, Puerto Ángel y Huatulco en la costa de Oaxaca. De ellos, los que poseen un mejor estado de conservación, además de estar más desarrollados en términos de extensión y riqueza de especies se localizan en Ixtapa-Zihuatanejo y Huatulco. Por el contrario, los sistemas más perturbados son los que se ubican en Acapulco y Puerto Escondido pues poseen un avanzado cambio de fase en tanto que en la actualidad, son predominantemente contruidos por algas. Con una extensión total cercana a las 120 ha, y con arrecifes en sentido construccional de hasta 4 m de espesor, estos sistemas albergan una rica fauna de invertebrados y vertebrados marinos. Solo en la región de Huatulco, se han identificado 12 especies de corales constructores de arrecifes, 35 especies de cangrejos de mar (braquiuros), 32 especies de equinodermos y 150 especies de peces, mientras que el número estimado para la región entera está en vías de ser determinado. Por encontrarse aledaños a desarrollos turísticos importantes, las comunidades y arrecifes coralinos de la región están expuestos a un uso directo intenso que, en conjunto con perturbaciones ambientales frecuentes (El Niño, tormentas tropicales, acidificación del océano), amenazan el desarrollo y permanencia de estos ecosistemas en el área. En particular, estudios futuros que determinen los efectos de la acidificación en los

sistemas arrecifales de la región, permitirá implementar estrategias de uso y conservación que garanticen la permanencia de estos ecosistemas en la región.

Como los ecosistemas costeros tienen altas tasas de depositación de materia orgánica que se acumula en los sedimentos donde es mineralizada por microorganismos, los sedimentos costeros en su mayor parte son anóxicos, por lo cual los metabolismos anaerobios son importantes como la sulfatorreducción llevada a cabo por las bacterias sulfatorreductoras (BSR) que liberan  $H_2S$  al medio, así como la metanogénesis, efectuada por las arqueas metanogénicas (AM), las que se relacionan con la producción de metano. La dinámica de esta microbiota se ha estudiado en sistemas estuarino-lagunares de Chiapas y Veracruz. En los sistemas costeros de Chiapas (Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra), que tienen una mayor concentración de materia orgánica, la abundancia de las BSR y AM es superior por tres órdenes de magnitud en comparación con Alvarado-Camaronera (Veracruz). En los tres sistemas estudiados se ha determinado que las BSR dominan en la temporada de secas asociándose con una mayor concentración de sulfatos y carbono orgánico en el medio; mientras que, en la temporada de lluvias cuando aumenta el aporte fluvial la metanogénesis es más importante. Una estratificación vertical entre las BSR y las AM existe en los sedimentos de Alvarado-Camaronera, en los primeros 5 cm abundan las BSR y las AM entre los 5 y 10 cm, estratificación que reduce la competencia por fuentes de carbono. En las lagunas de Chiapas no hay una zonación espacial porque ambas comunidades coexisten debido a que no hay limitación de sustratos.

Diversas lagunas costeras del Pacífico Sur y Golfo de México, así como zonas zonas arrecifales de Quintana Roo presentan contaminación microbiológica y por hidrocarburos aromáticos policíclicos. La contaminación microbiológica se ha determinado a partir de la presencia de bacterias coliformes fecales y estreptococos fecales, los cuales se incrementan en la temporada de lluvias, asociándose al aporte de aguas residuales y la actividad turísticas en las zonas costeras; en la mayoría de los casos los niveles de los indicadores microbiológicos sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la legislación.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son contaminantes orgánicos persistentes que se derivan de fuentes naturales (combustible fósil e incendios) y antropogénicas (combustión incompleta de com-

bustibles fósiles o madera, y la producción, transporte y uso de combustibles y petróleos). Su principal impacto obedece a sus propiedades genotóxicas (teratogénicas, mutagénicas y carcinogénicas). Estudios en 11 lagunas costeras en Veracruz, dos en Quintana Roo y en dos sistemas lagunares de Chiapas indican que presentan contaminación por HAP, los cuales se están acumulando en sedimentos tanto lodosos como de arenas finas. En el Golfo de México, Caribe y Chiapas prevalecieron los compuestos conformados por 4, 5 y 6 anillos bencénicos: (Benzo(a)pireno, Criseno, Indeno(1,2,3-c,d)pireno, Benzo(ghi)perileno, Dibenzo(a,h)antraceno). Los HAP también se detectaron en concentraciones de 20 a 40 veces más altas que en sedimentos en ostiones (*Crassostrea virginica*), *C. rhizophorae* y *Brachidontes exustus*. Estos bivalvos mostraron acumulación preferencial de HAP de alto peso molecular ( $\geq 4$  anillos) sobre los compuestos menos pesados ( $\leq 3$  anillos). Los HAP determinados primordialmente son originados por fuentes pirogénicas. Varios de los HAP detectados no sólo se bioacumulan, también se biomagnifican. Es necesario llevar a cabo un seguimiento continuo de los HAP para prevenir daños a los organismos de los diferentes ecosistemas como el arrecifal (vulnerable) y las lagunas costeras (altamente productivas).

Hacia el interior del continente, por las prácticas de manejo e introducción de especies, los cuerpos de agua epicontinentales de México producen miles de toneladas anuales de alimentos, además se emplean en la generación de un tercio de la energía eléctrica que requiere el país, en el riego de millones de hectáreas de cultivos y como fuente del agua potable, no obstante, tanto los lagos como las presas no han sido objeto de estudios integrales por lo que se tiene escasa información actual de los factores abióticos y bióticos de estos sistemas, a pesar del deterioro que han tenido como resultado de las actividades antropogénicas. Por esta razón es importante estudiar, analizar y caracterizar la estructura y funcionamiento de los ambientes acuáticos epicontinentales y de las poblaciones y comunidades biológicas que éstos albergan, así como determinar sus posibilidades de aprovechamiento sustentable.

El entorno geológico forma parte del interés de la UAMI. La Geología y la sedimentología acuática estudia los procesos de formación, transporte y aporte de materiales a los sistemas acuáticos que pueden afectar la calidad del agua o generar problemas de azolve. Estos estudios son importantes para determinar la vida media de los sistemas como bordos y presas. Al respecto se cuenta con más de 20 investigaciones

geolimnológicas orientadas a la generación de conocimientos básicos del medio físico, para comprender y poder enfrentar acontecimientos que pongan en riesgo los ecosistemas acuáticos. Investiga la historia geológica de los cuerpos de agua tanto marinos como epicontinentales, a partir del estudio de sus sedimentos y de sus procesos de depositación. Ha contribuido al estudio, análisis y caracterización de la estructura y funcionamiento de los ambientes acuáticos epicontinentales de la región de los Tuxtlas, Veracruz, de cuerpos de agua del Altiplano Central Mexicano y de lagos del Distrito de Montebello en Chiapas.

En investigaciones temáticas, destacan las investigaciones en Ficología comparada, que se integra como área de investigación en el año de 2010, sin embargo sus integrantes inician su labor de investigación en el laboratorio de Ficología del Dpto. de Hidrobiología en 1983. Con el ingreso de Francisco F. Pedroche a la UAM-I se crea la línea de investigación de Sistemática en Macroalgas Marinas, la cual se consolida con el desarrollo la línea de macroalgas marinas, junto con la de Fitoplancton Marino como una necesidad del proyecto CONACyT (1989-1990) “Prospección Oceanográfica del Golfo de Tehuantepec”, en la cual además del grupo de fitoplancton participaron otros profesores trabajando varios grupos taxonómicos, y cuyos resultados fueron publicados en 1998 en el libro: el Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos. En 1999 se iniciaron estudios de biodiversidad de fitoplancton marino en las costas del Pacífico mexicano, así ha desarrollado varios proyectos con financiamiento externo. La disciplina ficológica en nuestra Universidad, ha tenido, a pesar de su relativamente corta trayectoria, un desarrollo interesante pues ha alcanzado (y en algunos casos, superado) la producción y el impacto de grupos equivalentes pertenecientes a instituciones educativas con una vida mayor a nuestra historia como Universidad pública.

La palabra Ficología significa estudio de las algas en general y la Ficología Comparada incluye el estudio particular de la diversidad, su distribución y las relaciones evolutivas entre las algas. El área cultiva, a través de sus dos líneas de investigación (macroalgas marinas y salobres y fitoplancton marino y salobre), la convergencia temática y metodológica en las siguientes disciplinas: Filogenia Molecular, Taxonomía, Florística, Biogeografía y Biología de la Conservación. Asimismo, es importante considerar que el personal que conforma esta área, posee una larga trayectoria en el estudio de las algas, lo que se traduce en la

facilidad de entender la complejidad del grupo biológico y la posibilidad de plantear proyectos amplios que resuelvan problemáticas comunes, interesantes y vanguardistas en el contexto actual e internacional de la Ficología.

Los ficólogos comparados de la UAMI realizan ciencia básica, circunscrita a la identificación y clasificación de las especies de macro o microalgas (Taxonomía), generando nuevos esquemas de clasificación filogenéticos y el arreglo taxonómico de las algas presentes en las costas. Es particularmente importante el trabajo científico que se realiza, tomando en cuenta que el inventario de las algas en México es un tema aún no concluido. Sólo en los últimos años, los miembros de esta área han reclasificado, descrito once nuevas especies para la ciencia, varias de las cuales solamente ocurren en nuestro país. Asimismo, se han realizado estudios en filogenia molecular, secuenciando genes de ADN mitocondrial, cloroplastidial y nuclear. Actualmente, se están generando trabajos en biogeografía y de especies introducidas. Paralelamente, la línea de macroalgas marinas y salobres aborda aspectos poblacionales dirigidos a la evaluación de las comunidades con el fin de poder proponer estrategias de uso racional de los recursos algales con los que cuenta nuestro país. Por su lado, la línea de fitoplancton marino y salobre aborda también los aspectos de evaluación de los florecimientos algales nocivos.

En los últimos años los participantes de la línea de fitoplancton marino, se han enfocado a los estudios de la Bahía de Acapulco, pues ha mostrado ser un sistema costero muy interesante desde el punto de vista de biodiversidad, con aproximadamente 800 especies reconocidas, una gran complejidad de formas, tamaños y metabolismos; por lo que además de organismos autótrofos hay varias especies heterótrofas que juegan un papel como consumidores primarios. Varios de estos funcionan además como control biológico para especies formadoras de florecimientos algales nocivos. Dada la complejidad de estas comunidades, para entender su dinámica, además de identificar y cuantificar a las especies, hay que clasificarlas desde un punto de vista ecológico, de acuerdo con su relación forma, tamaño y biovolumen, parámetros utilizados para el reconocimiento de grupos funcionales, encaminando la apertura de la línea de ecología funcional en el área de Ficología Comparada.

Como se puede apreciar, el área de Ficología Comparada incluye de esta misma forma puntos de vista nuevos y cubre un número representativo de disciplinas. Las dos líneas de investigación que conforman el

área atienden estudiantes de grado que incursionan en campos recientes y los enfoques van desde estudios florísticos básicos hasta evaluaciones filogenéticas, biogeográficas y taxonómicas, empleando además de la morfología fina, las herramientas moleculares. Los resultados y el impacto de estos estudios han sido y continúan aplicándose a campos como la nomenclatura biológica, genética y recientemente en problemas relacionados con conservación y recuperación ecológica.

Indudablemente un rasgo importante que caracteriza a esta área de investigación, con un grado de consolidación, es la vinculación de sus integrantes con sus pares académicos tanto en el ámbito nacional como en el internacional, así se ha propiciado la presencia frecuente de profesores visitantes en la UAM-I realizando actividades académicas con el conjunto de profesores que integran el área, y del mismo modo se han aceptado las invitaciones para los profesores que conforman el área para asistir a otras instituciones o centros de investigación con el objeto de realizar trabajo en colaboración y/o impartir cursos o conferencias. En este sentido, la conjunción de miembros y disciplinas entre los integrantes del área ha facilitado el concurso de proyectos específicos y de grupo ante diversas instancias de apoyo a la investigación que toman como prioridad la interacción entre investigadores. Asimismo se ha logrado la cooperación de instancias internacionales, a través de convenios con el gobierno español (Ministerio de Ciencia e Innovación y la Universidad de La Laguna, Tenerife), la Universidad de Sao Paulo y el Instituto de Botánica (Brasil), la Universidad de Azores (Portugal) y recientemente la Universidad de Florida (EUA), lo que ha redundado en un aumento de la productividad en cuanto a generación del conocimiento, así como la preparación de nuevos investigadores a través de su incorporación a los diversos programas de Maestría y Doctorado sobre aspectos de Biodiversidad, Taxonomía, Filogenia, Distribución y Ecología funcional generados por el área de investigación y la posibilidad final de poder ubicar a nuestros estudiantes en el sector laboral nacional e inclusive el internacional.

Otro grupo de organismos que ha sido foco de atención de los hidrobiólogos de la UAM lo constituye el conjunto de animales en su mayoría de pequeño tamaño que viven suspendidos en el agua, el Zooplancton y, aunque tienen capacidades extraordinarias de locomoción por ser tan pequeños, su fuerza de nado no logra contrarrestar las corrientes y por

tanto, son acarreados y distribuidos espacialmente por éstas. Esta comunidad es muy importante en el ecosistema marino y también está presente en los cuerpos de agua epicontinentales tales como lagos, presas y embalses. Como la anatomía de estos animales es pequeña y frágil, no resisten la energía hidráulica de los ríos caudalosos y por consiguiente en éstos no se puede establecer una comunidad planctónica.

Al zooplancton pertenecen especies que durante todo su ciclo de vida pertenecen a esa comunidad desde que son huevos, larvas, juveniles y hasta que alcanzan el estado adulto y también, especies que sólo una parte de su ciclo vital es planctónica; dentro de este conjunto de animales se cuentan especies que tienen importancia económica cuando llegan a su edad adulta, tales como camarones, cangrejos, langostas, caracoles, almejas, ostiones, diversos peces como atunes, anchovetas y sardinas, entre muchos. Los peces óseos en particular, en una etapa temprana de su ciclo de vida, pertenecen a una parte del zooplancton y su estudio, da lugar a una rama conocida como ictioplancton y el análisis de su distribución permite identificar zonas de desove, alimentación y crianza; lugares que deben preservarse pues además del calentamiento global, son susceptibles al deterioro por contaminación o destrucción por parte del hombre. Del buen estado de estos sitios, depende la sobrevivencia de estos organismos, que cuando alcanzan el estado adulto, benefician al hombre en su economía, alimentación y al ecosistema mismo, ya que su presencia es fundamental para el equilibrio de la cadena alimenticia.

El zooplancton e ictioplancton marinos son el principal objeto de estudio del Laboratorio de Zooplancton, constituyendo las principales líneas de investigación, en aspectos tales como su distribución, abundancia y su relación con algunos factores ambientales. Así, se han hecho estudios sobre la biomasa zooplanctónica, la distribución espacial y temporal del zooplancton y de diversas especies del ictioplancton. En el laboratorio de zooplancton, se ha contribuido con estudios para diversas instituciones que tienen relación con el manejo y conservación de los recursos. Los estudios y proyectos desarrollados por el Laboratorio de Zooplancton, han sido muy importantes para reconocer algunas zonas de desove, alimentación y crianza; asimismo, para identificar algunas especies indicadoras de zonas importantes para la actividad pesquera; también estos estudios han servido para evaluar las condiciones del grado de deterioro por contaminación.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

### Rector General

Dr. Salvador Vega y León

### Secretario General

Mtro. Norberto Manjarrez Álvarez

## UNIDAD IZTAPALAPA

### Rector de Unidad

Dr. José Octavio Nateras Domínguez

### Secretario de Unidad

Dr. Miguel Ángel Gómez Fonseca

### Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Dr. José Gilberto Córdoba Herrera

### Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Dra. Edith Ponce Alquicira

### Directora de la División de Ciencias Sociales y Humanidades

Dra. Juana Juárez Romero

### Coordinadora de Extensión Universitaria

Dra. Milagros Huerta Coria

