

Cambáridos de Tres Embalses del Estado de Tlaxcala, México (Crustacea: Decapoda)

*Cambaridae from three freshwater reservoirs of Tlaxcala State, Mexico
(Crustacea:Decapoda)*

Fernando Arana-Magallón Roberto Pérez-Rodríguez*
Aída Malpica-Sánchez*

RESUMEN

Los cambáridos son conocidos en México como "acociles". Son comunes y típicos en embalses del Estado de Tlaxcala. Desde hace varios siglos son importantes como alimento tradicional de los asentamientos humanos de la región, pero su captura sin control requiere de medidas biotecnológicas adecuadas para evitar su desaparición. La situación taxonómica de estos crustáceos implica una revisión detallada para conocer las especies del Género *Cambarellus* presentes en las Presas de Atlangatepec, Apizaquito y Buenavista entre otras del mismo Estado. Estos organismos son activos depredadores y actúan en los ecosistemas acuáticos degradando la materia orgánica; constituyen importantes eslabones en las cadenas alimentarias, por reproducirse todo el año, especialmente en verano y otoño. El cultivo de *Cambarellus montezumae* es importante de promover por ser un suplemento alimentario en la dieta de la población rural Tlaxcalteca.

Palabras clave: Cambáridos; *Cambarellus montezumae*, "acociles"; Presas de Atlangatepec, Apizaquito, Buenavista; Estado de Tlaxcala

ABSTRACT

Cambaridae are known in Mexico "acociles" (crayfishes). They are common and typical fauna in freshwater reservoirs of Tlaxcala State. Since several centuries ago they are important as traditional food supply for regional human settlements, but their non controlled catch requires biotechnological procedures to avoid their disappearance. These crustaceans taxonomic situation, needs a detailed revision to identify the prevailing species of *Cambarellus* in Atlangatepec, Apizaquito and Buenavista reservoirs among others in the same State. These organisms are active predators and act transforming organic matter in freshwater ecosystems and also are important links in food chains due to they are able to reproduce all year long, but mainly in summer and autumn. *Cambarellus montezumae* culture becomes important to promote because it is an alimentary resource in Tlaxcalan rural areas.

Key words: Cambaridae; *Cambarellus montezumae*; "crayfishes"; Atlangatepec, Apizaquito and Buenavista reservoirs; Tlaxcala State.

Introducción

Es del dominio público, el hecho de que México, debido a su inmejorable ubicación geográfica, es un país de gran riqueza en recursos naturales con una

gran diversidad de flora y fauna tanto terrestre como acuática, la cual muestra en muchos casos un marcado endemismo de especies y cuya preservación y estudio resulta ser una necesidad actual, así como un serio compromiso con las generaciones venideras.

En virtud de lo anterior, debe considerarse con carácter prioritario, continuar con el estudio de organismos de importancia socioeconómica que están disponibles en los cuerpos de agua dulce naturales o artificiales; tal es el caso de los crustáceos los cuales requieren de

* Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Departamento El Hombre y su Ambiente. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, C.P. 04960. Delegación Coyoacán. México D.F.

estudios continuados en dos regiones importantes del territorio nacional, representadas por la Cuenca del Valle de México y la Altiplanicie Mexicana, en cuyos casos destacan los muy populares y tradicionales "acociles", decápodos del género *Cambarellus*, que son de gran interés desde los puntos de vista económico, científico y ecológico particularmente, ya que son parte importante en las cadenas alimentarias de estos ecosistemas (Rosas, 1976).

Además de la depredación deliberada efectuada por el hombre, también ha influido notablemente el efecto de la contaminación ocasionada por aguas negras, aportes de fertilizantes derivados de agro cultivos, o bien productos de diverso origen que son vertidos a los cuerpos de agua como consecuencia de múltiples actividades antropogénicas que en poco tiempo han contribuido a la disminución gradual y continua de ésta y otras especies (Bojórquez, 1994 citado en Rabiela, 1995).

Tomando en cuenta la situación actual por la que atraviesa la economía del país, es menester enfatizar que los asentamientos humanos de carácter rural como los que prevalecen en Tlaxcala, dependen en gran medida de los productos del campo que son de bajo rendimiento, pero también les son indispensables y complementarios los recursos dulceacuícolas presentes en embalses o en cuerpos de agua naturales, de tal manera que requieren de la consideración y atención científica, a fin de incrementar las posibilidades de aprovechamiento de este tipo de organismos, mediante el aporte de información básica reciente, lo cual resulta ser la finalidad de este trabajo realizado durante los años 1993 a 1995.

Por los motivos antes considerados, esta investigación ha tenido como finalidad contribuir al conocimiento de algunos datos biológicos y ecológicos de *Cambarellus montezumae* Saussure (1857), con la intención de proporcionar información básica que permita plantear alternativas de apoyo para su recuperación poblacional en los lugares donde significa un aporte protéico a la dieta de los asentamientos humanos de carácter rural.

Antecedentes

Los crustáceos decápodos en cuestión, están comprendidos en la superfamilia Astacoida, que a su vez se divide en dos familias: Astacidae y Cambaridae (Bowman y Abele, en Bliss 1982); están asignados a la segunda de ellas y aparecen localizadas en todos los

continentes, con excepción de África. Estos invertebrados han adquirido importancia como producto alimentario comercial en varias partes de Europa (Bardach, 1990).

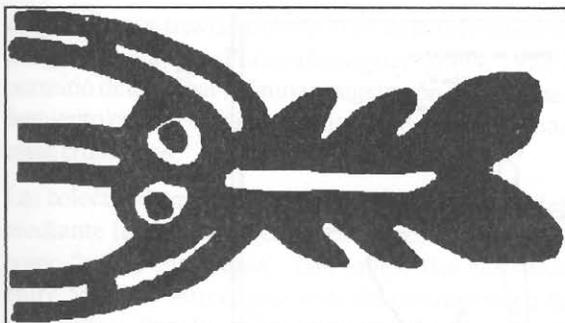
En Francia se les considera de gran delicadeza gastronómica y se importaban hasta 2000 tons./año hasta 1985; en ese país se le conoce como "ecrevise", de donde deriva el nombre en inglés "crayfish" y del alemán "flussskreb" (Huxley, 1880 reeditado en 1977; y Goves, 1985).

El Cambaridae más grande que es conocido, corresponde a *Cherax tenuimanus*, que es una especie gigante de Australia. En Europa el primer productor es España con 2000 tons./año, le sigue Finlandia con 120 tons/año, luego Suecia con 100 tons./año y de Turquía era importado en cantidades de hasta 4000 tons./año (Goves, *op. cit.*)

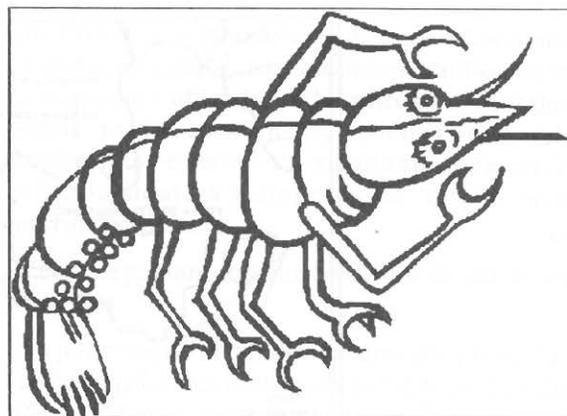
Los "acociles", como se conocen en México, se ofrecen cocidos en los mercados mostrando su característico color bermellón intenso, pero en la actualidad ya no se consiguen con la facilidad de antes. Varias especies que integran este género son endémicas en la porción central de la República Mexicana (Villalobos, 1955) y son conocidos y aprovechados como alimento desde la época prehispánica hasta la actual (Archivo General de la Nación, 1980; Sastrías, 1987) (Fig. 1). Los autores tienen datos de que aún se expenden en mercados de la Ciudad de México como Xochimilco y también en los Estados de México y Puebla (comunicación personal de pobladores de esas Entidades).

El consumo sostenido sin tener en cuenta el más mínimo control sobre su pesquería y capacidad reproductora, ha ocasionado una disminución drástica en las poblaciones preexistentes, según lo manifiestan campesinos que además ahora son pescadores alternativos en el medio rural de las localidades mencionadas.

Varias especies y subespecies incorporadas al género *Cambarellus*, son endémicas de la porción central de la República Mexicana y entre ellas pueden citarse *Cambarellus montezumae montezumae*, que puede localizarse en toda la Cuenca del Valle de México (Villalobos *op. cit.*); *Cambarellus montezumae lermensis* (acocil del Río Lerma), *Cambarellus montezumae zempoalensis* (acocil de Zempoala) y *Cambarellus montezumae patzcuarensis* (acocil de Pátzcuaro). Todas estas subespecies están en estado de protección especial, por lo escaso de sus poblaciones (SEDUE, 1991).



a. Tomado de Sastrias de P.M., 1987.



b. Tomado del Archivo General de la Nación, 1980.

Figura 1 Representaciones prehispánicas de "acociles".

Ubicación taxonómica de los "acociles" identificados, tomando el criterio de Bowman y Abele, 1982 (citados por Bliss, 1982).

PHYLUM. Arthropoda

SUPERCLASE. Crustacea (Pennant, 1777)

CLASE. Malacostraca (Latreille, 1806)

SUBCLASE. Eumalacostraca (Grobber, 1892)

SUPERORDEN. Eucarida (Calman, 1904)

ORDEN. Decapoda (Latreille, 1803)

SUBORDEN. Pleocyemata (Burkenroad, 1963)

INFRAORDEN. Astacidea (Latreille, 1803)

SUPERFAMILIA. Astacoidea (Latreille, 1803)

FAMILIA. Cambaridae (Hobbs, 1942)

GÉNERO y especie. *Cambarellus montezumae* Saussure (1857)

Áreas de estudio

El Estado de Tlaxcala está situado en el vértice sureste de la Mesa Central de la República Mexicana; de los diversos cuerpos de agua existentes en dicha Entidad, destacan varias presas entre las cuales están las que a continuación se describen (Fig. 2).

Presa de Atlangatepec. Localizada en el Municipio del cual recibe su nombre y es el distrito de riego más importante de la Entidad denominado Sistema Atoyac-Zahuapan; recorre el norte, centro y sureste de la misma. Se localiza a 98E 12' 43" latitud Norte y 19E

32' 00" de longitud Oeste, a una altitud de 2428 metros sobre el nivel del mar (Fig. 2a).

La capacidad de almacenamiento es de 54 000 000 de metros cúbicos, ocupando una superficie de 1200 hectáreas y su cuenca de captación abarca casi 25.5 kilómetros cuadrados.

La Presa de Atlangatepec tiene tres afluentes de suministro, dos son de escurrimiento temporal y el tercero es el Río Zahuapan con aporte permanente, que pasa por el poblado de Tlaxco, donde recibe aguas negras locales. Comparte un clima subhúmedo mesotermo, con lluvias deficientes en invierno; tiene una precipitación pluvial de 600 milímetros, que es más notable en verano (Alvarez, 1977 y Aguirre-Velázquez, 1981), citados por Pérez-Rodríguez (1995).

Presa de Apizaquito. Localizada en el Municipio de Apizaco, retiene el agua procedente de un manantial denominado "El Ojito"; sus aguas son ligeramente alcalinas y relativamente tibias; ocupa una superficie de 48 hectáreas. En esta parte del municipio, se registra una precipitación media anual de 831 milímetros y la temperatura anual media es de 16EC.

Su posición geográfica está dada por las coordenadas 98E 05'00" latitud Norte y 19E 26' 00" longitud Oeste (Fig. 2b); la cuenca de captación es somera con profundidades máximas de 1.90 a 2.20 metros, mostrando una renovación de agua corriente en forma continua (Pérez-Rodríguez, 1994).

Presa de Buenavista. También conocida localmente como "Presa El Muerto". Está ubicada a 1700 metros al suroeste del Pueblo de San Andrés Buenavista, Municipio de Tlaxco; su cuenca de captación es

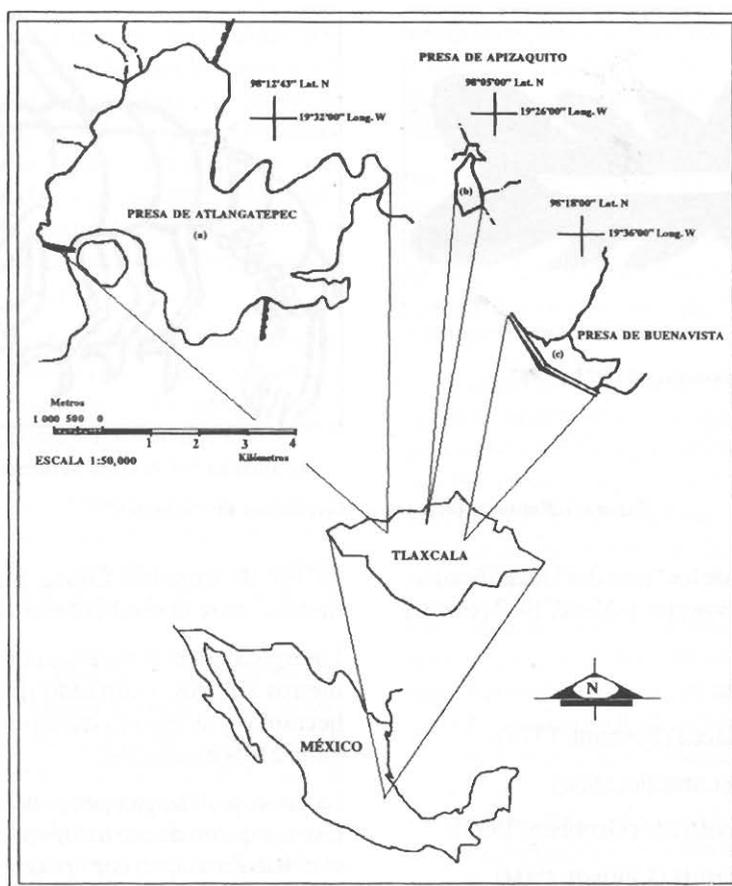


Figura 2 Ubicación geográfica de las áreas de estudio.

alimentada por dos canales denominados Tepeyhualco y Lagunillas, los cuales sólo aportan agua en la época de lluvias.

Está determinada por 98E 18' 00" de latitud Norte y 19E 36' 00" de longitud Oeste en la Altiplanicie Mexicana, mostrando una altitud de 2540 metros sobre el nivel del mar. Tiene una capacidad de almacenamiento de 93000 metros cúbicos (Fig. 2c).

El clima local es templado lluvioso con una época seca muy marcada en verano y con épocas pluviales anuales abundantes de hasta 677.6 milímetros (García, 1964).

Materiales y métodos

Durante el trabajo de campo en los embalses, los autores consideraron necesario aplicar los siguientes criterios, con la finalidad de determinar en la presa, dónde realizar los muestreos y efectuar el registro de factores ambientales:

-Áreas caracterizadas por la presencia de porciones de agua estancada, con nula circulación y provistas de vegetación acuática circundante representada por diversas macrofitas, las cuales por su ubicación y disposición les confieren propiedades de **zonas protegidas**.

-Áreas litorales provistas de rocas sumergidas o semisumergidas, sin vegetación acuática de macrofitas y sólo con la presencia de algas verdes filamentosas, pero con constante movimiento y circulación de agua que llega a provocar oleaje notable por efectos del viento, de tal manera que éstas corresponden a **zonas no protegidas**.

-Áreas pantanosas próximas a la orilla o en el litoral del embalse, con matorrales de "tule" y escasa circulación de agua, constituyendo **zonas semiprotegidas**.

Todas las actividades relacionadas con el trabajo de campo, así como las de laboratorio, estuvieron apegadas a un calendario que consideró tres ciclos anuales con periodicidad mensual, realizando visitas al área

de estudio por tres días consecutivos; la información proporcionada por Pérez-Rodríguez (1994, 1995), permitió determinar la fauna y vegetación de acompañamiento con las que interactúan de diversas formas estos crustáceos.

Las colectas de material biológico, fueron realizadas mediante la utilización de artes de pesca conocidas como "redes charaleras", con longitudes variables entre 50 y 70 metros, provistas de flotadores en la línea superior y relinga de cadena metálica en la línea inferior; la luz de malla en todos los casos no excedió a los 10 milímetros cuadrados.

La forma de muestreo consistió en soltar y distribuir las redes con ayuda de lanchas impulsadas con remos y ocasionalmente utilizando motor fuera de borda, para efectuar "barridos" en áreas litorales de aproximadamente 100 metros cuadrados, considerando una profundidad variable entre 1 y 3 metros según la presa y topografía del lugar. En ocasiones, otra forma de colecta fue manual empleando tamices en zonas provistas de rocas y/o vegetación.

La identificación taxonómica de los "acociles" de la especie *Cambarellus montezumae* Saussure (1857), estuvo apegada al criterio de Villalobos-Figueroa *op. cit.*, que establece en su trabajo "Cambarinos de la fauna mexicana", donde describe estos cambáridos colectados en las tres presas y discute otras afines procedentes de la Cuenca del Valle de México.

La vegetación acuática fue identificada utilizando las descripciones que aparecen en la obra "La Flora Fanerogámica del Valle de México", editada en tres volúmenes por Rzedowski y Rzedowski (1981, 1985, 1990), apegándose a los criterios de los diferentes autores de los artículos contenidos en ella; también fueron de utilidad las consideraciones ecológicas de Wetzel (1981) y Margalef (1983).

Resultados y discusión

De acuerdo a las características topográficas y fisiográficas de los embalses, fue conveniente establecer tres condiciones de hábitat, tomando en cuenta:

- Zonas influenciadas por la desembocadura de afluentes.

Para este primer caso, fue significativo considerar como principal afluente al Río Zahuapan en la Presa de Atlangatepec y las desembocaduras de los canales de escurrimiento en los otros dos embalses; puesto

que permiten la introducción de material orgánico alóctono que influye en las condiciones tróficas de las comunidades ubicadas en las porciones litorales, donde se desarrollan los acociles formando poblaciones de densidades significativas asociadas principalmente a matorrales de "tule" y otras macrofitas acuáticas.

- Zonas de pantano marginal provistas de matorrales herbáceos.

Las porciones litorales de las presas, presentan vegetación acuática constituida por diversas familias de fanerógamas, entre las cuales destaca el "tule" *Scirpus validus*, conformando áreas pantanosas, en virtud de que estas plantas funcionan como retenedoras de sedimentos; estas condiciones hacen a los cuerpos de agua de difícil acceso para los muestreos, pero ideales para el desarrollo de crustáceos como los "acociles", ya que en este tipo de hábitat existe un alto flujo de energía mediante relaciones interespecíficas positivas y/o negativas en las que destacan este tipo de organismos de hábitos saprótrofos y carnívoros, como lo describen Rosas *op. cit.* y Pérez-Rodríguez (1995).

- Zonas con condiciones de depósito relativamente uniforme.

Estas ocupan las porciones alejadas de los litorales de los embalses y se ubican hacia el interior donde no se aprecian cambios notables en la sedimentación de materia orgánica suspendida; en estas zonas es rara y escasa la presencia de "acociles", ya que las profundidades son mayores y la vegetación es nula.

Factores ambientales

A falta de información local para el Estado de Tlaxcala sobre el efecto de factores ambientales en los "acociles", es necesario tomar en cuenta por lo menos el apoyo bibliográfico de obras básicas de carácter ecológico para poder comparar y respaldar los datos obtenidos con el presente trabajo.

Temperatura. Con la información registrada mensualmente en campo durante los tres ciclos anuales de trabajo, pudo establecerse que en general los tres cuerpos de agua, por su temperatura están considerados dentro de la categoría de las aguas templadas, en virtud de presentar valores anuales promedio de 17 a 18°C, con una mínima de 10°C y una máxima de 25°C (Figs. 3, 4 y 5); a excepción de la Presa de Apizaquito, en los otros dos embalses frecuentemente pudieron determinarse ascensos y descensos de

temperatura que van perfectamente correlacionados con las estaciones del año, encontrando en ocasiones variaciones muy rápidas en 24 horas que fluctuaron entre los 4 y 21°C durante el invierno y de 13 a 24°C en verano y otoño.

Al parecer, el factor ambiental de tipo físico que mayor influencia tiene sobre el incremento o disminución de las poblaciones de "acociles", es la temperatura cuyo efecto es contundente como para cualquier otro organismo presente en las comunidades dulceacuícolas del embalse, según pudo apreciarse durante el ciclo anual de colectas mensuales.

Oxígeno disuelto. Como menciona Odum (1987), el oxígeno es un factor seriamente limitativo fundamentalmente en lagos y cuerpos de agua con pesada carga de material orgánico, lo cual afecta al desarrollo de las diversas poblaciones de organismos en tales ecosistemas acuáticos.

Con base en lo anterior, los embalses mostraron variaciones poco importantes año con año, lo que resulta ser característico de aguas lénticas templadas, en las cuales el hipolimnion es pobre en oxígeno habiendo determinado hasta 4 mg./lt. en las partes profundas de los embalses considerados en este estudio; no obstante a esto para los tres casos, prevalecieron los vientos dominantes procedentes del norte que durante la mayor parte del año los mantuvieron con aireación constante.

Al respecto, los contenidos de oxígeno disuelto en las aguas someras de las presas donde estuvo presente *Cambarellus montezumae*, oscilaron con frecuencia entre los 5 y los 7.5 mg./lt. como valores extremos (Figs. 3, 4 y 5), aunque los valores promedio se mostraron relativamente estables entre 6 y 7 durante cada período anual, siendo adecuados para el desarrollo de la especie.

Estas características de oxigenación, son de gran trascendencia durante los procesos reproductivos del "acocil", dado que junto con la temperatura, los huevecillos requieren de contenidos preferentemente altos de oxígeno disuelto, para una adecuada incubación y desarrollo de embriones en las hembras ovígeras, como ya lo ha determinado también Pennak (1978), con desoves de gastrópodos dulceacuícolas entre otros invertebrados.

pH (potencial Hidrógeno). Es muy importante dejar establecido, que el pH funciona como regulador de los procesos respiratorios y de los sistemas enzimáticos de todos los organismos; un valor por

debajo de 5 o arriba de 9, es peligrosa o letal para las comunidades dulceacuícolas (*Rosas op.cit.*), sin embargo en las tres áreas de estudio quedan consideradas como del tipo de aguas alcalinas, puesto que a lo largo de cada ciclo anual mostraron valores de pH que estuvieron entre 7.6 y 9 (Figs. 3, 4 y 5), manteniendo un promedio de 8 la mayor parte del año y por consiguiente resulta ser óptima para la existencia de los crustáceos estudiados.

Turbidez. En la Presa de Apizaquito siempre pudo apreciarse agua transparente con alta penetración de luz, sin embargo en los otros dos embalses, la columna de agua mostró en todo momento una gran turbidez, variando entre 13 y 16 cm. la visibilidad del disco de Secchi, lo cual dependió del lugar de la presa y de la cantidad de sólidos procedentes de terrígenos y materia orgánica que se encuentran particulados y en suspensión; destacaron sobre todo partículas muy finas que tienen tamaños entre 0.24 micras como es el caso de las arcillas y 31.3 micras que corresponden a los limos, existiendo además otras de tamaño inferior a las primeras que constituyen coloides (Pérez-Rodríguez *et al.*, 1989).

Para las Presas de Atlangatepec y Buenavista, es muy notable que debido a la presencia del material particulado en suspensión, se presenten ascensos y descensos bruscos de temperatura en menos de 10 horas durante el día, especialmente en el epilimnion, debido a procesos de insolación que se ven favorecidos por la turbidez registrada, la cual permite una absorción mayor y rápida de calor proveniente de las radiaciones solares, como pudo comprobarse en forma periódica; por estas razones, es obvio pensar que la turbidez determina una reducción considerable en la producción primaria de tales embalses al impedir la penetración de luz.

Por otra parte, la existencia de porciones de agua litorales que sufren calentamientos como se ha descrito, favorece el incremento de poblaciones de diversos invertebrados entre los cuales destacan los "acociles", ya que aun cuando éstos pueden reproducirse durante todo el año, coinciden las épocas de mayor abundancia de individuos durante los períodos correspondientes al verano y otoño.

Vegetación acuática. De las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, pudo apreciarse que la presencia de comunidades formadas por organismos animales dulceacuícolas, entre los cuales se encuentra como parte estructural de las mismas *Cambarellus montezumae*, depende de la existencia de vegetación

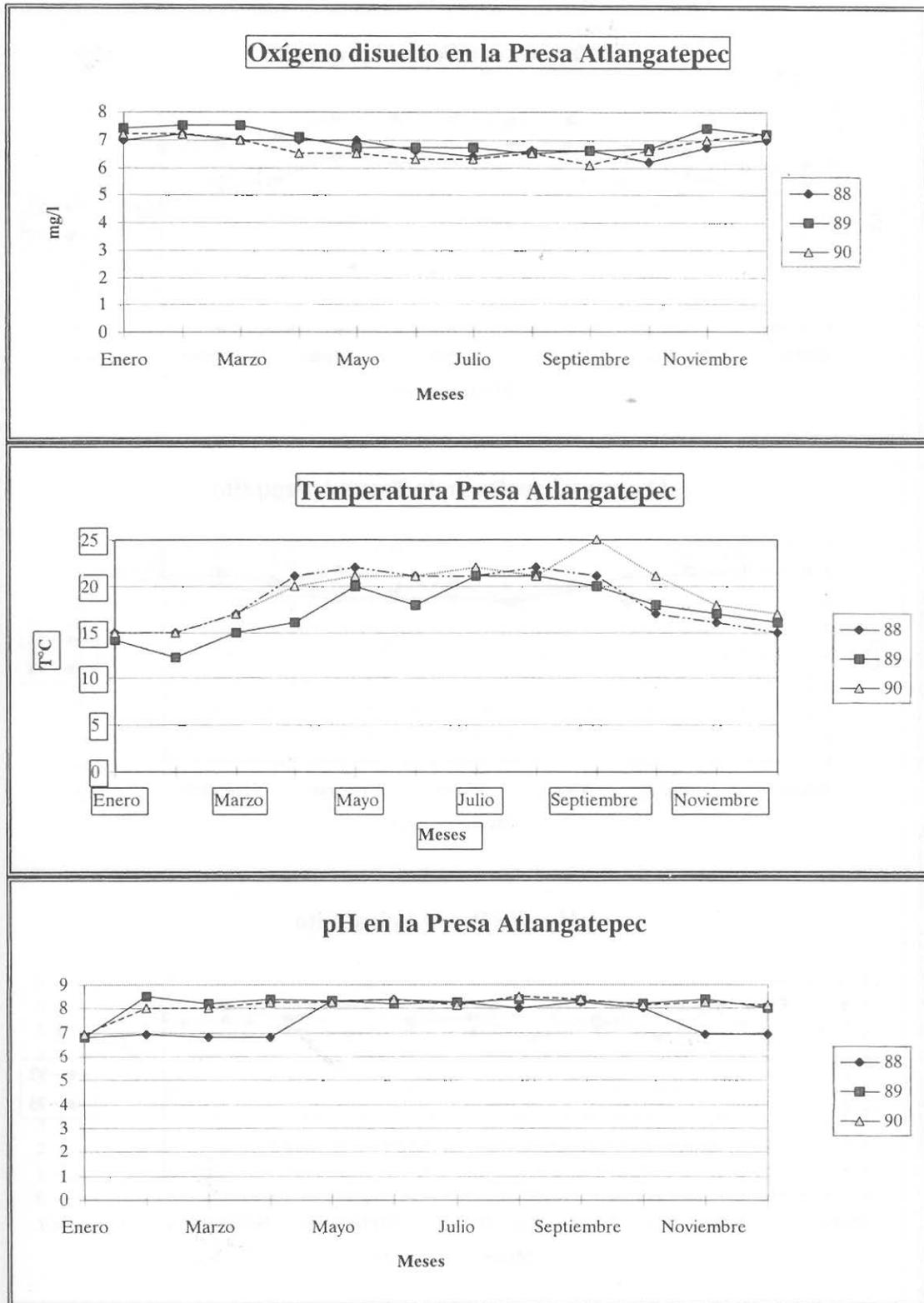


Figura 3. Valores mensuales promedio de Temperatura, Oxígeno disuelto y pH para tres ciclos anuales en la Presa de Atlangatepec, Tlaxcala.

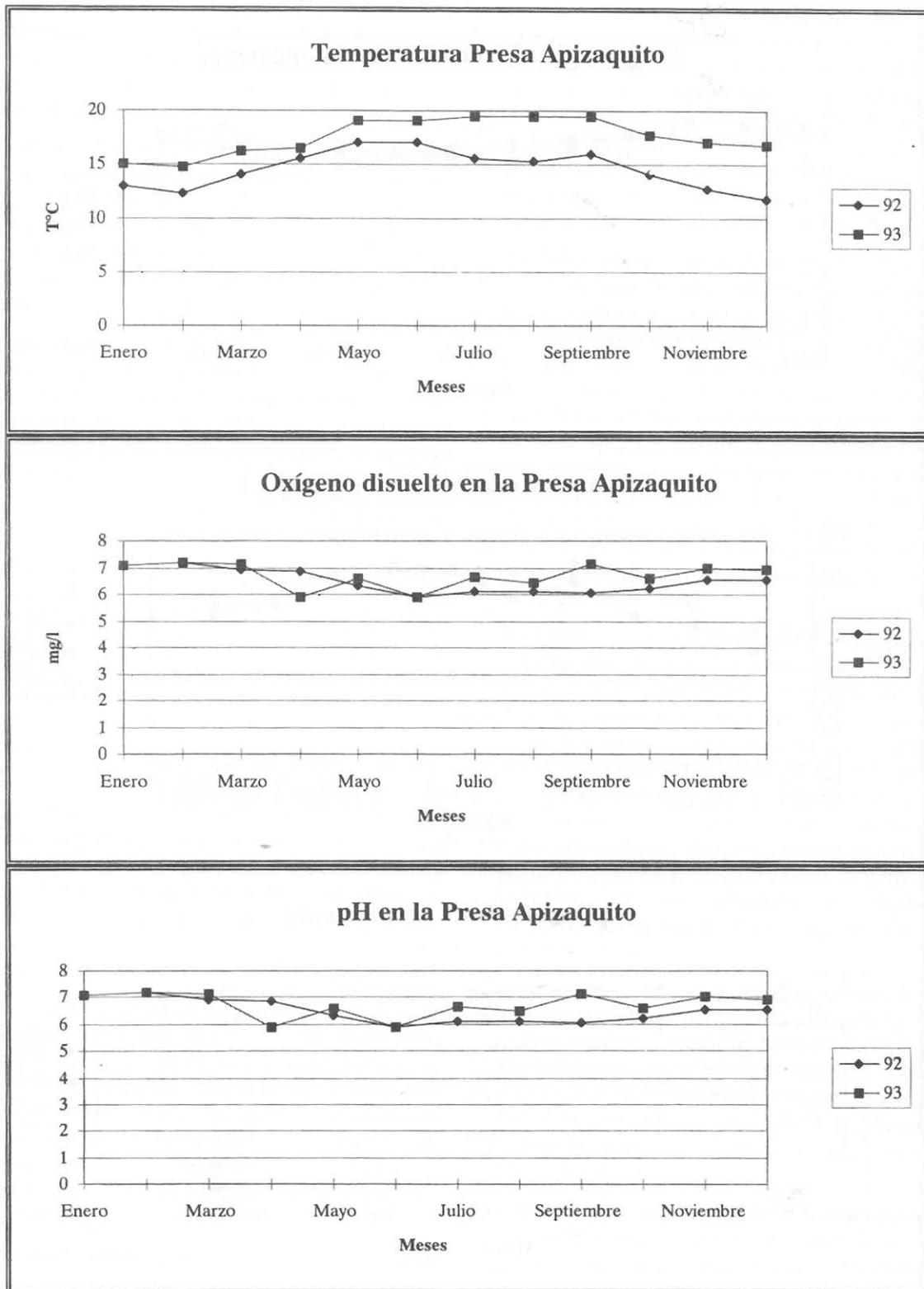


Figura 4. Valores mensuales promedio de Temperatura, Oxígeno disuelto y pH para dos ciclos anuales en la Presa de Apizaquito, Tlaxcala.

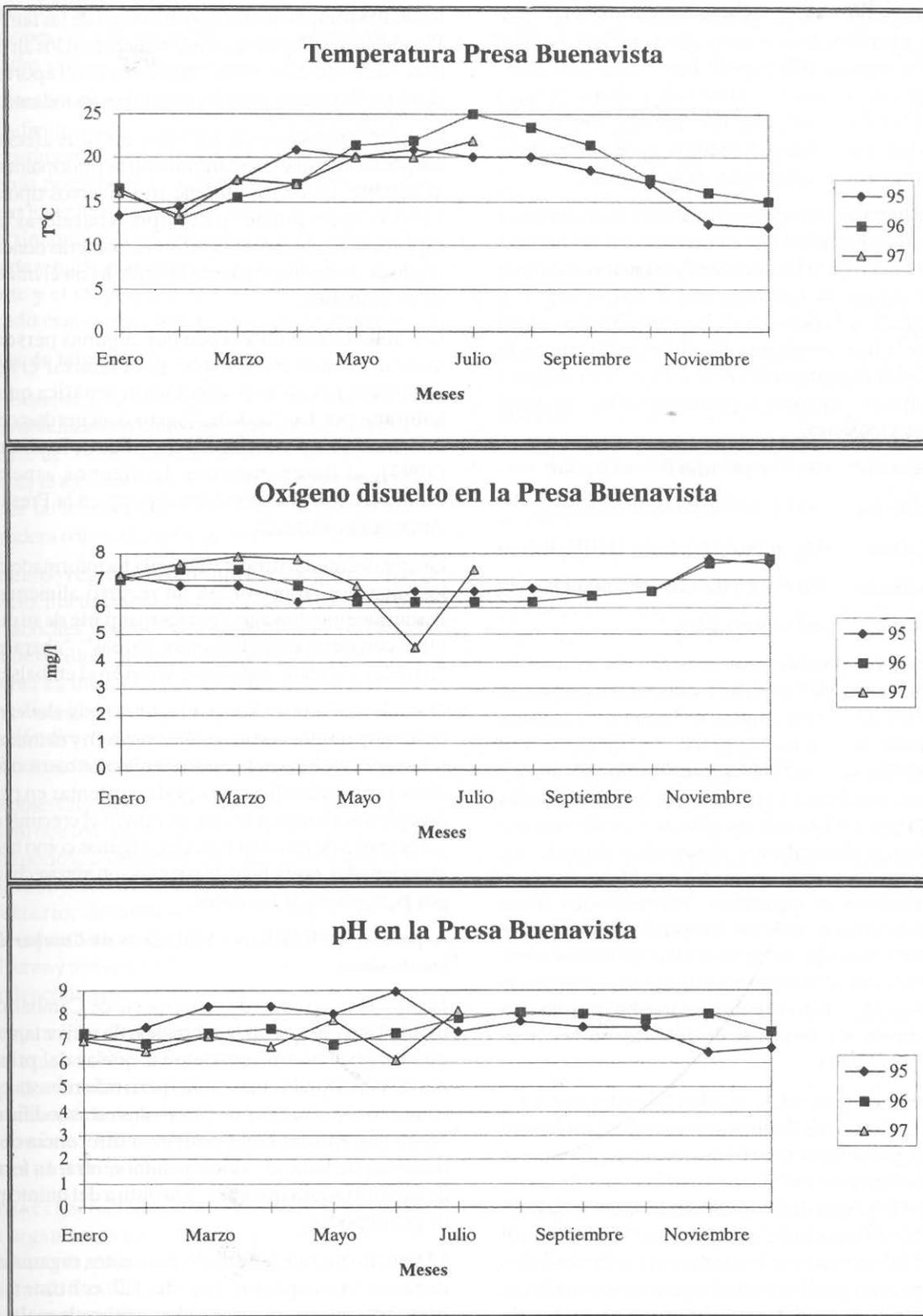


Figura 5. Valores mensuales promedio de Temperatura, Oxígeno disuelto y pH para dos ciclos anuales y siete meses en la Presa de Buenavista, Tlaxco, Tlaxcala.

acuática, sobre todo en las áreas donde existen porciones de agua litorales con alto flujo de energía, por que ésta desempeña varios papeles funcionales para diversas especies como son sustrato alimentario, refugio ante factores ambientales, protección contra depredadores, hábitats definitivos, aporte de materia orgánica y a su vez retención de sedimentos.

Los matorrales de vegetación acuática sobresalientes en los tres embalses que constituyen un hábitat preferencial para los "acociles", están formados por varias familias de fanerógamas, destacando por su abundancia la Cyperaceae de la especie *Scirpus validus* por ser la más ampliamente distribuida en casi la totalidad de la periferia de las áreas de estudio; también como típicas, comunes y representativas las siguientes familias y especies:

- Gentianaceae con *Nymphoides fallax* Ornduff
- Umbelliferae con *Hydrocotyle ranunculoides* L.
- Onagraceae con *Ludwigia peploides* (HBK) Raven
- Polygonaceae con *Polygonum lapathifolium* L.
- Lemnaceae con *Lemna gibba* L.

Toda esta vegetación, trasciende de manera notable en la presencia de "acociles" entre otros grupos de animales que constituyen su fauna de acompañamiento, pero para los primeros fue constante determinar una estrecha relación con las raíces y organismos epifíticos que viven en los tallos y envés de las hojas, con los cuales se alimentan; curiosamente los hábitos alimentarios observados durante los muestreos en campo, permitió establecer que son depredadores de pequeños invertebrados como moluscos, larvas de insectos, otros crustáceos de menor tamaño y más aún, su agresividad les lleva a comportarse como caníbales cuando existe competencia por alimento; ésto último pudo observarse con frecuencia en acuarios de laboratorio (Pérez-Rodríguez 1994).

En términos generales, pueden considerarse a los "acociles" como de hábitos alimentarios omnívoros, aunque por situaciones circunstanciales, adoptan el comportamiento de "carroñeros" o comedores de materia orgánica depositada en el fondo, lo que les confiere un importante papel de degradadores en el bentos del ecosistema; los ambientes sedimentarios que al parecer prefieren estos organismos en las áreas de estudio, son del tipo pantanoso provistos de vegetación acuática enraizada emergente, flotante y/o sumergida, con terrígenos areno-limo-arcillosos en

los cuales suelen convivir con moluscos de las familias Planorbidae y Physidae, especialmente en los alrededores de los matorrales de "tule", donde el aporte de residuos de origen animal y vegetal es abundante.

Como depredadores de los "acociles" que afectan a sus poblaciones, se cuentan entre otros principalmente al hombre, quien los obtiene con diversos tipos de redes convencionales o del tipo "charaleras"; su captura se realiza en aguas litorales someras donde el fondo es de declive suave de la orilla hacia el interior de los embalses.

Los autores han observado que algunas personas utilizan "cestos artesanales" para tamizar el agua durante la revisión de vegetación acuática que es habitada por los "acociles"; esto concuerda con la información proporcionada por Pérez-Rodríguez (1994), al hacer mención de algunos aspectos ecológicos sobre esta misma especie en la Presa de Apizaquito, Tlaxcala.

Gentes del medio rural de Tlaxcala ha informado que los "acociles" representan un recurso alimentario desde hace muchos años, por formar parte de su dieta junto con otros animales como "carpas", "charales", "ajolotes", "ranas" y aves que viven en el embalse.

Otros consumidores, son por razones naturales varios de los organismos con los cuales conviven y mantienen relaciones tróficas, sirviendo en algunos casos como alimento vivo de ellos, para poder sustentar en parte las cadenas alimentarias que permiten el crecimiento y desarrollo de diversas especies, algunas como las ya mencionadas, que a final de cuentas son aprovechadas por personas de la localidad.

Aspectos morfológicos y biológicos de *Cambarellus montezumae*.

El dimorfismo sexual de esta especie de Cambaridae es muy claro, ya que las hembras son de mayor tamaño que los machos, presentando las quelas del primer par de pereiópodos más cortas pero más robustas; en el macho el primer par de pleópodos está modificado como gonópodos copuladores, a diferencia de la hembra que tiene el orificio genital ventral en forma de una herradura invertida, a la altura del quinto par de pereiópodos.

El tamaño menor registrado para estos organismos durante las capturas fue de 1.2 centímetros, probablemente por usar redes con luz de malla no mayor a 10 milímetros cuadrados; las tallas mayores correspondieron a individuos hembras con una

longitud de 5 centímetros como máximo en todas las ocasiones de muestreo, aunque esta frecuencia de medidas varió con las diferentes épocas del año.

La biomasa en peso promedio dado en gramos para los individuos, correlacionado con la longitud total en centímetros, demostró que los machos tienden a ser más pesados que las hembras cuando están en etapas juveniles y con una talla menor a los 3 centímetros, sin embargo en los adultos la hembra es más grande y mide poco más de 5 centímetros generalmente y el macho además de ser menos robusto, cuando más alcanza una longitud de 4.6 centímetros.

Datos de laboratorio

Por lo que se refiere al proceso reproductivo, los individuos obtenidos en cultivos de laboratorio, al llegar a la talla de 3 centímetros, tanto la hembra como el macho, ya son capaces de copular y generar descendencia, de tal manera que a partir de ese tamaño, se les considera como adultos y aptos para la reproducción.

El tiempo registrado durante el proceso de apareamiento, fluctuó entre los 25 y 45 minutos en varios de los "acociles" mantenidos en cautiverio y la cantidad de huevecillos que las hembras lograron producir y retener en incubación, dependió en gran parte de la superficie abdominal disponible en ellas; hubo una relación directamente proporcional de mayor cantidad de huevos en hembras más grandes y viceversa.

Las observaciones en laboratorio, permitieron apreciar los procesos de fecundación interna en estos decápodos, con formación de huevos que son incubados y desarrollados embriológicamente en el exterior del animal, ocupando la porción ventral correspondiente al pleón de la hembra donde se adhieren y son sostenidos hasta completar su desarrollo e independizarse.

La aparición de huevecillos en el abdomen de las hembras, sucedió entre los 15 y 20 días siguientes a la cópula; estos son oxigenados constantemente a intervalos breves de tiempo, flexionando para ello la porción abdominal y accionando con rapidez los pleópodos libres y los urópodos.

Una vez liberadas las crías, la diferenciación de sexos en organismos recién nacidos y hasta la talla de 6 milímetros, no es factible de lograrse, sin embargo a partir de 7 milímetros, las estructuras genitales comienzan a diferenciarse y sólo hasta llegar a 1.3 centímetros de longitud, pueden reconocerse claramente y diferenciarse las hembras de los machos.

También pudo apreciarse en acuarios de laboratorio, como ya lo ha establecido Arrignon (1985), que al iniciarse el crecimiento del "acocil", se alimenta con las reservas que transporta en el cefalotórax, razón por la cual se observa desproporción con el resto del cuerpo; aumenta de tamaño rápidamente de tal manera que las mudas son más frecuentes en los individuos jóvenes y la liberación del exoesqueleto puede tardar hasta 10 horas, sin embargo el período de tiempo para efectuar cambio de exubias gradualmente es mayor a medida que la edad del acocil aumenta.

Durante el desarrollo de las formas juveniles o crías, es claramente perceptible la existencia de un crecimiento desigual o diferencial de los individuos, lo que definitivamente influye en la caracterización de sexos aunque no de una forma generalizada, sin embargo las poblaciones nuevas suelen crecer a distintos ritmos metabólicos, hasta llegar a los 3 centímetros de talla que es cuando se tornan funcionales para reproducirse sexualmente.

Un comportamiento muy común de observar en los juveniles obtenidos en laboratorio, fue la marcada agresividad entre ellos a pesar de disponer de alimento y espacio, lo cual en una gran cantidad de casos terminaba en actos de canibalismo; al parecer se percatan de su vulnerabilidad cuando están debilitados durante los procesos de muda.

La formación de embriones, que ha sido confirmada más de cuatro veces durante esta investigación, tarda de 28 a 30 días en condiciones ambientales de laboratorio, con el consiguiente desprendimiento de los mismos en formas de crías o larvas de aproximadamente 5.5 milímetros de longitud.

Cuando hubo la posibilidad de transportar al laboratorio hembras ovígeras colectadas, los embriones mostraron una mayor mortalidad que los obtenidos en hembras fecundadas en cautiverio y esto posiblemente fue debido a los bruscos cambios ambientales, a consecuencia del efecto mecánico del transporte y en general al "stress" al que fueron sometidas.

La relación proporcional de sexos en las capturas totales de "acociles", demostró que las hembras siempre estuvieron presentes en mayor cantidad, excepto en los períodos comprendidos de Abril a Julio en los ciclos anuales de muestreo, épocas en que las hembras ovígeras colectadas fueron en cantidad considerable; esto sugiere que durante la reproducción, las hembras dependen de las zonas de abrigo que puedan ocupar, donde el menor número o ninguno de los depredadores pueda tener acceso.

El porcentaje de hembras ovígeras presente en las capturas durante la mayoría de las redadas, fluctuó entre 1 y el 11 %, encontrando que durante todo el período anual, es factible de hallárseles en las poblaciones presentes en el ecosistema, lo cual indica que los procesos de reproducción se suceden con regularidad e ininterrumpidamente. Estas observaciones fueron previamente realizadas por Rosas *op. cit.*, en *Cambarellus montezumae patzcuarensis* poniendo de manifiesto la capacidad de copular estos "acociles" durante todo el año y presentar hembras con huevos y embriones en cualquier mes, como sucedió en este embalse.

A su vez, el crecimiento de estos organismos en condiciones de cautiverio, permitió determinar la periodicidad de mudas en los individuos y a este respecto, es interesante mencionar que durante las etapas más juveniles, las exubias aparecían semanalmente, más tarde cada 15 días o bien hasta un mes, pero al pasar al estado adulto, tardaron de 2 a 3 meses según el caso y con esto puede inferirse que la cantidad de mudas durante el ciclo biológico del animal, depende de la etapa de crecimiento en que se encuentre el individuo.

Para las hembras observadas en cautiverio, se cuantificaron hasta 108 huevecillos, en tanto que las hembras ovígeras colectadas en las áreas de estudio, tuvieron hasta 124 en el mejor de los casos.

Del análisis estructural de las poblaciones de individuos colectados, respecto a tamaños y con base en la metodología mencionada, pudo determinarse que muestran una distribución al azar y amontonada, dependiendo de las dimensiones del área de colecta.

Conclusiones

Se ha confirmado con este estudio, que los "acociles" de la especie *Cambarellus montezumae* que se desarrollan en los cuerpos de agua epicontinentales del Estado de Tlaxcala, de manera tradicional todavía son aprovechados como alimento autóctono de origen dulceacuícola, por formar parte de la dieta de los asentamientos humanos de la región; por tal motivo, resulta necesario el conocimiento y dominio de biotecnias que permitan el manejo y desarrollo de los crustáceos decápodos Cambáridos en embalses de Tlaxcala, ya que su captura sin control, conduce a estos organismos a su posible exterminio en las localidades de consumo.

Los "acociles" son organismos degradadores de materia orgánica depositada en los sedimentos del embalse, independientemente de ser de hábitos depredadores con invertebrados menores a ellos que constituyen su fauna de acompañamiento; son alimento vivo para niveles tróficos superiores en los que se encuentran peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos incluyendo al hombre. Esto les hace tener importancia ecológica por su papel trófico.

Con base en los muestreos periódicos de acociles efectuados en el área de estudio, pudo apreciarse que la presencia de hembras ovígeras y juveniles fue frecuente y común, mostrando un incremento notable en verano y otoño, lo cual indica que estos organismos pueden reproducirse en cualquier época del año, lo cual reafirma lo mencionado por Rosas *op. cit.*, siempre y cuando exista materia orgánica disponible para su alimentación.

Con base en los datos obtenidos sobre factores ambientales, las condiciones de hábitat registradas como apropiadas para el desarrollo del ciclo biológico de los "acociles", indicaron que la temperatura promedio anual fue de 18°C, las concentraciones de oxígeno disuelto fluctuaron entre 6.2 y 6.4 mg/lt. y el pH 8.0; generalmente se encontraron viviendo en aguas que raras veces rebasan a 1.5 m. de profundidad.

Para este crustáceo se le registró como fauna típica de acompañamiento con la cual de alguna manera actúa, a anélidos hirudíneos, insectos Hemiptera, Coleoptera y larvas de Odonata, así como con moluscos gastrópodos Pulmonata, con los que compite por espacio y alimento, sin embargo representa un recurso importante para sus depredadores como son los peces Atherinidae denominados "charales" de la especie *Chirostoma jordani*, hasta siete variedades de Cyprinidae conocidas como "carpas", anfibios llamados "ajolotes" de la especie *Ambystoma tigrinum* y ranas del género *Rana*; también existen numerosas aves que exploran las orillas de la presa y habitan en los matorrales de vegetación acuática donde un buen número de ellas anidan.

Literatura citada

Archivo General de la Nación. 1980. *Peces, Moluscos y Crustáceos en los Códices Mexicanos*. Figura del Códice Florentino XI-LXXXV. 58 p.p.

Arrignon, J. 1985. *Cría del "cangrejo de río"*. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España., p.p. 7-18.

- Bardach, J; J. H. Rhyther; and W.O. McLarney. 1990.** *Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce.* A. G. T. Editor. 536 p.
- Bojórquez L. 1994.** Calidad del agua de los Canales de Xochimilco. *Informe Técnico 11. U.A.M.-Xochimilco.* 417 p.
- Bliss, D. E. 1982.** *The Biology of Crustacea.* Academic Press. New York. London. (1) 1-7 p.
- García, E. 1964.** *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Offset Larios, S.A., México D.F. p. 187
- Goves, R. E. 1985.** *The Crayfish: its nature and culture.* Fishing News Books Ltd. 9-10 p.
- Huxley, H. T. 1977.** *The crayfish.* The Mit Press. Cambridge Massachusetts. London, England., 15 p.
- Margalef, R. 1983.** *Limnología.* Editorial Omega S.A., Barcelona, España., 1010 p.
- Odum, E. P. 1987.** *Fundamentos de ecología.* Editorial Interamericana, México., 422 p.
- Pennak, R. W. 1978.** *Freshwater invertebrates of the United States.* John Wiley and Sons Editors., New York, U.S.A., 803 p.
- Pérez-Rodríguez, R., A. Malpica-Sánchez y J. Balderas-Cortés. 1989.** Sedimentología y fauna bentónica (Presa de Atlangatepec, Tlaxcala). *Cuadernos de C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.* (21): 51 p.
- Pérez-Rodríguez, R. 1994.** Estudio limnobiológico de la Presa de Apizaquito, Estado de Tlaxcala. *Cuadernos de C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.* (34):125 p.
- Pérez-Rodríguez, R. 1995.** Estudio de los moluscos bentónicos y epifíticos de la Presa de Atlangatepec, Tlaxcala. *Cuadernos de C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.* (36): 69 p.
- Rabiela, R. T. 1995.** *Presente, Pasado y Futuro de las Chinampas.* CIESAS y Patrimonio del Parque Ecológico de Xochimilco A. C., 91-93 p.
- Rosas, M. 1976.** Datos biológicos sobre el acocil del Lago de Pátzcuaro *Cambarellus montezumae patzcuarensis.* *Memorias del Simposium sobre Pesquerías en Aguas Continentales.* Tuxtla, Gutierrez, Chiapas. (2): 91.
- Rzedowski, J y G. C. de Rzedowski. 1981.** (Editores). *Flora fanerogámica de Valle de México. Vol. I.* Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., p. 126-132; 218-236.
- Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1985.** *Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II.* Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional e Instituto de Ecología, México D.F., p. 141-150; 158-178; 216-224.
- Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1990.** *Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III.* Instituto de Ecología., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán., p. 14-18; 174-243.
- Sastrías de de P. M. (1987).** *El mundo de los peces y los lagos (Los Purepechas).* Ediciones Quinto Sol. México., p. 19
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1991).** Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos CT-CERN-001-91, que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y sus endemismos de la flora y fauna terrestres y acuáticas en la República Mexicana. *Gaceta Ecológica. Vol. VIII.* Mayo/91., (15): 27
- Villalobos-Figueroa, A. 1955.** Cambarinos de la fauna mexicana. *Tesis Doctoral.* Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México., 290 p.
- Wetzel, R. G. 1981.** *Limnología.* Editorial Omega S. A., Barcelona, España., 679 p.