



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# Manejo Integral de la Cuenca de Xochimilco y Sus Afluentes

Número especial de la revista E-Bios.

Comité Editorial

María Guadalupe Figueroa Torres

Francisco Linares Jauregui

María Jesús Ferrara Guerrero

Jorge Castro Mejía



# Autoridades de la UAM-Xochimilco

Patricia Emilia Alfaro Moctezuma

Rectora

Fernando de León González

Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Jaime Francisco Irigoyen Castillo

Director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño

Jorge Alsina Valdés y Capote

Director de la División de Ciencias Sociales y Humanidades

Gilberto Vela Correa

Jefe de Departamento El Hombre y su Ambiente

Universidad Autónoma Metropolitana  
ISSN 2007-5782  
Edición 2014.  
Derechos reservados

Comité editorial de la Revista E-Bios  
María Guadalupe Figueroa Torres  
Francisco Linares Jáuregui  
María Jesús Ferrara Guerrero  
Jorge Castro Mejía

Instituciones y Grupos participantes



Consejo  
Restaurador de  
Xochimilco

Comité  
Rio Santiago

Comité  
Fuentes Brotantes

Comité San Lucas  
Xochimanca



Universidad Autónoma Metropolitana

## Manejo Integral de la Cuenca de Xochimilco y Sus Afluentes

---

Comité Editorial

María Guadalupe Figueroa Torres  
Departamento El Hombre y su Ambiente.

Francisco Linares Jauregui  
Departamento El Hombre y su Ambiente.

María Jesús Ferrara Guerrero  
Departamento El Hombre y su Ambiente.

Jorge Castro Mejía  
Departamento El Hombre y su Ambiente.

**Agradecimientos especiales a  
Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (CENTLI)**

Elena Burns

Pedro Moctezuma Barragán

Oscar Monroy Hermosillo

Imelda Carreón Valdovinos

Rebeca López Reyes

**ATZIN: Acción para la Sustentabilidad del Territorio A. C.**

Doña Amalia Salas Cazales

Félix Venancio González

Gerardo Rubio de Silva

Ignacio Ocaña Guzmán

Patricia Becerril Romero

Elisa Rosas Salas

Rodrigo Aguilar

Rafael Peñaloza García

Saúl Almanza Encarnación

Rosalinda Rosas Salas

María de Lourdes Solares Ramos

Sandra María de los Ángeles Plata Vázquez

Araceli Pinachos Magdaleno

Claudia Erika Zenteno Zaldívar

**A la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco  
Al Dr. Gilberto Vela Correa Jefe de Departamento El Hombre y su Ambiente  
Al comité académico revisor de la presente obra**

Sin los cuales no hubiera sido posible la realización de este trabajo

# Contenido

---

## Presentación.

Prólogo.	1
Introducción.	3

## Visión Integral para el Manejo de la Cuenca de Xochimilco y sus Afluentes.

<b>Hacia un plan de manejo sustentable y por la regeneración socioambiental de la subcuenca hidrológica de Xochimilco y sus afluentes.</b> M. Salazar Molina, M. G. Figueroa Torres, F. V. González, G. R. de Silva, A. Salas Casales, E. Rosas Casales y R. Rosas Casales, I. Ocaña, P. Becerril, R. Peñaloza García y V. J. P. Espinosa.	5
<b>El Rescate Ecológico de Xochimilco: Las culturas del Agua.</b> E. S. Otto.	11
<b>Manejo integral de cuencas hidrológicas: una aproximación ecológica.</b> M. G. Figueroa Torres, M. Salazar Molina, M. G. Ramos Espinosa, M. López Hernández, M. J. Ferrara Guerrero y R. C. Vargas Solís.	21

## Aproximaciones al conocimiento, monitoreo y restauración de la Cuenca.

<b>La nitrificación microbiana como indicadora de calidad del agua en los canales de la zona chinampera de Xochimilco (México).</b> M. J. Ferrara Guerrero, M. Hernández Hernández, J. R. Angeles Vázquez, A. Ponce Mendoza, M. G. Figueroa Torres, R. C. Vargas Solís.	35
<b>Efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Agromil-Plus® en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Will) en un vivero de Xochimilco D.F.</b> U. D. Alvarado Bravo, A. Flores Aviña, E. Flores Hu, R. Silverio Aldana, A. L. Santos González, A. Villavicencio Cruz, V. Jiménez Castañeda, J. L. Ríos Sánchez.	45
<b>Sistema para el tratamiento de aguas negras en la Zona Chinampera de Xochimilco.</b> A. Icaza y R. Aguilar.	50
<b>Eficiencia de las Plantas Acuáticas <i>Pistia stratiotes</i> L. y <i>Myriophyllum aquaticum</i> L. en la remoción de metales pesados Ni, Cr (VI) Y Cu en agua de los canales de Xochimilco.</b> J. D. Bustamante González y M. González Rentería.	56
<b>Usos de la ficoflora de Xochimilco.</b> R. C. Vargas Solís, M. G. Figueroa Torres, M. J. Ferrara Guerrero, I. C. Gallardo Vargas, S. A. Encarnación.	61
<b>Determinación de la biomasa de una comunidad zooplanctónica en el Canal Nacional de Cuernavaca, Xochimilco.</b> M. I. Benítez Díaz Mirón, M. Zamora García, M. E. Castellanos Páez, G. Garza Mouriño, R. Contreras Tapia, J. Flores López Tello.	73
<b>Optimización de la producción del rotífero <i>Brachionus angularis</i> como alimento vivo de peces, crustáceos y anfibios, con el uso de nutrientes nanoencapsulados (Nano Crusta®).</b> G. Garza Mouriño, R. Contreras Tapia, M. E. Castellanos Páez, M. I. Benítez Díaz Mirón, y M. Zamora-García.	81
<b>Condiciones de vida y salud en la colonia “El Paraíso”, asentamiento irregular en Santa Cruz Acalpixca, Xochimilco.</b> R. Soto Castor, A. Esquivel Herrera, J. Bazant Sánchez, A. Granados Cosme y S. López Moreno.	86

## Experiencias y Saberes Comunitarios.

<b>Los Abuelitos Campesinos de Zapotitlán.</b> M. Ortega Olivares.	94
<b>Si se pierden las chinampas, muere el alma de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco.</b> G. Landázuri Benítez.	103
<b>Sustentabilidad a pequeña escala en el predio El Molino, Iztapalapa.</b> M. Salazar.	112



# Prólogo.

“El Manejo Integral de la Cuenca de Xochimilco y sus Afluentes” es una obra que ofrece una compilación de aportaciones, unificadas por el compromiso de rescatar los saberes históricos de la Cuenca, y construir procesos de restauración basados en el potencial de las comunidades y la naturaleza, acompañado de la investigación-acción. Se muestra que los agroecosistemas resguardados entre la Sierra Guadalupe y la del Chichinautzin ofrecen la semilla de un futuro posible y necesario.

La obra consta de tres partes: Visión Integral para el Manejo de la Cuenca de Xochimilco y sus Afluentes; Aproximaciones al conocimiento, monitoreo y restauración de la Cuenca y Experiencias y Saberes Comunitarios

Sobre la primera parte, se presentan tres trabajos que abordan diversos aspectos con una perspectiva holística de la Cuenca, que dan pautas para su adecuado manejo. En el artículo “Hacia un Plan de Manejo”, Mariano Salazar et al. describen el proceso de construcción de un sujeto multi-actor, la Comisión de Cuenca Xochimilco y sus Afluentes, y el firme camino que están abriendo hacia un plan consensuado entre la comunidad, la academia y las autoridades. Nos permiten acompañarles en un recorrido por la Cuenca a través de los flujos de sus aguas, atravesando proyectos comunitarios propuestos y en proceso de realización. Describen la visión, las acciones y los aprendizajes de un valioso proceso de rescate y restauración desde la base, en medio de un ambiente político adverso. En “El Rescate Ecológico de Xochimilco: Las culturas del agua”, Erwin Stephan-Otto nos resume los once siglos de interacción entre la comunidad humana y la naturaleza que dieron lugar a la creación de la chinampa, con su extraordinaria capacidad de proveer alimentos sin romper con los equilibrios de la naturaleza. Señala la importancia de la gestión de los ciclos del agua y de los nutrientes y de su cuidado, así como de la resiliencia de los xochimilcas actuales—que siguen conservando la chinampa como centro de la cohesión comunitaria—, frente a un expansionismo urbano que no sabe frenarse. En “El Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas” Guadalupe Figueroa et al. nos definen los conceptos fuerza centrales a la gestión integral de cuencas: ética, huella ecológica, servicios ambientales, ecotecnias, arquitectura sustentable, políticas y leyes.

Se continúa con una serie de investigaciones aplicadas que buscan comprender, monitorear y restaurar las funciones ecosistémicas.

En “La nitrificación microbiana como indicador de la calidad del agua” se describe las variaciones estacionales de estrés que sufren los ecosistemas acuáticos en Xochimilco a causa de la contaminación por agroquímicos y desechos humanos. El trabajo de Alvarado Bravo et al. “Efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Agromil-Plus® en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will) en un vivero de Xochimilco D.F” aborda sistemas de producción de una de las plantas más importantes de la región, la nochebuena, utilizando diferentes dosis de fertilizantes; lo anterior es un referente para contrastar con el uso de otras técnicas de fertilización orgánica. En “Sistema para el tratamiento de aguas negras en la Zona Chinampera de Xochimilco”, Aída Icasa y Rodrigo Aguilar explican las ventajas del uso de los reactores anaerobios, que permiten el tratamiento del agua a bajo costo y con un mínimo de lodos, en procesos que, a su vez, generan energía vía la producción de biogás. En “Eficiencia de las Plantas Acuáticas en la remoción de metales pesados”, Jesús Bustamante-González y Mariela González-Rentería nos explican que ciertas plantas acuáticas tienen la capacidad de remover contaminantes, y que pueden contribuir al saneamiento de los ecosistemas. Rosario Vargas et al. presentan en “Usos de la ficoflora en Xochimilco” una revisión bibliográfica de estudios que demuestran las impresionantes capacidades de algunas de las 179 especies de algas presentes en Xochimilco, que incluyen: actividad antimicrobiana, antiviral, anti-inflamatoria y antioxidante, disminución de niveles de colesterol, provisión de vitamina C y proteínas, producción de biomasa, fortalecimiento del sistema inmune, tratamiento de aguas residuales, producción de biocombustibles y biorremediación, entre otras. En “Determinación de biomasa de una comunidad zooplanctónica en Canal Nacional de Cuernavaca”, Marcela Benítez-Díaz et al describen la alta producción de biomasa de zooplancton como base potencial de una gran y compleja cadena alimenticia para peces y otros organismos acuáticos. En el trabajo “Optimización de la producción del rotífero *Brachionus*

*angularis* como alimento vivo de peces, crustáceos y anfibios, con el uso de nutrientes nanoencapsulados (Nano Crusta®)", Gabriela Garza-Mouriño et al., plantean, como parte de la extracción de los rotíferos de Xochimilco y de su importancia ecológica y económica, la producción masiva de este recurso utilizando nutrientes nanoencapsulados naturales. Y en el trabajo "Condiciones de vida y salud en Colonia El Paraíso" Ruth Soto-Castor et al. describen los grandes problemas a los que se enfrentan los pobladores que se asientan en zonas de alto valor ecológico, en la ausencia de una planeación urbana integral.

Por último, en este libro se presentan tres trabajos que abordan el importantísimo valor de las experiencias y los saberes comunitarios, aspectos que realzan el sentido de lo humano.

El trabajo "Abuelitos Campesinos de Zapotitlán" de Mario Ortega Olivares es una recopilación exquisita de las prácticas tradicionales de cultivo y de cocina. En las palabras de sus entrevistados, irrumpe el náhuatl y el tiempo asume otro ritmo—nos cuentan del nixcomitl, el chiquihuite, el tecuil, los tlaxcales y los tlapiques, el ahuautili, el mixmole, el tequesquite, los xilototes—así permitiendo acercarnos a saberes antiguos, todavía relevantes frente a un sistema alimentario en crisis. En "Si se pierden las chinampas, muere el alma de San Gregorio Atlapulco", Gisela Landázuri Benítez nos describe la importancia de la chinampa como espacio productivo, cultural e identitario. A pesar de un periodo de abandono frente las falsas promesas de la ciudad, la chinampa ha vuelto a establecerse como escuela de aprendizaje y cohesión familiar y como alternativa para los jóvenes desempleados, por lo cual le dan las gracias a San Gregorio el Magno o a Tlaloc, según el caso. Finalmente, en "Sustentabilidad a pequeña escala en El Molino, Iztapalapa", Mariano Salazar describe la organización comunitaria en torno a proyectos autogestivos para el manejo de hortalizas, ciclos de nutrientes y de agua, un tianguis orgánico, su caja de ahorro y crédito. En este microcosmo del mundo posible, los diferentes géneros y las generaciones conviven y toman decisiones en relación a su sistema de producción-distribución-consumo-reciclaje de manera democrática.y los derechos humanos se realizan junto con los de la naturaleza, como fundamento de una nueva sociedad.

Elena Burns

# Introducción.

Este trabajo surge como una necesidad urgente de abordar los problemas ambientales y sociales, así como de la búsqueda de soluciones, desde una perspectiva integral, regional y transdisciplinaria de la Cuenca de Xochimilco y sus afluentes, debido a su permanente deterioro.

En esta región han existido muchas agrupaciones: pueblos originarios, organizaciones civiles e instituciones académicas (UNAM, IPN y UAM), así como ciudadanos independientes, preocupados por la conservación de la naturaleza y de las culturas, además se han realizado una gran cantidad de trabajos en y sobre la región; sin embargo, hasta el 15 de mayo del 2011 se reúnen los diferentes sectores, convocados por un grupo de académicos y ciudadanos del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (CENTLI) y la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía, para realizar una Caravana por el agua Ce Atl, con el objetivo de concientizar a la ciudadanía sobre la crisis ambiental en general y sobre el agua en particular y para construir alternativas de su uso y manejo, así como para generar las bases para crear una ley ciudadana de derecho al agua para todos los seres vivos; dicha caravana transitó de la zona oriente del estado de México en la región de los volcanes a la zona sur-oriente del Distrito Federal y culminó en la iglesia de San Bernardino de Siena, en el centro de Xochimilco el 3 de junio del 2011, con un foro de análisis, en donde asistieron además, varias autoridades, entre ellas el entonces Rector de la UAM - X, Dr. Salvador Vega y León y el Delegado de Xochimilco Ing. Miguel Ángel Cámara Arango. Lo anterior permitió la convergencia entre diversos grupos preocupados por la conservación de los recursos y la soberanía del territorio de la porción sur del Distrito Federal con autoridades de la demarcación. De aquí surge el grupo Promotor de la Cuenca de Xochimilco y sus afluentes, defensor de los recursos hídricos de la cuenca y el Grupo ATZIN enfocado en el manejo integral de los recursos naturales y la defensa del territorio, actores fundamentales en la gestación del presente documento.

Cabe señalar que la Cuenca de Xochimilco y sus afluentes constituye un sistema ecológico y social muy importante porque en ella se encuentra el Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, reconocida como Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad por la UNESCO; también la zona montañosa y de pie de monte de esta cuenca está considerada como Suelo de Conservación, de igual manera forma parte de los humedales de importancia estratégica mundial reconocidos por la Convención RAMSAR en 2004, además de que una porción importante de la cuenca corresponde a la región terrestre prioritaria 108 formando parte del Área Natural Protegida Cumbres del Ajusco y del Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin. Otra característica de esta Cuenca consisten en su gran diversidad biológica caracterizada por la presencia de más de 216 especies de aves, cerca de 80 especies de mamíferos, 200 especie de plantas ornamentales y 370 especies de algas, entre otros muchos grupos de organismos, además de su gran belleza y su valor ecológico para la recarga de agua en el Distrito Federal y como amortiguador del cambio climático y porque ahí se asientan pueblos originarios de gran riqueza cultural.

La Cuenca abarca varias delegaciones de forma total o parcial, dentro del Distrito Federal: Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco, Tlalpan, Coyoacán e Iztapalapa y contempla desde la zona montañosa hasta las partes bajas que contienen a los humedales de Xochimilco y Chalco.

Es importante hacer notar la indisoluble relación de los componentes de la Cuenca, en donde cada una de sus partes afecta a las restantes, a saber, la contaminación afecta a la salud humana y animal, ésta a su vez afecta a la economía y ésta al bienestar familiar y así sucesivamente.

A pesar de ello, esta zona se encuentra muy deteriorada por la deforestación y erosión del suelo, así como por la contaminación del agua y su extracción desmedida, lo que está causando grandes problemas como inundaciones, formación de islas de calor, enfermedades, pérdida de la biodiversidad, de las etnias y de su cultura y tradiciones, etc. Esta situación ha generado la necesidad de crear procesos de articulación de grupos, colectivos, comités, académicos y personas en lo individual que han venido desarrollando reflexiones y acciones para la conservación del territorio y su cultura.

Por todo lo anterior, esta obra tiene un valor muy especial al reunir los trabajos y las propuestas de académicos y actores sociales para plantear diferentes aspectos de la problemática de la región y emitir propuestas de solución, además de facilitar el intercambio de saberes y el involucramiento de la población.

Cabe señalar el gran apoyo brindado por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco y el Departamento El Hombre y su Ambiente para la realización de este trabajo.

M. en C. María Guadalupe Figueroa

Ing. Mariano Victorino Salazar

# Hacia un plan de manejo sustentable y por la regeneración socioambiental de la subcuenca hidrológica de Xochimilco y sus afluentes.

<sup>1</sup>M. Salazar Molina, <sup>2</sup>M. G. Figueroa Torres, <sup>3</sup>F. Venancio González, <sup>4</sup>G. Rubio de Silva, <sup>5</sup>A. Salas Casales, <sup>5</sup>E. Rosas Casales y <sup>5</sup>R. Rosas Casales; <sup>6</sup>I. Ocaña y <sup>6</sup>P. Becerril, <sup>7</sup>R. Peñalosa García, <sup>8</sup>V. J. P. Espinosa.

<sup>1</sup>Centro de Apoyo a la Organización Comunitaria, A.C.; <sup>2</sup>Depto. El Hombre y su Ambiente UAM Xochimilco; <sup>3</sup>Frente Emiliano Zapata de San Gregorio Atlapulco; <sup>4</sup>Vivarium S.C.; <sup>5</sup>Consejo Restaurador de las Chinampas; <sup>6</sup>Comité San Lucas; <sup>7</sup>Pueblo de Xochimilco, <sup>8</sup>Prestador de Servicios Profesionales.

## Resumen.

La Subcuenca de Xochimilco y sus afluentes forma parte de la Cuenca del Valle de México que posee características ecológicas, culturales y económicas muy importantes que han resultado en que sea declarada, en algunas de sus zonas, como: Área Natural Protegida, Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad, Humedal RAMSAR y Suelo de Conservación. Considerando la importancia de esta Subcuenca, se crea el Grupo Promotor, para conformar la Comisión de la Subcuenca de Xochimilco y sus Afluentes con el propósito de "Elaborar, gestionar y ejecutar un Plan de Manejo para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos de la Subcuenca, con la participación social, pública y privada, garantizando que el agua de la Subcuenca se aproveche de forma responsable en la misma y en la ciudad de México". Es importante señalar que en sus humedales se conservan los últimos relictos de una estrategia agroecológica de carácter sustentable que permitió el florecimiento de la cultura náhuatl en esta región de Mesoamérica, a la cual se le conoce como chinampa. También esta región es estratégica por tener una zona montañosa con una gran capacidad de infiltración y escurrimientos que permiten la recarga de mantos freáticos y acuíferos, de los cuales se extrae agua para los habitantes de la ciudad de México.

Palabras clave: Zona lacustre y humedales, organización comunitaria, manejo sustentable de recursos, aprovechamiento y conservación.

## Abstract.

Subwatershed of Xochimilco and its tributaries is part of the Basin of Mexico that has very important ecological, cultural and economic characteristics that have resulted in it being declared in some of its areas, such as Protected Natural Area Natural and Cultural Heritage, RAMSAR Wetland and Soil Conservation. Considering the importance of this sub-basin, the Promoter Group is created to form the Commission of subwatershed of Xochimilco and its tributaries in order to "develop, manage and implement a management plan for the sustainable use of water resources of subwatershed with the social, public and private participation, ensuring that the water subwatershed responsibly take advantage of the same and in the city of Mexico. "It is important to note that the last remaining wetlands in a sustainable agro-ecological character strategy allowed the blossoming of the Nahuatl culture in this region of Mesoamerica, which is known as chinampas remain. Also this region is strategic to have a mountainous area with a high capacity for infiltration and runoff that allow recharge groundwater and aquifers, from which water for the inhabitants of the city of Mexico is removed.

Keywords: lake and wetlands area, community organization, sustainable resource management, utilization and conservation.

## Introducción.

El grupo promotor para la conformación de la Comisión de Subcuenca de Xochimilco y sus Afluentes, es el resultado de un proceso de articulación de diversos grupos comunitarios que nos hemos comprometido por la defensa y el manejo sustentable de los recursos naturales presentes en nuestra subcuenca, ya que para nosotros tanto la zona de humedales y chinampas como el corredor biológico Ajusco-Chichinautzin son de importancia estratégica como zonas bioculturales que dan identidad a los habitantes de la región. Por sus características hidrológicas, naturales, culturales y de biodiversidad tiene varios reconocimientos a nivel internacional que nos conminan a promover la participación comunitaria para procurar detener y revertir el deterioro ambiental en el que se encuentra nuestra subcuenca. De ello damos evidencias en los siguientes apartados.

## Antecedentes.

Del 15 de Mayo al 5 de Junio del 2011 a iniciativa del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixchahuicopa y la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía, entre otras organizaciones, se llevó a cabo la CARAVANA POR EL AGUA Ce Atl, iniciativa social que se planteó con el objetivo de "Concientizar a la ciudadanía sobre la crisis ambiental y del agua, para construir alternativas en torno a la gestión

integral de la Cuenca de los Ríos Amecameca, La Compañía y Lago Tláhuac-Xico.” y que consistió en un recorrido que partió del parteaguas de la Sierra de Santa Catarina el 15 de Mayo y culminó con un magno evento de clausura en la zona lacustre de Xochimilco el 5 de Junio.

Como preámbulo a la clausura se realizó, el 3 de Junio, el Encuentro “Por la recuperación Integral de la zona lacustre y chinampera de Xochimilco y sus afluentes” con la colaboración de la Delegación Xochimilco. En este Encuentro asistieron cerca de 400 personas de las jurisdicciones de Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac e Iztapalapa, estableciendo el compromiso de impulsar un referente organizativo para incidir en la problemática ambiental y de manejo del agua de la subcuenca de Xochimilco y sus afluentes.

El 8 de Julio del 2011 se realizó en la UAM Xochimilco una reunión para constituir formalmente el Grupo Promotor para la conformación de la Comisión de la Subcuenca de Xochimilco y sus afluentes en ella participaron 59 personas que se organizaron en varias comisiones.

A partir del trabajo articulado de diversos grupos comunitarios, profesores de la UAM Xochimilco y personas interesadas en el saneamiento de la subcuenca, el Consejo de Cuenca del Valle de México, en su asamblea realizada el 21 de Septiembre del 2012, ha reconocido al grupo de manera oficial, como instancia promotora para conformar la Comisión de la Subcuenca Xochimilco y sus Afluentes. Esto nos posiciona como sujetos de interés para el rescate de la región.

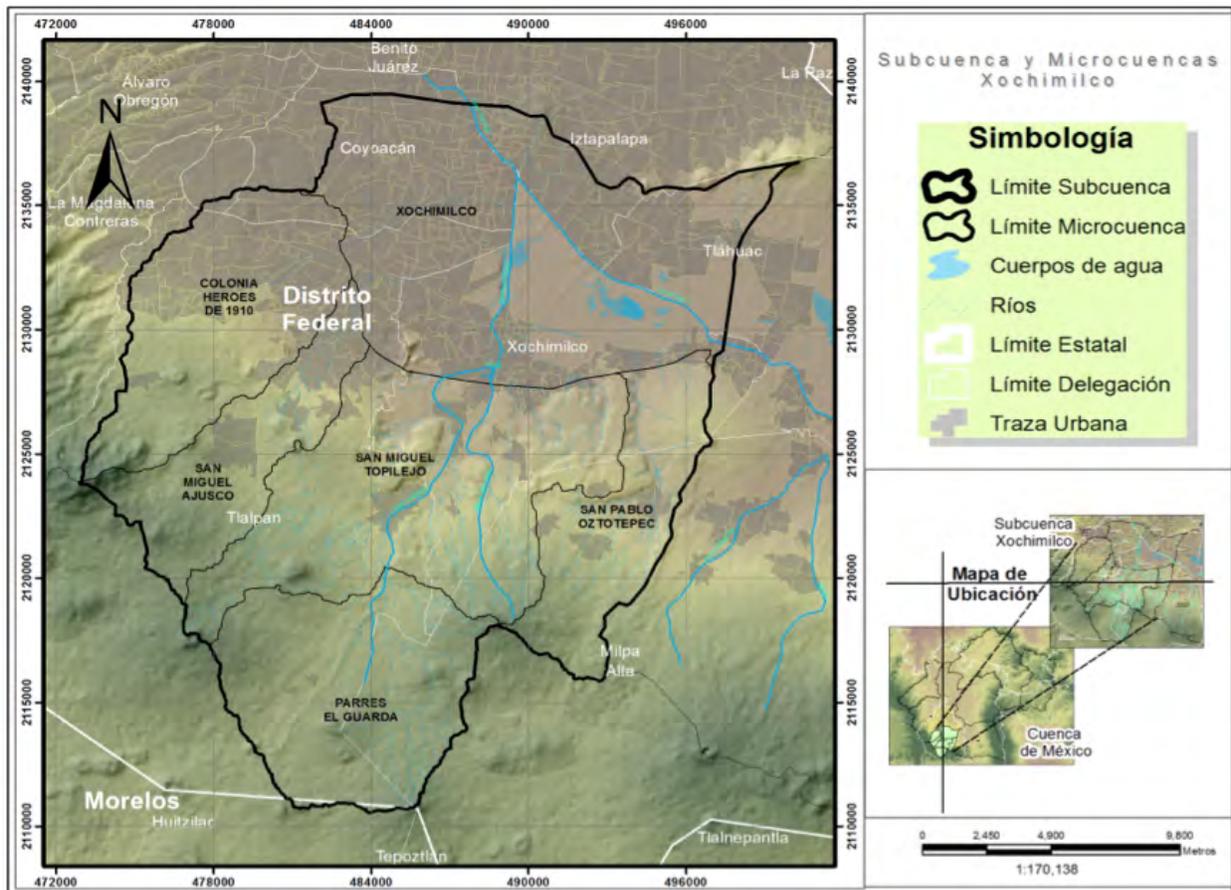


Figura 1. Ubicación de nuestra cuenca.

Nuestra subcuenca hidrológica.

Nuestra subcuenca cubre un superficie de 42 232 hectáreas, en ella están el Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco reconocida como Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad por la UNESCO y con carácter de Zona de Conservación Ecológica y ocupa 2 657 Has, además forma parte de uno de los 37 humedales de importancia estratégica mundial reconocidos por la

Convención RAMSAR denominado Sistema lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, en 2004 y una porción importante de la subcuenca es parte de la *Región Terrestre Prioritaria 108* en donde se consideran de vital importancia el *Área Natural Protegida Cumbres del Ajusco* y el *Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin*.

Las delegaciones beneficiadas por los escurrimientos de agua de la Subcuenca son Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco, Tlalpan, Coyoacán e Iztapalapa.

En cinco de estas delegaciones el Gobierno del Distrito Federal (GDF) determinó que son *áreas importantes de suelo de conservación*.

Las características que dotan de singularidad a esta subcuenca nos plantean la importancia estratégica de contar con referentes organizativos para la defensa y el manejo sustentable de los ecosistemas presentes en ella.

Los principales afluentes son:

- Arroyos San Buena Ventura, Santiago, Teoca, San Lucas y San Gregorio en Xochimilco.
- En Milpa Alta bajan pequeños arroyos del Tehutli que irrigan Tláhuac.
- Iztapalapa contribuye con avenidas de agua tratada que bajan del Cerro de la Estrella y de la Sierra de Santa Catarina para alimentar los canales de Xochimilco.
- En Tlalpan el Arroyo San Juan de Dios.

Es importante destacar que Canal de Chalco y Canal Nacional suman en total 17 724 m con un volumen de captación de 283 584 m<sup>3</sup>.

Como hemos señalado al inicio de este documento, la zona de humedales es una zona de carácter estratégico, ya que de su buen manejo y conservación dependen la vigencia del agroecosistema denominado chinampa y también la hidratación de los mantos freáticos y acuíferos de la región. El Sistema lacustre es un humedal permanente, se encuentra en una cuenca cerrada, no existen mareas, ni tiene conexión con agua de mar o con otros cuerpos de agua similares. La profundidad varía considerablemente, en algunos sitios es de 60 cm, como algunos canales y zonas inundadas, o en otros, como el caso de algunas pequeñas lagunas, la profundidad va de los 3 a 6 m.

Esta zona de humedales tiene una longitud estimada de 203 km de canales conectados entre sí; entre los más importantes se encuentran: Cuemanco, Canal Nacional, Chalco, El Bordo, Apatlaco, San Sebastián, Apampilco, Texhuilo, Zacapa, Caltongo, Santa Cruz y Japón.

Las lagunas principales son Caltongo, Del Toro y el lago de Conservación de Flora, Fauna y Acuacultura de San Gregorio Atlapulco. Actualmente, los canales y lagunas son alimentados artificialmente con agua tratada de las plantas del Cerro de la Estrella, cuyo aporte es de 1 m<sup>3</sup>/s; San Luis Tlaxialtemalco, que aporta 0.225 m<sup>3</sup>/s; además de la planta de San Lorenzo Tezonco.

La presencia de agua en algunos sitios depende de la época del año, ya que se crean y desaparecen cuerpos de agua. La extracción de agua subterránea para satisfacer las necesidades hídricas de la ciudad, ha ocasionado respuestas ambientales negativas en el sistema lacustre ya sea por daño o desaparición de algunos manantiales o durante la temporada de lluvias, provocando un aumento en los niveles de agua y por tanto, del nivel freático, y que, de manera conjunta pueden afectar la navegabilidad de los canales, la permanencia de flora y fauna asociadas al ecosistema, y a un proceso de hundimiento y fracturamiento del suelo.

Por su colindancia hacia el sur con las Sierras Chichinautzin y Las Cruces, que son zonas de recarga debido a su alta capacidad de infiltración, el humedal se conformó en un lugar de descarga natural, que ha tenido procesos paulatinos de extracción artificial, tanto de aguas superficiales (manantiales) como subterránea (acuífero) para satisfacer las necesidades de la zona urbana de la Ciudad de México. Debido a que es un cuerpo de agua léntico, se presenta una mayor retención de sedimentos, enriqueciendo el fondo del mismo, para el beneficio de los organismos, así como para la actividad agrícola de las chinampas en donde se aprovechan dichos sedimentos.

Otra fuente de abastecimiento de agua de la zona, son los escurrimientos superficiales originados por los ríos Santiago o Parres, San Lucas y San Gregorio, que se forman en las estribaciones de la Sierra Ajusco-

Tabla 2. Jurisdicciones insertadas en nuestra cuenca. Fuentes: DDF 1900 y COLMEX-DDF1987.

Delegación	Superficie que ocupa en la subcuenca (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje de la superficie delegacional
Xochimilco	122 km <sup>2</sup>	100
Milpa Alta	76 km <sup>2</sup>	27
Tlalpan	176 km <sup>2</sup>	56.6
Tláhuac	27.9 km <sup>2</sup>	40
Iztapalapa	13.16 km <sup>2</sup>	15
Coyoacán	8.16 km <sup>2</sup>	15
Total	423.22 km <sup>2</sup>	100

Chichinautzin. Los ríos San Lucas y San Gregorio conducen escurrimientos y captan las aguas residuales y pluviales de los pueblos de Santiago Tepalcatlalpan, San Lucas Xochimanca, San Mateo Xalpa, San Miguel Topilejo, y San Francisco Tlalnepantla. Asimismo conducen un flujo de aguas mixtas, que va de bajo a medio, y que representan cerca de 0.056 m<sup>3</sup>/s. Finalmente, reciben descargas clandestinas de aguas negras de los asentamientos humanos, de las cuales no se cuenta con una estimación del aporte.

El arroyo Parres baja desde las laderas occidentales del volcán Cuautzin a la presa San Lucas Xochimanca, cuya capacidad de almacenamiento es de hasta 850 000 m<sup>3</sup>.

Desde el Ajusco-Chichinautzin bajan los cauces de los que fueron ríos de caudal importante: San Buenaventura y San Juan de Dios. La fuente nutriente del San Buenaventura fue el Pedregal del Xitle, al sur de este volcán.

Existen corrientes de agua en temporada de lluvias que forman escurrimientos naturales tales como los denominados El Zorrillo y Agua Grande, para formar parte de la cuenca endorreica de México (INEGI, 2001).

De acuerdo al INEGI (2001), el tipo de clima predominante es C(E)(w2), que corresponde a un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad, también encontramos el C(E)(m), que corresponde a un clima semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es de 9.4° C; para años más fríos de 7.6° C y 11.4° C en los más calurosos. La precipitación total anual es de 1 343.7 mm; en años secos es de 878.9 mm y en años lluviosos de 2 873 mm.

### ¿En dónde estamos hoy?

- Hemos realizado varias reuniones de trabajo, reflexión y organización para determinar el estado en el que se encuentra la Subcuenca.
- Se formaron grupos de trabajo para concentrar la información documental (diagnósticos, proyectos, programas e iniciativas) existente para la subcuenca, con el propósito de elaborar un diagnóstico y caracterización de la subcuenca actualizado.
- Se formó un grupo núcleo para hacer las gestiones pertinentes para que se reconozca al grupo promotor ante Conagua y ante el Consejo de Cuenca del Valle de México, lo cual se logró el 21 de Septiembre en sesión solemne de éste último.
- Hemos realizado tres talleres de capacitación para identificar los problemas de manejo de agua y sus posibles vías de solución, así como también para realizar reconocimientos del entorno con GPS.
- Nos organizamos en grupos de trabajo zonales (subcuenca alta y baja) para iniciar recorridos físicos de reconocimiento de la subcuenca y realizar acciones de visibilización y saneamiento de puntos estratégicos como la Presa San Lucas y la Zona Lacustre Chinampera de Xochimilco
- Contamos con el acompañamiento de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía y del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa.
- Un equipo núcleo de profesores de la UAM-Xochimilco se han involucrado comprometidamente como parte del grupo promotor.

¿Cómo pretendemos ver nuestra Subcuenca? (resultados a obtener).

- Diseñando, implementado y evaluado un Plan hídrico por la Comisión de la Subcuenca Xochimilco y sus Afluentes.
- Saneando los nueve afluentes y la zona de humedales de la Subcuenca a través de los Comités de microcuenca que existen y otros que formaremos en el proceso.
- Elevando el nivel piezométrico de los pozos de los acuíferos de Xochimilco y Chalco.
- Aprovechando el total del agua pluvial en presas, represas, lagunas, canales y apancles.
- Construyendo y poniendo a funcionar pozos de absorción para aprovechar los escurrimientos del Ajusco–Chichinautzin, Sierra de Santa Catarina y Cerro de la Estrella.
- Garantizando la conservación de los reconocimientos de Xochimilco como Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad de parte de la UNESCO y del Sistema Lacustre “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” como humedales de importancia estratégica mundial por la Convención RAMSAR.
- Acotando el crecimiento urbano en las zonas sujetas a conservación ecológica, reubicando los asentamientos establecidos en zona de riesgo y aplicando ecotecnias de saneamiento y aprovechamiento de agua implementadas y funcionando adecuadamente en asentamientos consolidados.
- Diseñando y poniendo en marcha un programa de educación ambiental implementado en escuelas de educación básica y otros dirigidos a la formación de promotores, monitores y observadores ambientales en las seis delegaciones.
- Instalando ecotecnias en espacios públicos para disminuir el stress hídrico de la Subcuenca y de la ciudad de México.
- Creado un programa universitario transdisciplinario orientado a promover y garantizar el manejo integral sustentable y la regeneración socioambiental de la Subcuenca.

¿Qué requerimos?

- El acompañamiento de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía, de la Universidad Autónoma Metropolitana y del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa para diseñar y elaborar el Plan Hídrico de la Subcuenca de Xochimilco y sus Afluentes.
- Contar con un instrumentos multiactor, como la Comisión de la Subcuenca de Xochimilco y sus afluentes, para garantizar que el agua de la subcuenca se aproveche en la misma, evitando la importación y afectación de otras Cuencas.
- Garantizar recursos para la implementación de programas, proyectos e iniciativas de manejo sustentable del agua y de regeneración socioambiental de la subcuenca.
- Articularnos durante y después del Congreso “Cuencas y Ciudades” como un grupo que promueve la construcción de sinergias para el manejo sustentable del agua y el territorio.
- Incidir en la elaboración, cabildeo y aprobación de una Ley de Aguas Nacionales en donde la sociedad civil tenga mayor intervención , teniendo como principio el agua como bien común.

Conclusión.

A casi dos años de estar generando un proceso de articulación con grupos comunitarios, profesores de la UAM y personas interesadas y comprometidas con el rescate y saneamiento de nuestra Subcuenca, hoy podemos decir que ya contamos con un grupo núcleo que se ha establecido como reto construir, desde varios frentes, un entramado socio-ambiental que permita la consolidación de referentes organizativos ya existentes como el Consejo Restaurador de la Chinampas de Xochimilco y San Gregorio, Vivarium, A.C., Comité San Lucas, el Centro de Apoyo a la Organización Comunitaria, A.C. , la Asociación de Comerciantes de Plantas Flores y Hortalizas del Mercado de Cuemanco y el Frente Emiliano Zapata de San Gregorio Atlapulco; así como la UAM y la UNAM, para animar la construcción de procesos organizativos con la construcción de Comités locales de microcuenca en los afluentes presentes en la región.

Este documento es una oportunidad para visibilizar nuestras acciones y para invitar a investigadores, profesores y estudiantes de las diversas instituciones educativas a que se integren a nuestro grupo promotor para incidir en el rescate de nuestros humedales, chinampas, áreas naturales protegidas,

bosques, pastizales, suelos agrícolas, zonas lacustres, zonas arqueológicas y para colaborar en el afianzamiento de procesos identitarios de los pueblos originarios presentes en las seis jurisdicciones que conforman esta importante región biocultural.

Para lograr el manejo sustentable del territorio y sus ecosistemas en un proceso de corto, mediano y largo plazo, hemos diseñado

Nuestro horizonte estratégico.

#### *Misión*

- Lograr el rescate y la preservación de los recursos hídricos de la Subcuenca Xochimilco y sus Afluentes, valorando la importancia biocultural y estratégica de la zona lacustre.

#### *Visión*

- Ser un referente en la Cuenca del Valle de México con experiencia probada en el manejo hídrico, con capacidad de construir sinergias entre los sectores sociales, públicos, privados y culturales, tanto a nivel nacional como internacional, que logre establecer un Plan de rescate, preservación y manejo sustentable de la Subcuenca Xochimilco y sus Afluentes, a través de mecanismos de toma de decisiones consensuadas y de gestión responsable, todo ello con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Subcuenca y la salud de los ecosistemas.

#### *Objetivo General*

- Elaborar, gestionar y ejecutar un Plan de Manejo para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos de la Subcuenca Xochimilco y sus Afluentes, con la participación social, pública y privada, garantizando que el agua de la Subcuenca se aproveche de forma responsable en la misma y en la ciudad de México.

#### *Bibliografía.*

1. Grupo de Estudio Ambientales y Fundación Friedrich Ebert Stiftung: Plan para la regeneración ecológica y el desarrollo regional de la Subcuenca hidrológica de Xochimilco. México, Noviembre de 1990.
2. Ficha informativa de los Humedales Ramsar: [http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR\\_RAMSAR/Distrito\\_Federal/Xochimilco/Sistema%20Lacustre%20Ejidos%20de%20Xochimilco%20y%20San%20Gregorio%20Atlapulco.pdf](http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Distrito_Federal/Xochimilco/Sistema%20Lacustre%20Ejidos%20de%20Xochimilco%20y%20San%20Gregorio%20Atlapulco.pdf)
3. Gaceta del DDF: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano Xochimilco
4. INEGI 2001: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeum/2001/AEEUM%202001%20%28parte%201%29.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeum/2001/AEEUM%202001%20%28parte%201%29.pdf)
5. Larrondo S. Marío : Plan maestro para la zona lacustre y chinampera de Tláhuac-Xico. PDF.

# El rescate ecológico de Xochimilco: las culturas del agua.

Dr. E. S. Otto

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM. Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C.

## Resumen.

Tras décadas de soluciones insuficientes, en Xochimilco la situación social empeoró por el perjuicio económico causado por el grave deterioro ambiental. Desde 1987 es "Patrimonio de la Humanidad"; en 1989 surgió un plan para rehabilitar Xochimilco y su lago, el último del extenso sistema perdido, en todo lo posible, con participación gubernamental y comunitaria, y apoyo multidisciplinario de especialistas académicos cuyo campo de trabajo era el sur de la Cuenca. El valor cultural de Xochimilco, su atractivo turístico, productividad agrícola y su efecto ambiental ameritaron invertir millones de dólares entre 1989 y 1993. Los pueblos americanos generalmente lograron conocimiento profundo de su medio ambiente, con respeto y adaptación a los ritmos naturales; ese conocimiento permitió niveles culturales y tecnológicos suficientes para modificar su entorno y aprovecharlo sin degradar ecosistemas. En la Cuenca de México, la afortunada conjunción de elementos naturales favoreció grandes culturas. Los xochimilcas hicieron de las riberas de los lagos de Xochimilco y Chalco buenos espacios para habitar y producir sus satisfactores elementales. Esta sabiduría se aplicó en intercambios materiales y simbólicos entre distintos grupos de la cuenca y alrededores. Los habitantes de Xochimilco conforman hoy una cultura original, sólida y fundamentada en creencias, costumbres y actitudes compartidas, en armonía con el entorno natural, no obstante la cercanía de la ciudad y la obligada convivencia con ella. Aquí chocan necesidades urbanas con necesidades rurales para producir alimentos. Existe mala administración del agua, que privilegia lo urbano y atiende posturas de académicos científicos como entubar ríos y captar la lluvia, contrarias al conocimiento empírico fruto de convivencia con el medio. Con las campañas de reforestación de las sierras que circundan la cuenca habrá mayor precipitación pluvial y más problemas urbanos, sin respuesta gubernamental inmediata salvo en emergencias. Para muchos habitantes urbanos el agua es un elemento vital, pero su mal uso la convierte en objeto sin valor. La gran explotación del líquido significa sólo un elemento más de la cadena de producción y consumo, sin ver origen, costo, traslado y posible agotamiento. Quien puede aprovechar más el agua tiene el control. De ahí el dispendio en espacios domésticos y recreativos. En Xochimilco el agua es valor de identidad y permanencia.

Palabras clave: Agua, grupo social y restauración ecológica.

## Abstract.

After decades of inadequate solutions, Xochimilco social situation worsened by the economic damage caused by severe environmental degradation. Since 1987 he is "Heritage"; in 1989 a plan to rehabilitate Lake Xochimilco and arose, the last of the extensive system lost, as far as possible, with government and community participation and support of multidisciplinary academic specialists whose field of work was the South Basin. The cultural value of Xochimilco, its tourist attractions, agricultural productivity and environmental effect merited invest millions of dollars between 1989 and 1993. The American people generally achieved deep understanding of their environment with respect and adapt to the natural rhythms; that knowledge allowed sufficient cultural and technological levels to change their environment and use it without degrading ecosystems. In the Basin of Mexico, the lucky combination of natural elements favored great cultures. The xochimilcas made the banks of the lakes of Xochimilco and Chalco good places to live and produce their elementary satisfactions. This knowledge is applied to material and symbolic exchanges between different groups of the basin and surroundings. The inhabitants of Xochimilco now comprise original, solid and accurate culture beliefs, customs and shared attitudes in harmony with the natural environment, despite the proximity of the city and must live with it. Here collide with urban rural needs needs to produce food. There is poor water management, which emphasizes urban and academic scientists serving positions as tubing rivers and capture rainfall, contrary to empirical knowledge fruit of coexistence with the environment. With campaigns reforestation of the mountains surrounding the basin will be increased rainfall and urban problems without immediate government response except in emergencies. For many urban dwellers, water is a vital element, but its misuse becomes the worthless object. The large liquid holding means only one element in the chain of production and consumption, without seeing source, cost, transfer and possible exhaustion. Who can take more water in control. Hence the waste in domestic and recreational spaces. In Xochimilco water is identity value and permanence.

Keywords: Water, Social group, ecological restoration.

## Introducción.

Actualmente el mundo entero realiza un notable esfuerzo para revertir daños a la naturaleza causados por privilegiar el desarrollo económico. El elevado costo ambiental puede serlo mucho más. La total recuperación de regiones únicas en el mundo, como Xochimilco, son un esfuerzo digno de realizarse en beneficio de las generaciones venideras.

Existe plena conciencia de que el deterioro en una determinada región del planeta tarde o temprano afectará a todo el mundo. Proteger las áreas naturales, incluyendo las restauradas con acciones antrópicas —decididas y ejecutadas por seres humanos, no por procesos puramente naturales—, garantizará una mejor calidad de vida ahora y en el futuro. Para justificarlo basta recordar que dos terceras partes de nuestro cuerpo es agua y relacionar esto con que Xochimilco es región lacustre, habitada por una comunidad peculiar.

Es por eso que nuestra propuesta es que, como reacción a las secuelas del colonialismo interno que se ha dado en la ciudad de México, se cree una "cultura del agua".

Tabla 1. Afluentes principales. Elaboración propia con algunos datos de GEA y del Arq. Mario Larrondo.

Arroyo	De dónde vienen	A dónde van	Área (Km)	Escurrimientos promedio (mill m3)	Precipitación anual (mm)
San Buenaventura	Cabecera del volcán Ajusco	Xochimilco, Canal Nacional y Canal de Chalco	70.3	1.135	1027
Santiago	Del Volcán Pelado en Parres	Presa San Lucas	125.2	0.246	891
San Lucas	Del Volcán Cuautzin	Presa San Lucas	29.4	2.085	1004
San Gregorio	Zona montañosa de Milpa Alta	Xochimilco y Tlaltenco	69.7	0.662	824
San Lorenzo	Baja del Volcán Teoca	Xochimilco- Laguna Xaltocan	-	-	-
San Juan de Dios	Del volcán Xitle	-	-	-	-
Avenidas y escurrimientos	Cerro de la Estrella y Sierra de Sta. Catarina	Xochimilco por Canal Nacional y Canal de Chalco	12.7	0.170	784

Pero, ¿qué entendemos tanto por colonialismo interno como por cultura del agua? En el primer caso el término colonialismo interno define una condición de opresión o subordinación, frecuentemente de un grupo étnico sobre otro; sin embargo, incluye también la noción de inequidades políticas y económicas entre regiones dentro de un estado-nación. El término se usa para describir los efectos dispares del desarrollo económico sobre una base regional, lo que se conoce también como el desarrollo dispar, y para describir la explotación de grupos minoritarios dentro de una sociedad más amplia. Esto se considera similar a la relación entre el estado parental (metrópolis) y la colonia, en el colonialismo propiamente dicho.

En la historia del desarrollo y gobernabilidad de la ciudad de México no se puede dejar de plantear el importante papel que el colonialismo interno ha jugado a lo largo de los años, donde la depredación de unos grupos sobre el patrimonio y recursos de otros grupos es un importante factor que ha llegado a poner en jaque el desarrollo y gobernabilidad de la gran urbe.

Por su parte, en los medios de comunicación se promueve la noción de “cultura del agua” identificándola sólo con el ahorro de agua, con no desperdiciarla, que si bien es una realidad importante y una obligación de todos no es únicamente eso. El concepto *cultura del agua* se refiere más al conocimiento, al uso racional, al respeto que merece como fuente de vida. El “líquido vital” no podría tener mejor sobrenombre: los seres humanos podemos resistir muchos días sin comer, pero no sin agua.

No se puede hablar de una sola cultura del agua, pues su concepción depende del entorno, de la abundancia o escasez del acceso a ella, de sus posibilidades de aprovechamiento, del desconocimiento de su buen manejo, así como de su renovación factible. Muestra de ello fue la destrucción por los conquistadores españoles del magnífico sistema lacustre de la Cuenca de México, que permitió el florecimiento del imperio mexica —en menor grado de otras culturas indias asentadas en las riberas de los cinco lagos que existieron— y que fueron la base de ese desarrollo.

Como un buen ejemplo de una cultura del agua que subsiste en nuestros días, a pesar de los embates del colonialismo interno, hablaremos de Xochimilco, sus habitantes, sus conflictos y de la región donde todo esto se encuentra.

### Xochimilco y su cultura del agua.

Localizado al suroeste de la ciudad de México —la más extensa del mundo y una de las más pobladas—, Xochimilco es un lugar con características territoriales y habitantes que no se reunieron en ninguna otra parte del mundo, factores que por siglos han permitido el desarrollo de una cultura ligada estrechamente al medio lacustre. En lengua náhuatl Xochimilco significa “*En la sementera de flores*”.

La gran riqueza vegetal y animal de la cuenca, su clima idóneo, su estratégica posición y sus características geográficas constituyeron el ambiente ideal para el establecimiento de grupos migrantes, que ni siquiera necesitaron desarrollar agricultura para suspender su nomadismo: la naturaleza les prodigaba alimento y vestido. Pocas regiones del mundo han poseído tantos y tan vastos recursos alimenticios no agrícolas como esta cuenca. Seguramente la dieta era muy rica y variada, de la cual resultaban los admirables cuerpos de hombres y mujeres, que los cronistas llegados con los conquistadores describieron con detalle y deleite estético.

#### Origen de sus habitantes.

Los futuros xochimilcas llegaron del norte del país. Fue la primera de las siete tribus nahuatlacas que arribaron a la Cuenca de México, conducida por el sacerdote-gobernante Huetzalin y que hacia el año 916 de nuestra era se asentó en la ribera de uno de los cinco lagos que existían entonces, al que luego llamarían Xochimilco. Para el año 1194 ya era un verdadero centro de población y producción; su fértil suelo y el agua en abundancia, sumados a la hábil mano del agricultor, favorecieron un sistema de producción intensiva sin precedente. Aquí tuvo su mayor desarrollo la técnica de cultivo que produjo la imagen que identifica en el mundo a Xochimilco: la chinampa, cuyas peculiares características como su capacidad para desarrollar cultivos diferentes simultáneos, su alto rendimiento por ello mismo y su extraordinaria fertilidad han atraído la atención de muchos estudiosos de diversos campos: historiadores, artistas, científicos, literatos y periodistas, de muchos lugares y en distintas épocas. Gracias a este interés diversificado se cuenta con información abundante sobre las chinampas y sobre la cultura que ellas originaron en las comunidades lacustrinas, una verdadera cultura del agua que cuidó sus recursos hídricos a pesar de la abundancia.

El pueblo xochimilca desarrolló como pocos una vocación para la agricultura, aprovechó su entorno, respetó lo que la naturaleza ha hecho sagrado y modificó lo que era posible, sin afectar la continuidad ni el equilibrio. La zona lacustre de Xochimilco puede estudiarse desde muchos puntos de vista. Los grupos que se establecieron en sus riberas desarrollaron avanzada ingeniería hidráulica para facilitarse la vida y aprovechar mejor los recursos del lago.

#### La chinampa, ancestral sistema agrícola de alto rendimiento, único en el mundo.

Los lagos se convirtieron en un elemento fundamental para el desarrollo de la cultura regional y su economía. Las bondades del agua permitieron desde obtener alimento variado y fibras para el vestido hasta transitar de un sitio a otro, reduciendo las distancias en los desplazamientos. Se creó la chinampa, sistema de producción agrícola no temporalero, conceptualmente avanzado por su alto rendimiento. Consiste, hasta hoy día, en islas artificiales construidas a base de capas de material vegetal y lodos entrelazándolas con las raíces del ahuejote —sauce alto y delgado, típico y exclusivo de Xochimilco, aunque es introducido, no endémico, cuya raíz tiende a enmarañarse— sembrado en línea, técnica que impide su desmoronamiento y simultáneamente forma una valla vegetal protegiendo los cultivos contra el excesivo sol y la fuerza de los vientos.

A través de la chinampa se crea toda una cultura del agua, en la humedad y en la fértil tierra fruto del trabajo humano, labor sabia y benevolente que se va apropiando del medio natural sin romper su equilibrio. Al ampliarse de esta manera artificial los campos de siembra, el extenso lago se transformó en canales, anchos unos y angostos otros, llamados estos últimos *apantles* en la lengua náhuatl. Por ellos circula el agua como fuente omnipresente de vida, por ahí se desplazaron los antiguos xochimilcas para intercambiar y comerciar sus productos, pero también para establecer relaciones comunitarias, compartir creencias, conocimientos, hábitos y costumbres, creando una identidad regional que permanece hasta nuestros días.

Xochimilco, entonces, no es un mero lugar, no es algo que ya existía y que fue simplemente ocupado por los grupos sociales. Xochimilco fue pensado, inventado y construido por sus pobladores, agricultores mezcla de ingenieros y artistas. Por eso el espacio de Xochimilco no se ha modificado como ha sucedido en otros lugares de la Cuenca de México, la tradición está presente en todos sus habitantes, hombres y

mujeres emprendedores que desean conservar todo lo que los ha mantenido cohesionados comunitariamente, para continuar viviendo a través de los tiempos con su callado trabajo agrícola, alimentando a la cercana urbe y adornándola con sus flores.

### La Cuenca de México.

Hasta aquí utilicé varias veces el término "cuenca" al mencionar el lugar donde se asienta la ciudad de México. Es común escuchar que vivimos en el Valle de México (incluso está previsto constitucionalmente que si el Distrito Federal se convirtiera en un estado como los otros 31, se llamará "Estado del Valle de Anáhuac"), pero esto es incorrecto: no es un valle, no tiene esas características. Vivimos en una cuenca cerrada, geológicamente definida como endorreica.

La cuenca de México fue un lugar privilegiado, una cuenca cerrada que poseía varios lagos extensos y poco profundos, más bien una combinación de lagos y pantanos, con una superficie entre 800 y 1,000 kilómetros cuadrados. Como mera referencia comparativa, el actual Distrito Federal abarca poco más de 1,500 kilómetros cuadrados.

Durante siglos, el sistema lacustre fue generosa fuente de vida para los habitantes de la cuenca, hasta que por errores históricos —criterios políticos imperantes en distintas épocas— los lagos y pantanos fueron desecados y toda la región inició el proceso de deterioro ecológico que hoy enfrenta. Antiguamente el sistema lacustre combinaba a la perfección con un entorno montañoso rico en otros recursos naturales, con valles de suelo fértil, con ríos y manantiales útiles para el riego agrícola. En resumen: un auténtico paraíso que atrajo pobladores, primero con mesura y a fines del siglo XX —con mucha de su riqueza ya mermada— en cantidad abrumadora, que ha dado lugar a una de las ciudades más grandes y pobladas del planeta. Esto, desde luego, favoreció diversos problemas ambientales, especialmente en lo relacionado con los satisfactores básicos, muchos de los cuales se convirtieron en un botín. Este fue el caso del agua, la cual en un claro ejemplo del colonialismo interno del que ya hablábamos, le fue arrebatada a algunos grupos para hacerla disponible a otros. Y fue así como, en regiones sobreexplotadas como Xochimilco, se llegó al desastre ecológico.

En otros tiempos la cultura del agua fue la forma de vida de una comunidad esforzada por proteger su ambiente, sus recursos naturales. Esta cultura del agua es un modelo de desarrollo sustentable en su aspecto más esencial: es el respeto hacia los recursos naturales aprovechándolos sin extinguirlos, reciclando los desechos orgánicos y trabajando al ritmo de la naturaleza, sin forzarla, sólo aprovechando su capacidad productiva; el grupo social xochimilca y los demás que habitaron el sur de la cuenca se adaptaron al medio, modificándolo en lo estrictamente necesario y sin alteraciones drásticas.

Así se vivió en esta región durante varios siglos, tiempo en que factores externos buscaron saciar la avidez urbana con los recursos regionales hasta que la naturaleza fue incapaz de reponerse sola y sobrevino el problema ecológico.

### Redescubrimiento y deterioro de Xochimilco.

A fines del siglo pasado se advierte el potencial de Xochimilco y viene su redescubrimiento oficial como símbolo de identidad nacionalista, más aún, como parte de la solución a uno de los principales problemas de la capital. La cercanía de Xochimilco al centro de poder político y económico, a la gran Tenochtitlán hace 600 años y luego a la ciudad de México —la urbe más grande y poblada del mundo en la actualidad, que terminó por absorberlo territorialmente en su crecimiento desmesurado— lo hizo víctima propicia de las mismas necesidades crecientes de la gran ciudad y fue obligado, en la lógica del colonialismo interno, a prodigar sus riquezas naturales, su producción agrícola y sus manantiales para saciar la sed metropolitana. Principia de este modo la cadena de problemas que afectaron la zona xochimilca hasta llevarla al borde del colapso: el agua de lluvia, cargada de contaminantes de los que se originan en la media montaña, envenena la tierra afectando su productividad; al no servirle como medio de vida, el agricultor se ve forzado a abandonar su parcela o chinampa, o bien a desintegrar a su familia en busca de otras fuentes de subsistencia, a menudo lejanas de Xochimilco, carente de industria y de grandes empresas. Esta situación

involucra a los prestadores de servicios turísticos, al disminuir drásticamente la cantidad de visitantes, desalentados por el mismo deterioro notable en el lago pestilente por las descargas clandestinas de aguas negras, la plaga de lirio y las chinampas malolientes por el descuido. A esto se suma otro factor: las inundaciones, graves a veces, que ocasionaron pérdida de vidas y bienes. Todo favorecía a otras amenazas nada lejanas: invasiones de grupos precaristas o la urbanización de las chinampas, que cualquiera hubiera acabado con la cultura xochimilca, la cultura del agua.

### El conflicto ecológico de Xochimilco.

A partir del siglo XX la ciudad de México, o sea el casco central, ha sido más grande que sus recursos acuíferos propios, razón que aunada al hundimiento por sobreexplotación obligó a abastecerla con agua de los manantiales cercanos. En 1905, con una población de 900,000 habitantes, se agotaron los manantiales de Chapultepec que la abastecían. Fue necesario conseguir nuevas fuentes; de esta manera se construyó un acueducto desde Xochimilco, por el cual se extraían 2.4 m<sup>3</sup>/seg. A medida que los manantiales xochimilcas iban mermando se excavaron pozos cada vez más profundos, abatiendo el nivel freático y provocando hundimientos desiguales de suelo en la región. Esto se agravó también a causa de la inmigración abundante hacia esta región. En los años cincuenta los canales se secaron casi completamente. Las desesperadas comunidades chinamperas consiguieron, tras grandes esfuerzos, que se les dotara de aguas negras tratadas. Esto se mantuvo por varias décadas y se revirtió hasta 1989.

La consecuencia principal del agotamiento de los manantiales y de la sobreextracción de los mantos acuíferos fue la degradación general del ecosistema, con repercusiones en todos los ámbitos de la vida natural, económica y social de la región, en la cultura del agua nacida cientos, tal vez miles de años atrás.

### El Rescate Ecológico de Xochimilco.

Tras muchas décadas de soluciones insuficientes, la situación social se agravó a causa del perjuicio económico propiciado por el elevado deterioro ambiental producto directo del colonialismo interno. En 1987 Xochimilco fue declarado "Patrimonio de la Humanidad" y dos años más tarde se puso en marcha un plan para rehabilitar Xochimilco y su lago, el último lago de aquel extenso sistema ya perdido, en todo lo posible, con la participación de gobierno y comunidad, con el apoyo de especialistas en muy diversas disciplinas académicas cuyo campo de trabajo e investigación era la región xochimilca, el sur de la Cuenca. El valor cultural de Xochimilco, su innegable atractivo turístico y productividad agrícola, así como su efecto en el medio ambiente merecieron una inversión de 200 millones de dólares entre 1989 y 1993.

Se sabe que los pueblos americanos generalmente adquirieron un conocimiento profundo de su medio ambiente, que lo respetaron al máximo y procuraron integrarse a los ritmos naturales; también es verdad que en muchos casos este mismo conocimiento les permitió alcanzar niveles culturales y tecnológicos suficientes para modificar su entorno y aprovecharlo mejor para incrementar la producción y hacer más habitables los lugares en que se asentaron, todo sin degradar ecosistemas, hay que reiterarlo. Muestra de ello son los diques, calzadas, acueductos, islas artificiales, chinampas, terrazas, sistemas de irrigación, por ejemplo. Pero en la Cuenca de México, la afortunada conjunción de elementos naturales dio origen a culturas que alcanzaron una grandeza equiparable a cualquiera otra del mundo, y muy superior en muchos aspectos.

Cabe subrayar que las grandes civilizaciones mundiales tuvieron como base para su desarrollo social, político, económico y religioso, un sistema agrícola que les permitió producir en gran escala; para lograr esto contaron con tres elementos indispensables: el arado, animales de tiro y carga y buenos medios de transporte con ruedas. Estos tres elementos fueron desconocidos en América antes de la llegada de los españoles. Sin embargo, sin esos medios se alcanzaron niveles admirables.

Desde aquella época el ecosistema ya sufría transformaciones, bruscas incluso, unas provocadas por los fenómenos naturales y otras efecto de la acción de los grupos humanos, aunque éstos se esforzaron siempre por mantener una relación armónica con el medio natural. Los xochimilcas lograron hacer de las riberas de los lagos de Xochimilco y Chalco buenos espacios para habitar y producir sus satisfactores más

elementales. Adquirieron conocimientos profundos sobre el orden existente y sobre la manera de conservar el equilibrio mediante la explotación racional de los recursos naturales. Esta sabiduría no sólo se aplicó en la llamada tierra firme —las islas también lo son—, sino que además se llevó a cabo en los islotes de los lagos, donde se realizaron los intercambios materiales y simbólicos entre los distintos grupos de cada parte de la cuenca y sus alrededores.

Durante siglos, los habitantes de Xochimilco han dado lugar a una cultura original, sólida y fundamentada en creencias, costumbres y actitudes compartidas, en armonía con el entorno natural, que es otra causa de su fortaleza. Su destino marcó la cercanía de la gran ciudad y la obligada convivencia que suplanta valores genuinos por imágenes de fácil bienestar venidas de la urbe, que pese a todo no han logrado derruir la cultura tan arraigada.

Aquí sucede el choque entre las necesidades urbanas: vivienda, industria, vialidades vehiculares, y las necesidades rurales para producir alimentos. Sucede por ello una mala administración del agua, que privilegia lo urbano, pues dentro de esta cultura también están los académicos científicos, con posturas distintas como entubar ríos, captar la lluvia, que contradicen el conocimiento empírico fruto de la convivencia con el medio.

Simplemente, en época de lluvias los ciudadanos se molestan por los encharcamientos (pocos saben que en 1629 la ciudad se inundó durante ¡siete años!). Con las campañas de reforestación de las sierras que circundan la cuenca habrá mayor precipitación pluvial, con mayores problemas para la urbe. Esos problemas no suelen tener respuesta inmediata de las autoridades salvo en emergencias. Existen diferentes discursos para orientar a diferentes sectores de la población, pero no hay un proyecto que permita conocer más el espacio y la relación con el agua, que brinde opciones para su cuidado. Quienes estamos vinculados con los cuerpos de agua luchamos por incorporar el conocimiento, el respeto y el cuidado de ellos. Pasemos entonces a hablar un poco del lugar que habitamos.

En otros espacios de la ciudad de México se han elaborado distintas caracterizaciones del término agua. Para muchos habitantes de la ciudad —los llamaremos urbanos— el agua viene a ser un elemento necesario, indispensable y vital. Sin embargo, su uso se convierte en un objeto sin valor. La forma en que se inicia la gran explotación del líquido significa sólo un elemento más de la cadena de producción y consumo, sin ver por su origen, su costo de traslado y su posibilidad de agotamiento. Los responsables de esa distribución serán los gobernantes, que ante el crecimiento de la población tendrán que recurrir a explicaciones de la necesidad de utilización del agua sin control a partir de criterios económicos.

Poco cambió la actitud desde entonces. Ahora ya resulta en varias expresiones del valor del agua, dependiendo de su ubicación geográfica o en la escala social. El que puede aprovechar más el agua tiene su propio control: su productividad. De ahí al dispendio en espacios domésticos y recreativos.

## Red de canales.

El origen de lo que se ha llamado la red de canales —prefiero denominarlo el tejido de chinampas, ya que es un lago ocupado por esas islas artificiales—, actualmente inserta en la zona chinampera de Xochimilco, se remonta al proceso de transformación del medio lacustre iniciado durante el periodo Posclásico (1150-1521 d.C.), época en que los habitantes prehispánicos innovaron la agricultura chinampera, famosa por su alto y continuo rendimiento.

Este hecho vinculado con los problemas de salinidad e inundaciones de las chinampas obligó a regular su espejo del agua mediante la creación de canales menores que funcionaron no sólo como eficaz sistema en el control del flujo acuífero, sino también para la transportación humana.

En la cuenca la actual red de canalización queda delimitada al norte por el canal de Chalco; al sur, por el canal Santa Cruz; al oriente, por el canal Caltongo; y al occidente, por el Canal Nacional (antiguo canal Cuemanco).

En su ámbito interior esta red adquiere una compleja traza integrada por numerosos canales distintivos en cuanto a orientación, longitud, anchura, profundidad y caudal. Los más relevantes son, además de los antes citados, los siguientes: Apatlaco, Apampilco, Atizapa, Toltenco, Almoloya, Otenco, San Sebastián,

San Luis, Tlicuili, Texhuilo y El Bordo. Algunos de ellos ostentan particular interés debido a que se aprovechan con fines de esparcimiento turístico a través de la navegación; mientras que otros, por estar casi por completo cubiertos con vegetación acuática flotante (lirio y lentejilla) crecida en exceso, son esporádicamente utilizados como medio de transporte por los campesinos. Los innumerables canales secundarios se emplean mediante bombeo para el regadío de las chinampas cultivadas.

La red de canales principales tiene aproximadamente 85 km de longitud, aunque según datos oficiales en su conjunto —canales principales y ramales secundarios— esta red supera los 200 km.

A raíz de la inminente catástrofe ecológica que hasta hace pocos años amenazó con destruir este valioso medio lacustre al afectar los canales —uno de sus más valiosos recursos como atractivo turístico— por descargas de aguas negras y residuales que al degradar la zona chinampera colateralmente perjudicaron la afluencia turística, el Gobierno del Distrito Federal (entonces llamado Departamento) determinó salvar esta porción de Xochimilco mediante la puesta en marcha del Plan de Rescate Ecológico, que intentó reactivar y optimizar el funcionamiento de los canales suministrándoles aguas de mejor calidad, hoy día provenientes de las plantas de tratamiento construidas en el Cerro de La Estrella, en Iztapalapa, y en el pueblo xochimilca San Luis Tlaxialtemalco, y a partir de esta acción elevar la productividad del antiguo sistema chinampero.

Necesidad de apoyo para continuar el rescate ecológico y cultural de Xochimilco.

Los logros han sido satisfactorios como ya se dijo, no obstante, el trabajo dista mucho de haber concluido. La región xochimilca es tan peculiar y diversa, aún con su indudable cohesión comunitaria, que requiere todavía un gran esfuerzo para recuperar al máximo los valiosos elementos que le merecieron ser considerada Patrimonio de la Humanidad.

En virtud de sus resultados, el trabajo complementario del proceso de rescate ecológico, hidráulico y cultural de Xochimilco deberá continuar con el mismo esquema (participación de la comunidad y de especialistas académicos en la obra gubernamental); pero su enfoque deberá ahora dirigirse a la revitalización de toda la región chinampera, el fortalecimiento de áreas lacustres y la recuperación de elementos culturales de la región como formas de vida frente a la gran ciudad:

- a) Recuperación de suelo, agua y cobertura vegetal, que permita la continuidad de la producción agrícola chinampera como una opción que ofrezca alimentos y plantas ornamentales de alta calidad y muy saludables, producción con posibilidad de ser bien comercializada gracias a esas características.
- b) Revitalización de la zona chinampera como un sistema de alto rendimiento de producción de alimentos altamente saludables y como un factor de cohesión cultural para la comunidad de Xochimilco.
- c) Rescate de las técnicas tradicionales de cultivo agrícola utilizadas desde hace siglos en la región, que han probado su eficacia productiva y su efecto sociocultural positivo.
- d) Fomento a la unidad productiva familiar y homogeneizante de la comunidad de Xochimilco.
- e) A través del estímulo a la producción agrícola regional, incorporar a las nuevas generaciones a la vida y costumbres comunitarias que dieron lugar a la cultura del agua.

Bajo la influencia de tales condiciones y dado el estrecho e inseparable vínculo que actualmente se establece entre el ámbito natural de la cuenca y el factor humano, la propuesta de ordenamiento territorial, pretende armonizar el equilibrio ecológico con el interés socioeconómico, relación que debe darse respetando las aptitudes que el medio y sus recursos naturales ofrecen para satisfacer propósitos conservacionistas que tienen implícito acciones de protección restauración, y aprovechamiento sustentable, que al mismo tiempo deberán converger hacia un progreso permanente.

Así, la vocación natural genérica de la cuenca tiene que diversificarse atendiendo rigurosamente a las características biofísicas del medio y necesidades socioeconómicas de la población, fase previa que faculta definir los criterios globales para acceder al planeamiento de nuevos usos del suelo, y poder establecer las

políticas ambientales que a nivel de la cuenca, deberán regir sobre las diferentes unidades de manejo obtenidas.

#### Establecimiento de políticas y gestión ambiental.

Para el ordenamiento territorial de la cuenca, se recomienda la aplicación de las siguientes tres políticas ambientales básicas: protección, regeneración y aprovechamiento, que pueden interpretarse como estrategias para paliar los estragos del colonialismo interno:

*Política de protección.* Responde al imperativo urgente de mantener la estructura y dinámica de paisajes cuyo actual funcionamiento es adecuado. También proteger valores biológicos, estéticos y escénicos, que necesitan rescatarse y salvaguardarse y así quedar al margen de la libre o incontrolada influencia antrópica. La primera variante de esta política se enfoca al logro de una protección estricta y absoluta que garantice la inafectabilidad humana sobre el ecosistema, exceptuando acciones tendientes a fortalecer su preservación y equilibrio, mismas que repercutirán en el aporte de múltiples beneficios ambientales. La segunda variante, implica una protección regulada y condicionada, aplicable a paisajes cuyos atributos naturales posibilitan bajo medidas de control permanente, la temporal afluencia humana con fines de recreación, esparcimiento, cultura y educación ambiental.

*Política de regeneración,* que involucra a los medios naturales que han sido fuertemente afectados en sus originales condiciones físicas y bióticas (deforestación, erosión, incendios, extracción de materiales pétreos, ocupamiento humano, etc.), hoy día exigen instrumentar acciones que erradiquen y sustituyan el uso agrícola del suelo por la aplicación de prácticas forestales bajo dos variantes; una de *regeneración natural* a base de especies vegetales propias del ecosistema forestal, y otra de *regeneración inducida* con especies arbóreas adaptables al medio.

*Política de aprovechamiento,* que subordina la vigencia, reemplazo o anulación de actividades productivas y/o de ocupamiento actual. Al efecto, dicha política contempla por un lado, el uso del suelo con fines de alto potencial de *aprovechamiento económico* a través de intensivo cultivo agrícola, complementado con actividades pecuarias y pequeñas agroindustrias; y por otro lado, el *aprovechamiento de carácter social*, que tiene implícito delimitar la frontera para los actuales asentamientos humanos, respetar áreas de reserva territorial para futuro crecimiento urbano y suburbano, mantener los espacios ya destinados a cumplir funciones de servicio público y los viables para tal efecto.

La conceptualización de las tres políticas ambientales expuestas y diferenciadas cartográficamente muestra que respecto al total de la cuenca sólo aproximadamente 15% del área, en lo particular ubicada en el sector del parteaguas alto de la cuenca, requiere la aplicación de una política ambiental de protección, confiriéndole estados estricto y absoluto a 5%, y carácter regulado y condicionado al 10% restante. La superficie que demanda una política de regeneración supera ligeramente en magnitud a la anterior, cubre alrededor de 20%, del cual 15% debe recuperarse bajo mecanismos naturales, y el 5% restante con medios de reforestación.

En contraste con los casos anteriores, la inmensa superficie de la cuenca (65% aproximadamente) tiene implícita una política ambiental orientada al aprovechamiento, y corresponde al de carácter económico alrededor del 35% de superficie que cubre el extenso y continuo territorio en sectores medios y elevados de la porción montañosa, así como de la planicie lacustre; mientras que el 30% restante, al que se asigna política de aprovechamiento de tipo social, comprende los ámbitos urbano y suburbano ya establecidos en el fondo y partes intermedias de la cuenca.

#### Conclusiones.

La ciudad de México es un excelente ejemplo de lo que es el desarrollo dispar, desarrollo que en ocasiones ha sido tan contundentemente dispar que incluso ha conllevado el riesgo de poner en riesgo la gobernabilidad. El colonialismo interno se ha manifestado de distintos modos a lo largo del tiempo, pero el caso del agua es de los más claros ejemplos de cómo, en el interior de una sociedad, unos grupos pueden sacar provecho a expensas de otros grupos, que si bien son los que tienen el recurso son más vulnerables

en otros aspectos, y por ello susceptibles a opresión y subordinación. No obstante, el arraigo de memorias y vivencias que forman parte de la cultura del agua entre los grupos oprimidos favorece la resistencia y la lucha por recuperar si no todo, por lo menos parte del recurso explotado. En este sentido, éste es buen ejemplo de cómo el desarrollo no está divorciado de la cultura y de cómo ésta puede servir de motor para encauzar el desarrollo por caminos caracterizados por una mayor racionalidad ambiental.

#### Bibliografía.

1. Aguayo Camargo, Eduardo, Salvador Córdova Marín y Felipe Sánchez Díaz, 1990. "Geología de la Cuenca de México" en Simposio sobre tópicos geológicos de la Cuenca del Valle de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C., México.
2. Blázquez, L. 1956. Geohidrología de la Cuenca de México. Instituto de Geología, UNAM, México.
3. Boyer, Richard Everett. 1975. La gran inundación. Vida y sociedad en la Ciudad de México (1629-1638), Trad. Antonieta Sánchez Mejorada, SepSetentas No. 218, Secretaría de Educación Pública.
4. Cabrera Vargas, Refugio y Erwin Stephan-Otto, 2005. De cruces y santos, Antropología, Ceremonias de Xochimilco, Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C. México.
5. Comisión Nacional del Agua. 1991. Boletín de Mecánica de Suelos. Datos del Valle de México, No.10. Período 1983-1986, México.
6. Córdova Marín, Salvador y Eduardo Aguayo Camargo. 1989. "Evolución geológica de la Cuenca de México e importancia de sus rasgos estructurales" en Gío Argáez R. et al. (comps.), Ecología urbana, DDF, CONACYT, UNAM, SEDUE, SEP-SESIC, SMHM, UAM, México.
7. Espinosa Pineda, Gabriel 1996. El embrujo del lago. El sistema lacustre de la Cuenca de México en la cosmovisión mexicana, Instituto de Investigaciones Históricas e Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.
8. Ezcurra, Exequiel, 2005. De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México, La ciencia para todos No. 91, Secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
9. Fries, C. Jr. 1960. Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero / región central Meridional de México, Instituto de Geología. UNAM. Vol. 60. 236 p.
10. González, Deena J., "Internal Colonialism – Bibliography", 2013 (disponible en <http://science.jrank.org/pages/7790/Internal-Colonialism.html>)
11. Hernández Rivera, Carolina y Alejandro Meléndez Herrada, 1985. La riqueza de aves en Xochimilco, UAM Xochimilco, México.
12. Huízar, A.R. 1993. Simulación matemática del sistema acuífero de Chalco Amecameca / México, Geof. Inter. Vol. 32. No. 1. pp. 57-59.
13. Marsal, R.J. y O.I. Sains, 1956. Breve descripción del hundimiento de la ciudad de México. Bol. Soc. Geol. Mex. T. XIX. No. 2. pp.1-12.
14. Marsal, R. y M. Mazari.1959. El subsuelo de la Ciudad de México. UNAM. p. 377. México.
15. Mooser, F. 1963. Geología de la Cuenca del Valle de México. SARH.
16. Mooser, F. 1975. Memorias de las Obras del Sistema del Drenaje Profundo del Distrito Federal DDF,
17. Oviedo, A. A. 1952. "Los problemas del Valle de México" en Ingeniería hidráulica en México. Vol. VI. No. 2. pp. 5-13.

18. Palerm, Ángel, 1973. Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México, INAH, México.
19. Perló Cohen, Manuel y Arsenio Ernesto González Reynoso, 2005. ¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México. Coord. Humanidades-Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad-UNAM, Friedrich Ebert Stiftung, México.
20. Remenieras, G. 1971. Tratado de hidrología aplicada. Editores Técnicos Asociados, S.A. España, pp. 263.
21. Stephan-Otto, Erwin (coord.), 2003. El agua en la Cuenca de México, 2 vol., Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco,A.C., Universidad Autónoma Metropolitana, Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C., México.
22. Stephan-Otto, Erwin, 2002. ...y siempre seguí sembrando, FCPyS-UNAM, México.
23. Stephan-Otto, Erwin, 2009. Al estilo del pueblo. Los valores de hoy en Xochimilco, FCPyS-UNAM, México.
24. Vázquez Sánchez, Eliseo y L. Ricardo Jaimes Palomera, 1990. "Geología de la Cuenca de México" en Simposio sobre tópicos geológicos de la Cuenca del Valle de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C., México.
25. Vilchez Alcázar, Recaredo, 1980. Pesca prehispánica. Artes, usos, costumbres, Banco Nacional Pesquero y Portuario. México.
26. Wikipedia, the free encyclopedia, "Internal colonialism", 2013 (disponible en [http://en.wikipedia.org/wiki/Internal\\_colonialism](http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_colonialism))
27. Zlotnik Espinosa, Aurora, 2009. Sustentabilidad. Hacia una visión integral, Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C. México.

# Manejo integral de cuencas hidrológicas: una aproximación ecológica.

<sup>1</sup>M. G. Figueroa Torres, <sup>2</sup>M. Salazar Molina, <sup>1</sup>M. G. Ramos Espinosa, <sup>3</sup>M. López Hernández, <sup>1</sup>M. J. Ferrara Guerrero y <sup>1</sup>R. C. Vargas Solís.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Calzada del Hueso 1100 Colonia Villa Quietud, CP 04960;

<sup>2</sup>Predio El Molino, Damiana s.n., ediquiba con Finisachi, Colonia Predio El Molino CP 09969, Delegación Iztapalapa;

<sup>3</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria CP 045110.

## Resumen.

El estudio ecosistémico de las cuencas hidrológicas, obedece a una necesidad de abordar con una visión holística la problemática regional. Los avances y la abundancia en el conocimiento han tendido a la especialización en la manera de abordar diversas problemáticas lo cual es muy importante; sin embargo, en la actualidad es necesario entretrejer la información generada para plantear soluciones integrales, de las cuales deriven nuevos paradigmas. Algo a lo que se ha llegado hasta el momento es: al manejo de cuenca como unidad ambiental natural, a reconocer las áreas de mayor diversidad biológica, a la necesidad de hacer una planeación territorial, de construir viviendas sustentables, de implementar actividades de traspatio, de contar con espacios y áreas recreativas limpias, pero sobre todo a la necesidad de cuidar el agua, la tierra y el aire, que son el sustento de la vida misma.

Palabras clave: Manejo integral, cuenca, ecosistema.

## Abstract.

The ecosystem study watershed, due to a need to address a holistic regional issues. Advances and abundance in knowledge have tended to specialize in how to address various issues which is very important; however, at present it is necessary to weave the information generated to build comprehensive solutions, which derive new paradigms. Something that has come so far is the watershed management as a natural environmental unit to recognize the areas of greatest biodiversity, the need for a territorial planning, to building sustainable homes, backyard activities to implement, to have clean spaces and recreational areas, but especially to the need to protect the water, land and air, which are the mainstay of life itself.

Keywords: Integrated management, watershed ecosystem.

## Introducción.

Este trabajo es una aproximación al manejo integral de cuencas, considerándolas como ecosistemas, a través de una visión holística que abarca tres aspectos que están estrechamente ligados entre sí, estos aspectos son: el social, el ambiental y el económico.

Los ecosistemas constan de dos componentes fundamentales: su estructura, integrada, tanto por el ambiente como por las comunidades de seres vivos que viven en él; y su funcionamiento, producto de las interacciones de sus elementos en el espacio y el tiempo.

Es importante resaltar que el hombre, al igual que cualquier otro ser vivo, es parte del ecosistema y por tanto depende de éste para su sobrevivencia.

En la actualidad los ecosistemas están en crisis, por lo que es urgente tomar todas las medidas posibles, no solo para su conservación, sino, para su rescate y recuperación. Si se quiere conservar un ecosistema, no es suficiente que una persona deje de arrojar contaminante a los cuerpos de agua, mientras las industrias lo están haciendo en cantidades descomunales, tampoco es la solución introducir especies en su hábitat para repoblarlo, si hay cazadores furtivos y venta ilegal de las mismas, así como contaminación de su medio y fragmentación de su hábitat.

No es posible conservar una región si se está inmerso en una sociedad que privilegia la producción desmedida de bienes, de su consumo y de su desecho. Tampoco es posible, si se sigue utilizando de manera indiscriminada, el petróleo y sus derivados a sabiendas que con ello se está contribuyendo al calentamiento global y a generar un ambiente tóxico para la salud, por mencionar algunos ejemplos.

Con base en lo anterior, aquí se analizan algunos de los factores que están afectando a los ecosistemas y además se presentan algunas soluciones, de tal manera que, si los diferentes sectores, la ciudadanía, las universidades y las autoridades gubernamentales toman conciencia y realizan las acciones que están en sus manos, pueden detener e incluso revertir, el deterioro de los ecosistemas, lo que repercutiría en una

mejoría palpable de calidad de vida de la población, así como del resto de los seres vivos, que también, tienen derecho a un ambiente saludable.

Para comenzar, es importante, primero, definir lo que es una Cuenca hidrológica.

Las cuencas hidrológicas son unidades territoriales naturales de forma más o menos cóncava, en las cuales se producen escurrimientos de los ríos (aguas superficiales), producto de la precipitación pluvial, que bajan de las montañas y que se concentran en zonas de menor altitud (áreas de captación); también consideran la infiltración y la recarga de los mantos freáticos que forman las aguas subterráneas. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones o parteaguas.

Las cuencas también tienen características derivadas de su altura, sus caudales, la magnitud de su área, su topografía, sus relieves, su forma y el clima prevaleciente, entre otros factores. Producto de estas características, las cuencas contienen en su interior ecosistemas diversos que se traducen en un complejo conjunto de interacciones entre el agua que almacenan y su entorno (Luege, 2010).

Se pueden encontrar, por ejemplo, cuencas boscosas de suma importancia para la producción de oxígeno y el procesamiento de bióxido de carbono. Estos bosques tienen un importante papel en la conservación del agua, pues favorecen la recarga de los acuíferos y contribuyen a preservar los escurrimientos de los ríos, al igual que los volúmenes de los lagos y presas. De esta manera, los bosques cumplen importantes funciones en la conservación de los suelos, de la flora y de la fauna (Luege, 2010).

*“Cada cuenca es única y posee diversos grupos de flora y fauna característicos de la región”*

Las cuencas y los ecosistemas formados en ellas son de gran relevancia en la promoción y preservación del equilibrio ecológico de las zonas en las que se ubican. Las funciones de regulación ambiental que llevan a cabo permiten mantener en equilibrio a los ecosistemas, así como la interacción de sus recursos (Luege, 2010).

Las cuencas pueden ser de dos tipos, cerradas o endorreicas, en donde el agua se queda atrapada en ellas o abiertas en donde el agua sale de éstas y se escurre hacia otras cuencas o hacia el mar.

Los recursos de la Cuenca.

Los recursos naturales son todos los elementos o bienes de la naturaleza que poseen alguna utilidad real o potencial para el hombre: material, de procesos o estética.

Los recursos naturales están ligados a la existencia misma de la humanidad y su cultura. La necesidad de protegerlos, conservarlos y también aprovecharlos constituye, por lo tanto, una necesidad inevitable de la misma, asegurando así la supervivencia de los seres humanos. La protección y conservación de los recursos, no significa, en modo alguno, impedir su aprovechamiento. El uso que se haga de ellos, sin embargo, debe ser conservativo, es decir, racional o inteligente, reponiéndolos en la medida en que se van utilizando.

Los recursos son renovables o no renovables, los primeros tienen la capacidad de recuperarse o regenerarse, mientras que los no renovables son aquellos cuya explotación indiscriminada los lleva inevitablemente a su desaparición.

Se ha podido observar que haciendo un uso adecuado de los recursos renovables éstos se pueden recuperar; sin embargo, la explotación intensiva los ha llevado a un punto de fragilidad tal, que se está propiciando su desaparición, al no contar, dichos recursos, con el tiempo suficiente para su recuperación, como ha sucedido con muchas de las especies que ya no existen por sobreexplotación o por la destrucción de su hábitat.

Con respecto a los recursos no renovables, como su nombre lo dice, éstos dejan de existir o se agotan, un ejemplo muy importante corresponde al de los recursos minerales. Las minas no vuelven a regenerarse en ningún lugar de la tierra. Los recursos no renovables también forman parte fundamental del patrimonio regional y nacional.

Entre los elementos naturales fundamentales, que reconocían las antiguas culturas prehispánicas y que se siguen reconociendo en la actualidad se encuentran el aire, la tierra, el agua y el fuego, en este apartado se hablará de los tres primeros:

#### *Aire*

El aire es una mezcla gaseosa formada aproximadamente por 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1 % de otros gases que, en conjunto, integran la atmósfera terrestre. Es importante señalar que un ser vivo, incluyendo al hombre, puede pasar algún tiempo sin comida, pocos días sin agua, pero moriría en unos cuantos minutos si se le quitara el aire.

A pesar de la importancia del aire, existen muchas fuentes que lo contaminan, entre las que destacan las emisiones de los vehículos automotores, que afectan de forma adversa a la salud de los seres vivos y del hombre. Dos de los principales contaminantes liberados por los automóviles son el dióxido de carbono y los hidrocarburos, los cuales además contribuyen al calentamiento global del planeta. La presencia de niveles elevados de estos contaminantes en el aire hacen que la radiación solar quede atrapada en la atmósfera, haciendo subir lentamente la temperatura de la misma, lo que se conoce como efecto invernadero.

Otros contaminantes frecuentes son: el ozono (O<sub>3</sub>), el bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>); el monóxido de carbono (CO), las partículas suspendidas (hollín) y el plomo. Los primeros cinco afectan el funcionamiento de las vías respiratorias, agravando enfermedades como el asma. El ozono (O<sub>3</sub>), es importante en la estratósfera para proteger a la Tierra de la radiación ultravioleta, pero nocivo a nivel de la superficie del planeta, ya que es un compuesto fuertemente oxidante. Los óxidos de nitrógeno y el SO<sub>2</sub> son los principales promotores de la lluvia ácida. El CO, el SO<sub>2</sub> y las partículas suspendidas favorecen el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y el plomo produce retraso mental en niños y aumento de la presión arterial en adultos (Méndez Vivar, 2003).

La ciudad de México, por ejemplo, tiene un grave problema de contaminación, ya que emite al día un promedio de cuatro mil toneladas de gases tóxicos que forman una capa contaminante de hasta 300 metros de espesor (ILCE, 2012).

El aire respirable, del cual dependen los seres humanos y la mayor parte de las especies para sobrevivir, se está convirtiendo en un recurso limitado, por lo que, en el mediano plazo, quizá, haya que comprarlo embotellado.

#### *Tierra*

La tierra es la parte sólida que se encuentra en la naturaleza, formada por compuestos orgánicos como proteínas, hidrocarburos o alcoholes, formados generalmente a través de la actividad de los microorganismos que ocasionan la descomposición de plantas y animales e inorgánicos como metales, sales y diversos iones. El suelo puede compactarse y sufrir metamorfosis, además de poseer características físicas y químicas particulares de acuerdo a la región en donde se encuentra. La tierra en grandes cantidades (extensiones) forma el territorio, en donde se asientan las poblaciones humanas y los seres vivos en general.

La contaminación de la tierra se produce principalmente por las actividades mineras, los derrames accidentales o fugas de productos químicos, las actividades de construcción, las actividades agrícolas que usan herbicidas, insecticidas, fertilizantes y pesticidas, el almacenamiento de basura en vertederos que pueden generar vapores contaminantes o filtrarse a las aguas subterráneas, los derivados de pinturas de paredes con bases de plomo, subproductos de las plantas industriales que usan carbón, refinерías de petróleo, residuos nucleares depositados en el suelo, y las actividades de fundición y fabricación, como los hornos que producen y dispersan productos contaminantes al aire, entre otros. Algunas de estas sustancias contaminantes pueden permanecer activas durante años. Cuando la vida vegetal realiza sus funciones vitales, absorbe estos componentes bioacumulándolos y transportándolos a los seres que la ingieren o en su caso muere.

La limpieza del suelo es muy costosa y difícil de llevar a cabo, y todavía son escasas las tecnologías para hacerlo, por lo que es más recomendable no ensuciarlo, ni contaminarlo.

## Agua

El agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es una sustancia muy importante, ya que es un componente fundamental en los seres vivos y en algunos casos forma parte de su hábitat. Aunque dos terceras partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua, ésta no es potable. El 97 % es agua de mar, otro 2% está atrapada en los cascos polares y solo el 1 % es aprovechable (Serril, 1997 en Méndez Vivar, 2003). Tomando en cuenta que la mayor cantidad de agua potable se consume en la agricultura, este recurso resulta insuficiente, debido al aumento en la población que lo requiere para realizar sus necesidades básicas (Méndez Vivar, 2003). La contaminación del agua en la actualidad es un problema grave que se debe atender con urgencia. Existen ya los primeros indicios de que los niveles de algunas sustancias tales como acetaminofén (principio activo de algunos analgésicos), triclosán (ingrediente principal de algunos detergentes) y cafeína (presente en el café) están aumentando en las corrientes de los ríos a niveles considerables (Renne, 2002 en Méndez Vivar, 2003). El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados ha ocasionado que los nitratos disueltos se encuentren presentes en lagos, ríos y océanos, causando problemas de eutrofización (enriquecimiento excesivo de materia orgánica en las aguas), y que, en consecuencia las algas y cianobacterias (algunas de ellas tóxicas) se desarrollen fácilmente, sustrayendo cantidades importantes de oxígeno del agua al descomponerse y privando de dicho elemento a los peces y crustáceos del mismo hábitat y afectando la salud humana.

## Biodiversidad.

Otro factor muy importante en los ecosistemas es su biodiversidad. Ésta se refiere en general a la variabilidad de la vida que se encuentra en los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como en la variación entre las especies y dentro de cada una de ellas. La biodiversidad abarca por tanto, tres niveles de expresión de la variabilidad biológica: ecosistemas, especie y genes (Neyra y Durand, 1998).

Entre las causas que hacen de México un país de una gran diversidad biológica (megadiverso) están: la topografía, la variedad de climas y una compleja historia tanto geológica como biológica y cultural. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y de formas de vida (Sarukhán, Soberón y Larso-Guerra, 1996).

La biodiversidad forma parte del capital natural de la nación y es tanto o más importante que otros capitales como el financiero o el manufacturero, por lo que se debe promover y adoptar una cultura de su valoración en el contexto del desarrollo regional y del país.

Dentro de la diversidad biológica se encuentra los microorganismos (virus, bacterias, protozoarios, algas y hongos microscópicos, entre otros), la flora (algas macroscópicas, briofitas, pteridofitas y fanerógamas, etc) y la fauna (formada por invertebrados y vertebrados), de los cuales se extraen alimentos, medicamentos, fibras, pieles y materiales de construcción, entre otros, que dan sustento al hombre.

Simonetti (1998), argumenta que parte del bienestar de la población humana directa o indirectamente depende de la diversidad biológica; sea mediante el uso de numerosas especies o mediante el goce de los servicios ambientales intangibles que resultan de los procesos ecosistémicos naturales, como el caso del oxígeno.

Considerando que gran parte de la diversidad biológica de México es exclusiva de nuestro país, su conservación es una gran responsabilidad de todos los mexicanos, en los ámbitos regionales y a nivel país.

Las especies pueden ser silvestres (que viven libremente en su hábitat natural), endémicas (que solo viven en una región particular), cultivadas o domesticadas (que el hombre reproduce voluntariamente), e introducidas, foráneas o exóticas (no originarias del lugar).

Las especies introducidas pueden dañar al ecosistema en el que se introducen, alterando el nicho ecológico de otras especies. Si una especie resulta dañina, puede producir cambios importantes en la composición, la estructura o los procesos de los ecosistemas naturales o seminaturales, poniendo en peligro la diversidad biológica nativa.

### Huella ecológica.

La huella ecológica representa el área de tierra productiva y de ecosistemas acuáticos requeridos para generar los recursos usados y asimilar los desperdicios producidos por una cierta población, para un estándar de vida específico. La huella ecológica muestra el área necesaria para sostener la vida de las personas. En la actualidad se dice que un planeta ya no alcanza para sostener el ritmo de vida de producción y consumo del ser humano.

### Huella hídrica.

Este concepto fue desarrollado en analogía al concepto de huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1996). Hoekstra (2003) define a la Huella Hídrica (HH) de un país como el volumen de agua necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por sus habitantes.

La huella hídrica se puede calcular en función del volumen total de agua usada para producir bienes y servicios consumidos o exportados por los individuos, las empresas o los países (m<sup>3</sup>/año). Algunos ejemplos se presentan a continuación:

Litros de agua necesarios	Para producción de
16 000 litros	1 kg de carne de bovino
2 700 litros	1 camiseta
5 000 litros	1 kg de queso
75 litros	1 vaso de cerveza
4 800 litros	1 kg de carne de cerdo

### Cambio climático e Islas de calor.

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional.

El cambio climático y el calentamiento global son fenómenos íntimamente relacionados, dado que el clima cambiante está mostrando una tendencia hacia el calentamiento global, lo que ocasiona condiciones ambientales extremas (sequías e inundaciones) y genera gases de invernadero.

Se dice que éste fenómeno es provocado por las actividades de origen antrópico, a pesar de lo cual, no se sabe con exactitud que se puede hacer para aminorar sus daños (Muñoz, 2013). Debido a su magnitud, este problema tiene que ser tratado por las autoridades a nivel regional, nacional y mundial.

Las variaciones espacio temporales del clima, constituyen un factor importante a tomar en cuenta en la planificación regional, sobre todo tratándose de zonas urbanas con megaciudades.

México cuenta con un Centro virtual de Cambio Climático que promueve el desarrollo de estrategias, políticas y medidas de adaptación, de disminución de la vulnerabilidad y de mitigación a ésta, mediante la actuación integrada de los sectores público, privado, social y científico.

Isla de calor es el nombre que se usa para describir el calor característico tanto de la atmósfera como de las superficies, en las ciudades o áreas urbanas, debido a la transformación del suelo natural por edificaciones, banquetas y calles, comparado con sus entornos no urbanizados (Voogt, 2008).

La intensidad de la isla de calor es una medida de la fuerza o magnitud de ésta. Por la noche la intensidad de la isla de calor de la capa de dosel, frecuentemente se encuentra en un intervalo de entre 1 y 3 °C, pero bajo condiciones particulares, han sido registradas intensidades de hasta 12 °C (Voogt, 2008).

En el Distrito Federal, de acuerdo con el INEGI (2010) entre 1970 y 2009 se han observado eventos significativos relacionados con variaciones en las temperaturas, como son la presencia de ondas de calor y frío; es importante notar que su incidencia aumentó en las últimas décadas con efectos negativos relacionados con la salud. De igual manera estudios sobre las variaciones en los registros meteorológicos del Distrito Federal han mostrado modificaciones en los patrones de distribución de la precipitación, un incremento generalizado en la temperatura, así como en la intensidad y frecuencia de los eventos climatológicos extremos (Conde et al., 2010). Se cree que dichas variaciones en los patrones de precipitación y de temperatura, aunadas al crecimiento continuado de la población y de la mancha urbana, pueden ser los impulsores de una mayor ocurrencia de eventos climáticos de tipo extremo en el futuro.

El tipo de eventos climáticos con mayor incidencia se relacionan con las precipitaciones extremas, como son las lluvias torrenciales, las trombas y las granizadas, las cuales representan más del 70% del total de eventos climáticos registrados dentro del periodo de estudio, causando encharcamientos e inundaciones, además de fuertes vendavales que ocasionaron daños a infraestructura eléctrica, así como la caída de árboles y de anuncios espectaculares, accidentes de tipo general relacionados con caos vial severo y accidentes vehiculares de manera generalizada, deslizamientos y avenidas torrenciales, colapso de estructuras e inmuebles, falla en los servicios urbanos, así como otro tipo de efectos que resultan en daños a la salud, incluyendo enfermedades y deshidrataciones severas además del incremento en el número de incendios forestales.

Existen técnicas para evaluar la capacidad de adaptación o capacidad adaptativa en la Ciudad de México utilizando el enfoque del Marco de Políticas de Adaptación (MPA) de acuerdo con Lim et al. (2005 en Conde et al. 2010). El MPA representa una guía para el diseño e implementación de proyectos encaminados a reducir la vulnerabilidad al cambio climático y a reforzar procesos de desarrollo que contribuyan a la adaptación. Es necesario, por tanto, contar con un mejor entendimiento de los desastres y amenazas asociados con contingencias climáticas en la Ciudad de México, con el propósito de guiar las diferentes acciones de adaptación al cambio climático en diferentes sectores y ámbitos de acción del Distrito Federal (Conde et al. 2010).

### Servicios ambientales.

El desarrollo de la humanidad depende totalmente de los ecosistemas y los servicios ambientales que éstos nos brindan; a pesar de ello, hasta ahora no se han sabido valorar.

Desde su origen, la especie humana ha dependido, para su desarrollo y evolución cultural, de los servicios que la biosfera y sus ecosistemas le han brindado, entre éstos se encuentra el oxígeno y el clima. Cabe señalar que las sociedades modernas industrializadas, dependen en gran medida de la actividad de los ecosistemas que existieron en el Carbonífero (hace 300 a 360 millones de años) y que produjeron la materia orgánica de donde provienen los combustibles fósiles, base del desarrollo económico de la humanidad en los últimos dos siglos. En consecuencia, la humanidad sigue siendo, por lo menos en primera instancia, totalmente dependiente de la existencia de los servicios ecosistémicos y del acceso a los mismos.

Los servicios ambientales están más focalizados a las áreas rurales y rururbanas; sin embargo, las áreas urbanas también pueden aportar estos servicios si se van incrementando paulatinamente las áreas verdes en terrazas, azoteas, camellones, parques, centros comerciales, plazas culturales, etc.

### Contaminación.

La contaminación es el conjunto de sustancias químicas, residuos sólidos y seres vivos, entre otros, que son introducidos al ambiente, dañándolo o alterándolo.

La contaminación química abarca: contaminación radiactiva, agroquímicos (fertilizantes, insecticidas, herbicidas), medicamentos, anabólicos, tintes para cabello, desechos de fábricas, pinturas, gasolinas y derivados, desechos caseros, gases tóxicos que se liberan a la atmósfera, contaminación de sustancias orgánicas (eutroficación), etc.

Los residuos sólidos que más frecuentemente se encuentran alterando los ecosistemas son las bolsas de plástico, el PET, el unisel, muebles, cascajo, computadoras y celulares, refrigeradores, llantas y coches viejos, entre otros.

La contaminación radiactiva es la distribución de materiales radiactivos en un entorno determinado, las dos fuentes más importantes de productos radiactivos son: las pruebas nucleares y la manipulación de sustancias radiactivas.

La eliminación de estos contaminantes se hace mediante el uso de contenedores herméticos e invulnerables a las radiaciones, que son sumergidos a grandes profundidades en las fosas oceánicas o tiraderos radiactivos, en diferentes partes del mundo. En este caso los desechos no se degradan ni se neutralizan y solo se acumulan a lo largo del tiempo.

También está la contaminación biológica que consiste en la introducción de flora y fauna en sitios en donde no pertenecen, lo que puede ocasionar que se conviertan en especies oportunistas que compitan con las especies nativas por comida y territorio, transformándose en plagas, muy difíciles de erradicar como sucede en Xochimilco con carpas, tilapias, tortugas, pericos, perros, gatos y lirio acuático, entre otros y que contribuyen a la extinción de algunas especies nativas, además de que pueden llevar patógenos nuevos para la región, como virus y bacterias.

#### Uso y manejo de los recursos naturales.

Se refiere al acceso que tienen las personas a los recursos naturales: quiénes y de qué manera lo usan y cómo los administran o manejan.

Entre los distintos usos de la diversidad biológica se encuentran la producción agrícola y pecuaria, la explotación de bosques, el uso medicinal de plantas y animales en la gastronomía, en estudios científicos y de servicios ambientales. El ambiente (territorio) se usa con fines de vivienda, recreacionales, construcción de fábricas, comercios y vialidades, entre otros.

En particular, la administración de los recursos naturales se relaciona con su cuidado, regulación y reparto o distribución, así como con restricciones o sanciones, ante un uso inadecuado o ilegal. En general, a las personas que hacen uso de un recurso se les llama usuarios del recurso.

El acceso a un recurso y los derechos para su manejo están determinados por el tipo de propiedad en que se encuentran, la cual puede ser:

- A. Propiedad social (de ejidos y comunidades)
- B. Propiedad federal (del Estado)
- C. Propiedad privada (de particulares)

La forma en que se realiza el manejo de los recursos naturales, también tiene que ver con las relaciones sociales que se dan en cada comunidad.

Una relación muy importante que hay que tomar en cuenta es la que se presenta entre mujeres y hombres, pues tienen diferentes formas de acceso, uso y manejo de los recursos (Arcelbarra y Armijo Canto, 2009).

## Turismo.

Un atractivo turístico es aquel recurso natural o cultural, que cuenta con servicios e infraestructura que permiten su aprovechamiento, bajo ciertos lineamientos de orden y desarrollo (Rueda García y Belmonte Martínez, 2004).

El turismo bien planificado posibilita la inclusión y el desarrollo de los diversos agentes sociales y permite incorporar importantes elementos de sostenimiento de desarrollo humano para hacer posible la recreación, el esparcimiento, la mejora de la calidad de vida y bienestar de los habitantes.

El turismo es un vehículo para reproducir, difundir y promover la cultura e identidad que poseen los pueblos y ciudades en los ámbitos regionales, nacionales e internacionales (Mancera, 2013).

El turismo alternativo tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que la envuelven, con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales. Tomando en cuenta la amplia gama de actividades que pueden desarrollarse dentro de este marco, el turismo alternativo se ha dividido en función de la finalidad que tienen los paseantes al estar en contacto con la naturaleza, como por ejemplo están: el Turismo de Aventura, el Ecoturismo y el Turismo Rural.

## Sobrepoblación.

La sobrepoblación es un fenómeno que se da por el incremento en el número de habitantes que viven en un sitio determinado, en un lapso de tiempo relativamente corto, debido a la elevada tasa de reproducción humana y a la inmigración.

Lo anterior se ha constituido en un grave problema en zonas urbanas donde se concentra la mayor parte de la población, como sucede en el área metropolitana de la Ciudad de México, que comprende actualmente el Distrito Federal y el área conurbada del Estado de México, la cual ha venido aumentando en forma notable a partir de 1930.

La alta tasa de crecimiento de la población se debe fundamentalmente al continuo arribo de migrantes provenientes de las zonas rurales del país, aún más que al crecimiento reproductivo de la población, esto se puede apreciar sobre todo en los últimos años (entre 1970 y 1980 se asentaron en la ciudad de México 3 millones 248 mil migrantes). Cada vez se ven más personas en situación vulnerable y sin empleo (limpia parabrisas y vendedores ambulantes).

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010), informó que de acuerdo con datos de ese año, México ocupa el lugar número 11 en el mundo con 112.33 millones de personas. El INEGI también indicó, que entre 1900 y 2008, la población del país se multiplicó 7.8 veces. En los años 70 la tasa de crecimiento promedio anual fue de 3.4 %, y para el periodo 2005-2008 es de 0.87 %.

Actualmente ocho entidades concentran poco más de la mitad de la población total, encabezadas por el Estado de México con 14.6 millones de habitantes y el Distrito Federal, con 8.8 millones.

Por otra parte, con respecto a la sobrepoblación por elevada tasa de natalidad, la ONU en la Conferencia sobre Población y Desarrollo dictada en 1994 en El Cairo, Egipto, se comprometió a respetar el derecho básico de todas las parejas e individuos a decidir libremente y responsablemente el número de hijos que desean tener, de conformidad a lo establecido en los documentos de derechos humanos. Sin embargo, es necesario generar espacios de educación y planeación familiar en donde se dé información y apoyo a las parejas de manera fácil y expedita, para evitar los hijos no deseados y con esto contrarrestar el fenómeno de sobrepoblación.

La sobrepoblación ocasiona una serie de problemas como falta de empleos, inseguridad, escasez de vivienda, falta de transporte, falta de escuelas, de trabajo, de recursos naturales, etc.

### Necesidades de consumo.

La sobrepoblación exige satisfacer las necesidades de vivienda: más casas y terrenos, más servicios, más agua, más tiendas, más vialidades, más coches, más tiraderos, etc. volviendo cada vez más difícil, crear los suficientes satisfactores para lograr una adecuada calidad de vida, aunado a que los medios de comunicación y las grandes tiendas inducen a la población a adquirir una gran cantidad de bienes superfluos o innecesarios, incluso, por encima de su capacidad de compra, de manera exitosa hasta el momento, ocasionando grandes problemas sociales y fuertes presiones sobre los recursos naturales.

### Vialidades.

Las necesidades actuales llevan a la construcción de una mayor cantidad de carreteras que permitan transportar a las personas a sus sitios de trabajo, muchas veces ubicados a grandes distancias. Esto supone tránsito y contaminación por hidrocarburos.

Existen diferentes tipos de vialidades que consideran: características de flujo, tratamiento de la movilidad colectiva, estacionamientos, movimiento peatonal, presencia de carga pesada, acceso a las propiedades adyacentes, movimientos vehiculares, travesías largas, grados de segregación, etc. (Esperilla, 1984). Sin perder de vista los impactos sociales y ecológicos que ocasionan: fragmentación de los pueblos (familias, costumbres y tradiciones) y del hábitat de las especies silvestres (especies acuáticas y terrestres).

Debe considerarse evitar el exceso de coches y privilegiar el transporte público y el uso de bicicletas, estas últimas además favorecen la salud.

### Política, leyes y normatividad.

México se ha caracterizado por presentar las leyes y normas más claras y completas del mundo; sin embargo, en muchos de los casos éstas no se cumplen, por lo que es muy importante que la ciudadanía tome conciencia de su importancia y las cumpla y, además, que las autoridades contribuyan a su cumplimiento de manera clara y honesta.

De conformidad con lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en los Estatutos de Gobierno de la República Mexicana y del Distrito Federal y en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal se señala que la Asamblea Legislativa posee la capacidad para promulgar, publicar y ejecutar las leyes y decretos necesarios para su exacta observancia, mediante los acuerdos respectivos entre las autoridades y los consejos ciudadanos.

Así, existe la Ley de Turismo del Distrito Federal que establece como materias de orden e interés público la regulación, fomento y promoción de la actividad turística en el Distrito Federal (Mancera, 2013)

Por otra parte, en materia de flora y fauna silvestres existen diferentes leyes que apoyan su uso y conservación: Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley Federal del Mar, Ley Federal de Caza y una de las más importante, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), además de las Normas Oficiales Mexicanas que abordan puntos específicos de cómo, cuándo y con qué criterios se deben aplicar (Ley Federal Sobre Metrología y Normalización) (Zambrano de Haro, 2009).

Además de otras más en materia de seguridad pública, alimentaria, de uso y manejo del agua, de cambio climático, de manejo de residuos peligrosos, etc.

También deben ser considerados los tratados internacionales como la Convención de Río, Río +20 y Carta de la Tierra, por mencionar algunos, en esta última, varios países se han comprometido a realizar acciones conjuntas para detener la destrucción del planeta. Se reconoce que la protección ambiental, los derechos humanos, el desarrollo humano equitativo y la paz, son interdependientes e indivisibles (Carta de la Tierra, 2000).

## Planeación territorial.

El territorio es un área geográfica que pertenece a una nación, estado, región, provincia, delegación o pueblo. Generalmente el territorio está regido por algún tipo de gobierno y separado de otros territorios por límites políticos, como son las los estados o las delegaciones, aunque también los territorios se pueden manejar por límites naturales, que obedecen a los patrones geomorfológicos y a los cauces de los ríos y a la distribución de la flora y de la fauna. Así, las cuencas hidrográficas forman parte del territorio basado en sus límites naturales.

El ordenamiento territorial implica un proceso de concertación en donde comparten responsabilidades tanto el Estado como los actores regionales, a través de formas concretas de articulación, mediante las cuales se derivan las recomendaciones sobre las formas más apropiadas para promover la planeación del territorio, considerando el desarrollo social y el económico.

El desarrollo regional se presenta como un instrumento capaz de promover una mayor participación social; al mismo tiempo que constituye un ordenamiento territorial dirigido a contrarrestar los efectos de la globalización en un sentido interno, a la vez que potencia las ventajas de las relaciones internacionales y de un intercambio comercial cada vez mayor.

Sin una concepción territorializada de los problemas del desarrollo, y un cambio de orientación en la política económica que determine tanto los desequilibrios como el atraso regional, difícilmente se puede concebir un territorio armónico (Delgadillo, 2004).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su informe sobre "Políticas de gestión de riesgos: México 2013" y con el Oscar Ishizawa, especialista en Gestión de Riesgo de Desastres Naturales para América Latina, se planteó que uno de los grandes retos de México es la planificación territorial y la urbanización.

Sin planeación territorial se está propenso a desastres ambientales, naturales, sociales y económicos.

## Sustentabilidad.

Es el conjunto de acciones que garantizan a la población cubrir sus necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (Commission on Environmental and Development, 1987).

Estudios retrospectivos muestran que, en los últimos 200 años el hombre ha causado daños irremediables al planeta. Por lo anterior, a principios de los años noventa se da por primera vez en América Latina una Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, de donde surge la "Declaración de Río", y, es a partir de entonces que en los países subdesarrollados se empieza a revisar el tema del Deterioro Ambiental y del Desarrollo Sustentable como referencia obligada para las actividades políticas. Sin embargo a pesar de que estos temas están vigentes en la agenda del mundo, desde hace más de dos décadas, en la mayoría de los países no se ha logrado alcanzar ese anhelado desarrollo sustentable y hoy más que nunca está "de moda" el término y surgen reuniones para abordar estos problemas, entre los dirigentes de los países más poderosos y los países en vías de desarrollo, sin llegar a acuerdos que beneficien a todos (García, 2013).

## Ecotecnias.

Son instrumentos desarrollados para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales y permitir la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria.

Las ecotecnias son técnicas que el hombre ha desarrollado a través del tiempo que se caracterizan por aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales para dar paso a la elaboración de productos y servicios. Algunas ecotecnias de gran valor para cuidar al ambiente son: la creación de humedales, los sistemas de hidroponia, acuaponia, biodigestores, paneles solares, calentadores solares, captación de agua de lluvia, bicimáquinas, deshidratadores solares y sistemas de energía eólica, entre otros.

Estas ecotecnias se caracterizan por ahorrar agua, energía, cuidar a la vida silvestre y evitar la contaminación de los suelos, entre otras características.

### Arquitectura sustentable.

La arquitectura sustentable, también denominada arquitectura verde, ecoarquitectura o arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que disminuyan el impacto ambiental.

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen la consideración de las condiciones climáticas, hidrográficas y los ecosistemas, como parte del entorno, en donde se construyen los inmuebles, para obtener el máximo rendimiento.

Además de considerar la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primordialmente los de bajo contenido energético; también se pone especial atención a la reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo buena parte de las demandas con fuentes de energía renovables.

Algunas ecotecnias y materiales involucrados son: la construcción de azoteas verdes, impermeabilización ecológica, uso de calentadores solares, de sistemas fotovoltaicos para iluminación, de dispositivos ahorradores de agua, de llaves automáticas, mingitorios secos, captación de aguas fluviales, materiales constructivos de la región, muebles de cartón y macetas de fibra de coco, entre otros (Rincón, 2013).

Es importante considerar el uso de materiales regionales como bambú, piedra, paja, adobe, madera y barro y la orientación y características de las construcciones.

### Cultura tradiciones y valores.

Los seres humanos creamos cultura. Nuestras formas de pensar, de sentir y de actuar, la lengua que hablamos, nuestras creencias, la comida y el arte, son algunas expresiones de nuestra cultura.

Este conjunto de saberes y experiencias se transmite de generación en generación por diferentes medios. Los niños aprenden de los adultos y los adultos de los ancianos. Aprenden de lo que oyen y de lo que leen; aprenden también de lo que ven y experimentan por sí mismos en la convivencia cotidiana. Así se hacen y se heredan las tradiciones.

Mediante la transmisión de las costumbres y tradiciones, los grupos sociales intentan asegurar que las generaciones jóvenes den continuidad a los conocimientos, valores e intereses que los distinguen como grupo y los hacen diferentes a otros.

Conservar las tradiciones de una comunidad o de un país significa practicar las costumbres, hábitos, formas de ser y modos de comportamiento de las personas.

Las tradiciones y costumbres cambian con el paso del tiempo, como resultado de las nuevas experiencias y conocimientos de la sociedad, a causa de sus necesidades de adaptación a la naturaleza y por la influencia de otros grupos sociales con los que establecen contacto.

Las costumbres y tradiciones pierden fuerza cuando la gente cambia sus creencias, su modo de entender el mundo y el sentido de su vida; entonces se procuran nuevas creencias y prácticas, que forman con el tiempo otras costumbres y tradiciones.

Para conocer mejor a las personas y a los grupos humanos, es importante reflexionar acerca de sus costumbres y tradiciones, pensar y dialogar con los miembros de las comunidades acerca de qué se puede rescatar del legado de los antepasados. También es necesario discutir con qué criterios se aceptan o rechazan las costumbres y tradiciones de otros pueblos. Se puede aprovechar la herencia cultural si se considera que las costumbres y tradiciones son lazos que estrechan las relaciones de una comunidad, que le dan identidad y rostro propio, y facilitan proyectar un futuro común.

Por ejemplo, para pobladores de las culturas prehispánicas la religión era el centro de su vida, como lo señala Miguel León Portilla (en Garcidueñas Tapia, 2011). “Tan grande era la importancia que tenía la religión para el pueblo indígena, que se puede decir, sin exageración, que su existencia giraba totalmente alrededor de la religión”.

Otros valores preponderantes eran el amor y el respeto a la familia, a los ancianos, a los niños y sobre todo a la Naturaleza.

Los principales símbolos prehispánicos se refieren a los cuatro dioses que corresponden a los cuatro elementos de la naturaleza, tales como: Huehuetēotl o Xiutēcutl (Dios del Fuego), Quetzalcoatl Ehēcatl (Dios del aire), Coatlicue (Diosa de la Tierra) y Tlaloc (Dios del agua) (Garcidueñas Tapia., 2011).

Es importante señalar que esta cosmovisión del respeto a la naturaleza a través de la religión ayudo a conservar algunas regiones como los humedales de Xochimilco, que son los últimos relictos de una estrategia agroecológica de carácter sustentable, conocida como chinampa, que permitió el florecimiento de la cultura náhuatl en esta región de Mesoamérica.

### Ética.

La ética es la deliberación filosófica sobre nuestro comportamiento moral (sobre las costumbres, normas, responsabilidad, valores y obligaciones) orientada a buscar soluciones a los problemas que tienen las personas consigo mismas (resolución de conflictos intrasubjetivos) y a los que genera la convivencia con otras personas (resolución de conflictos intersubjetivos).

Sin vida ético-moral y por tanto, sin respeto, las regiones se contaminan, las especies desaparecen y las familias se desintegran.

Resulta fundamental la concientización sobre el respeto a la naturaleza y a la humanidad.

### Educación Ambiental.

A finales de la década de los ochenta se caracteriza a la Educación Ambiental en el Congreso Internacional de Educación Ambiental, Moscú 1987, como “un proceso permanente en el que los individuos y la colectividad cobran conciencia de su medio y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad capaces de hacerlos actuar individual y colectivamente para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente” para lo cual consideran decisivo el desarrollo de actividades basadas en la sustentabilidad y sostenibilidad, así como el cambio de hábitos destructivos y la transformación del proceso de desarrollo hacia la desaceleración económica.

### Conclusiones y sugerencias.

Después de transitar por los diferentes campos de conocimiento y de acción, se puede ver que si bien faltan muchos otros campos, porque son demasiados, es importante verlos de manera integral. Los campos de incidencia en las cuencas, aquí expuestos están ligados entre sí, y dan pistas para su manejo integral. Estos aspectos no se pueden atender por una sola persona, grupo o institución, pero no por ello se deben dejar de lado, ya que todos ellos están encaminados hacia una misma dirección “la conservación de las cuencas” lo que repercute en el respeto al planeta, a la vida y a la gente.

Cuidar a nuestras cuencas es cuidar nuestros recursos hídricos y nuestro ambiente en general. Como señala Luege (2010), es necesario plantear estrategias sustentables que promuevan el equilibrio entre el desarrollo de la población, los procesos económicos y la protección del ambiente, aspectos que requieren tomar en cuenta las características de las cuencas hidrológicas

Entender la dinámica de estos complejos sistemas naturales y de los recursos que en ella se encuentran, nos permitirá mejorar su equilibrio y proteger sus ecosistemas, de manera tal que podamos conservar nuestro ambiente (Luege, 2010).

Como señala Muñoz (2013): Es urgente una planeación ante la destrucción de los ecosistemas.

A continuación se presenta una lista de necesidades y acciones urgentes para el manejo integral regional:

- Planeación territorial adecuada considerando el trabajo transdisciplinario.
- Implementación de viviendas sustentables y en lugares autorizados.
- Uso de ecotecnias adaptadas a los distintos tipos de viviendas rurales, rur-urbanas y urbanas (biodigestores, captación de agua de lluvia, paneles solares, etc).
- Implementación de la producción de traspatio.
- Diseño y producción de bienes biodegradables pañales, detergentes, agroquímicos, tintes para cabello.
- Diseño y producción de bienes retornables o reutilizables: como envases, computadoras y discos compactos, etc.
- Implementación de cultura real de separación de basuras.
- Eliminación del consumo absurdo de bienes innecesarios, que pueden ser coches, celulares, ropa, etc.
- Apoyo a las comunidades, con recursos financieros, para la realización de proyectos regionales y particulares, sustentables.
- Creación de vialidades y transportes eficientes, dignos y diversificados de bajo impacto ambiental, revirtiendo la afectación a los ecosistemas.
- Implementación de cursos de educación ambiental dirigidos a la población en general.
- Generación de centros donde se realicen actividades para desarrollar conciencia y valores para una mejor actitud y disposición de la población.
- Implementación de leyes en materia de seguridad personal y ambiental.
- Mejora los servicios públicos sustentables.
- Generación de una cultura del agua, del aire y de la tierra.

Realizando estas acciones se estará contribuyendo a la conservación de las Cuencas como Unidades Integrales Ecosistémicas

#### Bibliografía.

1. Arcelbarra A. M. y N. Armijo Canto, 2009. Uso y manejo de los recursos naturales Arcelbarra A. M. y N. Armijo Canto, 2009. Uso y manejo de los recursos naturales [http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO\\_1/3\\_Capitulo\\_baja.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO_1/3_Capitulo_baja.pdf) (consultada 16 noviembre 2013).
2. Carta de la Tierra, 2000. Gobierno Federal. Semarnat. <http://www.cartadelatierra.org.mx/documentos/cartadelatierraTG.pdf> (consultada 1 de diciembre 2013).
3. Commission on Environmental and Development. 1987. Our common future. United Nations, 247 p.
4. Conde C., E. Ospina Noreña, E. Luyando, O. Sánchez, A. E. Peña del Valle, F. López Díaz, G. Rosales, M. O. Casasola, 2010. Informe Final Historia del Clima de la Ciudad de México: Efectos observados y perspectivas, [http://www.cvccmatmosfera.unam.mx/documents/libros\\_cvcccm/Inf\\_Final\\_Final%20Final%20HC\\_Conde.pdf](http://www.cvccmatmosfera.unam.mx/documents/libros_cvcccm/Inf_Final_Final%20Final%20HC_Conde.pdf) (consultada 3 diciembre 2013).
5. Delgadillo M. J., 2004. Planeación territorial, políticas públicas y desarrollo regional en México. Cuernavaca, Morelos. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, 73 p.
6. Esperilla M. J., 1984. Manual de vialidad urbana, D. S. No. 12 Ministerio de Vivienda y Urbanismo ARQHYS Diario oficial del 3 de marzo de 1984, volumen 3 Recomendaciones para el diseño del espacio Vial-Urbano (REDEVU), modificado en 1998. <http://www.arqhys.com/construccion/manual-vialidad-urbana.htm> (consultada 2 diciembre 2013).
7. García J. S., 2013. El gobierno de Felipe Calderón ¿hacia un desarrollo humano sustentable? En Los saldos del sexenio de Felipe Calderón: La falta de perspectiva de Estado a partir de las políticas públicas adoptadas durante el sexenio 2006-2012. UAM- Azcapotzalco. REDPOL 3: 1-23.
8. Garcidueñas Tapia M del C., 2011. Presencia de los símbolos prehispánicos: Fuego, aire, tierra y agua, en la obra plástica de Diego Rivera. Tesis de Licenciatura en Artes Visuales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Escuela Popular de Bellas Artes.

9. Hoekstra, A.Y., 2003. Virtual Water. An Introduction. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series n° 12.. IHE, Delft, Holanda, 248 p.
10. ILCE, 2013. V. La atmósfera. La contaminación del aire. Biblioteca digital. [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/sec\\_11.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/sec_11.htm) (consultada 23 de octubre del 2013).
11. INEGI, 2010 [http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi\\_result/cpv2010\\_principales\\_resultadosIV.pdf](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/cpv2010_principales_resultadosIV.pdf) (consultada 12 de noviembre 2013).
12. Luege J. L., 2010. Cuencas hidrológicas: ¿Qué son?, ¿Por qué son importantes?. <http://jlluege.wordpress.com/2010/11/09/cuencas-hidrologicas-%c2%bfque-son-%c2%bfpor-que-son-importantes/> (consultada 9 de Noviembre de 2010).
13. Mancera E. M. A., 2013. Gaceta Oficial del Distrito Federal. I 3 Administración Pública del Distrito Federal, artículos 122, Apartado C, <http://www.mexicocity.gob.mx/media/biblioteca/DeclaratoriaTurismoEnero2013.pdf> (consultada 11 diciembre 2013).
14. Méndez Vivar J., 2003. Agua, aire y tierra: elementos vulnerables frente al fuegoUAM-Iztapalapa. Contactos 47, 20-27.
15. Muñoz N., 2013. Científicos deben participar en políticas contra cambio climático: IPN Notimex Publicado: 01/11/2013 13:19 (consultada 10 noviembre 2013).
16. Neyra L. y L. Durand, 1998. Biodiversidad. En: La diversidad biológica de México:
17. Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 61-102 p.
18. Rincón S., 2013. 8 Ejemplos de arquitectura sustentable. sinembargo.mx, periodismo digital con rigor. <http://www.sinembargo.mx/17-02-2013/525439> (consultada 10 octubre 2013).
19. Rueda García L. y J. Belmonte Martínez (Eds.) 2004. Fascículo 2. Cómo desarrollar un proyecto de ecoturismo. Secretaría de Turismo. [http://www.metztitlan.com.mx/\\_ReservaBiosfera/\\_Fasciculos/2comodesarrollarproyectos.pdf](http://www.metztitlan.com.mx/_ReservaBiosfera/_Fasciculos/2comodesarrollarproyectos.pdf) (consultada 10 octubre 2013).
20. Sarukhán J., J. Soberón y J. Larso-Guerra, 1996. Biological conservation in a high Beta-diversity Country. En Di Castri, F. y T. Younés (eds.). Biodiversity Science and Development. Towards a New Partner-ship. CAB International, 246-263 p.
21. Simonetti J. A., 1998 Áreas silvestres protegidas: ¿protegidas y protectoras?. En: Diversidad biológica y cultura rural en la gestión ambiental del desarrollo. En Díaz-Pineda, J. M. de Miguel y M. A. Casado (eds.) Mundi-Prensa, Madrid, 123-131 p.
22. Voogt, J., 2008. Islas de calor en zonas urbanas: ciudades más calientes. Actionbioscience.org, American Institute of Biological Sciences, <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html> (consultada 20 junio 2013).
23. Wackernagel M y W. Rees, 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. The new catalyst bioregional serie, vol 9. Gabriola Island, BC and Philadelphia, PA. New Society Publishers.
24. Zambrano de Haro P., 2009. La Flora y Fauna silvestres en México y su regulación. Procuraduría Agraria. 159-167p.
25. [http://www.pa.gob.mx/publica/rev\\_40/NOTAS/Pablo%20Zamorano%20de%20Haro.pdf](http://www.pa.gob.mx/publica/rev_40/NOTAS/Pablo%20Zamorano%20de%20Haro.pdf) (consultada 3 de diciembre 2013).

# La nitrificación microbiana como indicadora de calidad del agua en los canales de la zona chinampera de Xochimilco (México).

\*<sup>1</sup>M. J. Ferrara-Guerrero, <sup>1</sup>M. Hernández-Hernández, <sup>1</sup>J. R. Angeles-Vázquez, <sup>1,3</sup>A. Ponce-Mendoza, <sup>2</sup>M. G. Figueroa-Torres, <sup>2</sup>R. C. Vargas-Solis.

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente.

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología Microbiana. <sup>2</sup>Laboratorio de Fisiología y Fitofarmacología. Calzada del Hueso No. 1100. Col. Villa Quietud, México, D.F. 04960, Del. Coyoacán. Tel. 5483 7000 ext. 3114. E-mail: fgmd6735@correo.xoc.uam.mx

<sup>3</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP, México.

## Resumen.

Debido a lo complejo de los ecosistemas acuáticos el monitoreo de algunos organismos pueden proporcionar información sobre los cambios físico-químicos del agua. El lago de Xochimilco ha sufrido grandes cambios y perturbaciones a través del tiempo: desdiques para evitar inundaciones, uso de agroquímicos, salinización del suelo y crecimiento de los asentamientos humanos reduciendo a este cuerpo de agua, a una zona de canales. En este estudio se caracterizó físico-químicamente el agua de fondo de los canales de la zona chinampera y se estudió su relación con la tasa de nitrificación, con el papel que juegan las poblaciones bacterianas en el reciclamiento del Nitrógeno, y con su posible uso como bioindicadores de calidad del agua. Se realizaron muestreos en temporada de lluvias y secas en el 2011. Se midió el pH, OR y la conductividad con un sensor multiparamétrico YSI; el oxígeno por el método de Winkler, la concentración de nutrientes inorgánicos del nitrógeno y fósforo por métodos espectrofotométricos, el porcentaje de materia orgánica por el método de Walkey y Black, la textura por el método hidrométrico de Bouyucos. Se cuantificaron las poblaciones bacterianas nitrificantes por el método de NMP utilizando medios específicos y la tasa de nitrificación por la técnica de inhibición con alilitiurea y clorato de sodio. La concentración de clorofila a y b por espectrofotometría. Entre los resultados encontrados se observó que la tasa de nitrificación fue 10 veces mayor en sedimento que en agua de fondo y estuvo determinada por: altas concentraciones de amonio, valores electropositivos de OR y la conductividad. Además se encontró que el número de bacterias nitrificantes y la concentración de clorofila a son buenos indicadores del grado de eutrofización de este ambiente subóxico.

Palabras clave: Agua de fondo, bacterias, inhibidores, sedimentos superficiales, tasa de nitrificación.

## Abstract.

Due to the aquatic ecosystems complexity, the monitoring of some organisms can provide information on the physico-chemical changes of the water. The lake of Xochimilco has experienced great changes and disturbances through the time: drainage to avoid floods, use of fertilizers, salinization of ground, and increase of human settlements. In this study, the bottom water of the chinampas zone canals of the lake was physico-chemically characterized and its relation with the nitrification rate, with the role that the bacterial populations play in the N recycling, and with its possible use as a water quality bio-indicators studied. Samplings were realized in rains and droughts season of 2011. The pH, OR and conductivity were measured with a multiparametric YSI sensor; the oxygen by Winkler method, the nitrogen inorganic nutrients concentration and phosphorus by spectrophotometric methods. The percentage of organic matter was measured by the Walkey and Black method and the texture by the Bouyucos hydrometric method. The nitrifying bacterial populations were quantified by the MPN method using specific mediums, and the nitrification rate by the inhibition technique with allylthiourea and sodium chlorate. The a and b chlorophyll concentration was estimated by spectrophotometry. The nitrification rate was 10 times greater in sediment than in bottom water and it is characterized by high ammonium concentrations, OR electropositive values and conductivity. The nitrifying bacterial populations and a chlorophyll variation is a good indicator of the degree of eutrophication of this suboxic environment.

Keywords: Bacteria, bottom water, inhibitors, nitrification rate, sediments upper layer.

## Introducción.

La contaminación de los ecosistemas acuáticos induce cambios en la estructura de las comunidades biológicas y en los propios organismos, afectando su ciclo de vida, crecimiento y condición reproductiva (Bartram y Ballance, 1996), por lo que el monitoreo constante de estos ecosistemas es importante para la planificación del manejo y preservación de los mismos. Debido a lo complejo de los ecosistemas, el monitoreo de algunos organismos puede proporcionar información sobre los cambios físico-químicos del agua, ya que éstos, a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad. A estos organismos se les conoce como bioindicadores (Laws, 1981).

El lago de Xochimilco ha sufrido grandes cambios y perturbaciones a través del tiempo, entre los principales problemas que se han presentado históricamente son: en la época colonial el drenado del área para evitar inundaciones, el uso de agroquímicos en la década de los años 50, la degradación de los suelos por la salinización (Jiménez, 2001), y en la actualidad el continuo crecimiento poblacional y el crecimiento de la mancha urbana en antiguas áreas de chinampas y canales.

Autores como Bojórquez y Amaro (2003) han reportado que el aumento constante de las descargas de aguas residuales ha provocado que la mayoría de los cuerpos receptores de agua, así como de los mantos freáticos, presenten distintos tipos y niveles de contaminación, de tal manera que, los escasos lagos y embalses con los que cuenta la Ciudad de México tienen niveles altos de materia orgánica, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, nutrimentos, compuestos tóxicos y microorganismos de interés sanitario.

Los microorganismos heterótrofos juegan un papel esencial en la descomposición de la materia orgánica (MO) que se encuentra depositada en los sedimentos, enriqueciendo el agua intersticial con formas solubles de nitrógeno ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , y  $\text{NO}_3^-$ ), fósforo ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ), azufre ( $\text{SH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) y hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ); estos iones producidos durante el proceso de mineralización de la MO en la capa superficial de los sedimentos, son transportados hacia las aguas subyacentes por difusión y por procesos de bioperturbación (Valiela, 1995; Madigan *et al.*, 2006; Zehr y Ward 2002).

El ciclo biogeoquímico del Nitrógeno constituye un proceso en el cual están involucradas múltiples transformaciones de compuestos nitrogenados, las cuales son catalizadas primordialmente por bacterias. El papel principal de este ciclo es el de enriquecer al medio con N inorgánico (e.g.  $\text{NH}_4^+$ ), durante la descomposición de la materia orgánica. Las bacterias pueden usar tanto el nitrógeno disuelto como la materia orgánica particulada e incluso, pueden competir con el fitoplancton por el nitrógeno inorgánico (Valiela, 1995; Madigan *et al.*, 2006). Además de controlar la disponibilidad de nutrientes nitrogenados para la productividad biológica en sistemas acuáticos, el ciclo está ligado a la fijación de  $\text{CO}_2$  atmosférico y a la exportación de carbono de la superficie hacia la atmósfera (Zehr y Ward, 2002). En el ciclo del N, las bacterias nitrificantes son catalizadores biológicos que oxidan el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), pasando por nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) en un proceso que se conoce como nitrificación, entre las bacterias nitrificantes se encuentran especies de los géneros *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* (Tortora *et al.*, 1995; Madigan *et al.*, 2006).

Por otra parte, los microorganismos en el ambiente acuático pueden ser importantes indicadores de contaminación (Lester y Birkett, 1999). Algunos organismos tienen un amplio intervalo de tolerancia a los cambios ambientales que se presentan en su hábitat, que dependen en gran medida del grado de contaminación del sitio (Whiton, 1975). Basado en este concepto, el uso de bioindicadores es un método ecológico que se sustenta en la medición de la diversidad y presencia o ausencia de organismos específicos (De la Lanza *et al.*, 2000). Según esta autora, las ventajas que presenta el uso de bacterias como indicadores, se debe a que el muestreo de este grupo tiene una metodología bien desarrollada y da respuesta rápida a cambios ambientales tales como la contaminación, básicamente por descargas domésticas y municipales.

Las variaciones que sufren los microorganismos degradadores de materia orgánica en los canales de Xochimilco, reflejan los procesos que ocurren en la planta de tratamiento de aguas residuales del Cerro de la Estrella y de las zonas conurbadas y agropecuarias, contiguas al lago de Xochimilco, que vierten sus aguas en los canales. Sin embargo, son pocos los estudios relacionados con el funcionamiento global de este ecosistema. El presente trabajo se basa en la caracterización físico-química de los canales de la zona chinampera y su relación con las tasa de nitrificación, así como la valoración del papel que juegan las poblaciones bacterianas en el reciclamiento del N y su posible uso como bioindicadoras de calidad del agua.

## Material y métodos.

Se muestrearon cinco zonas dentro de la zona chinampera: canal de Apatlaco, laguna Tlilac, Texhuilo, laguna la Virgen y canal de Japón (Figura 1). Se realizaron dos muestreos, uno al inicio de la temporada de lluvias (mayo) y otro en época de secas (noviembre) 2011.

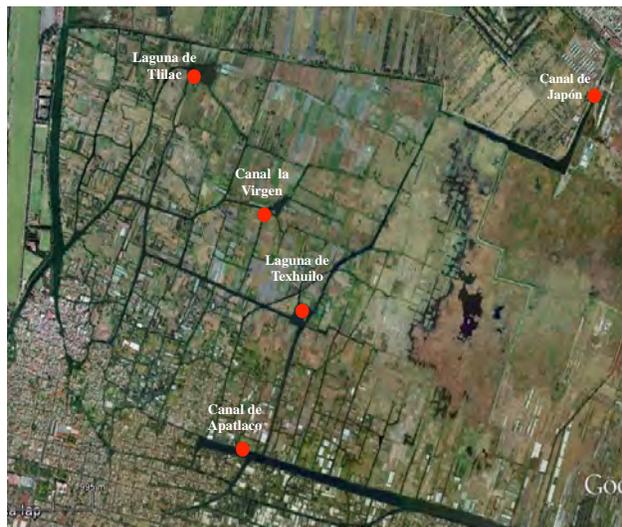


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo.

En cada punto de muestreo se midió la profundidad y transparencia utilizando un disco de Secchi, la temperatura y el pH con un sensor multiparamétrico YSI (modelo 556 Quick-Srart Guide), la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua se determinó con el método de Winkler (Winkler, 1998) y la de los nutrientes inorgánicos por métodos espectrofotométricos recomendados por la American Public Health Association et al. (1998). El amonio por el método de Nessler (Boyd y Tucker, 1992), los nitritos por el método de Shinn según Strickland y Parsons (1965), los nitratos por el método de reducción con cadmio utilizando un espectrofotómetro Hach® (modelo DR2500) y un kit Nitrate HR con rango de sensibilidad de 0.3 a 30 mg L<sup>-1</sup>. La concentración de ortofosfatos y de fósforo total por el método del molibdovanadato utilizando un kit con sensibilidad de detección entre 0.3 y 45 mg L<sup>-1</sup> de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Los materiales suspendidos (MES) por el método de American Public Health Association et al. (1998). El porcentaje de materia orgánica (% MO) de los sedimentos superficiales (0-1 cm de profundidad), se determinó por el método de Walkey y Black (1934), el cual consiste en una oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio en medio de ácido sulfúrico. La textura del sedimento se determinó por el método hidrométrico de Bouyucos (1951), el cual se basa en la clasificación de texturas, tomando en cuenta las partículas menores de 2 mm de diámetro. La clasificación de las texturas se realizó utilizando el triángulo de Bouyucos.

Para cuantificar las diferentes poblaciones bacterianas involucradas en el reciclamiento del nitrógeno se utilizó el método de Número Más Probable (NMP) y serie de diluciones decimales, por triplicado. Para las poblaciones de bacterias amonificantes se utilizó el medio de agua peptonada al 4%, los tubos de prueba inoculados fueron incubados durante 15 días a 25 °C; las oxidadoras de amonio y oxidadoras de nitritos utilizando los medios de cultivo recomendados por (Hunderhill, 1990), y se dejaron incubar durante 25 días a 28°C. El NMP de bacterias fue obtenido utilizando las tablas de McGrady (1950).

La tasa de nitrificación se estimó *ex situ* por la técnica de inhibición de la nitrosación utilizando alliltiurea (1-allyl-2-Thiurea o Thiosinamine, SIGMA) y de la nitratación utilizando clorato de sodio (NaClO<sub>3</sub>). Se midieron las variaciones en la concentración de nitritos y nitratos cada 4 h, durante durante un lapso de 12 h (Feliatra y Bianchi, 1993; Bianchi et al., 1994, Morán-Villa et al., 2009).

La concentración de clorofila a se obtuvo filtrando un volumen conocido de agua de fondo a través de membranas Whatman GF/F (47 µm de poro). La membrana con los pigmentos se almacenó en tubos de vidrio sin tapa en la oscuridad y en ambiente seco, hasta su procesamiento en el laboratorio. Para la extracción de los pigmentos se utilizó la técnica propuesta por Barreiro y Signoret (1999).

Tabla 1. Variación de los parámetros físico-químicos en las épocas de lluvias y secas, en el agua de fondo, de las diferentes estaciones de muestreo. nd= no determinado.

Temporada de secas									
Estación	Coordenadas	Profundidad (cm)	Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno (mg L <sup>-1</sup> )	Eh (mV)	MES (mg L <sup>-1</sup> )	
Tlilac	19° 18' 0.37" N, 98° 05' 33.7" W	70	20	20.3	8.6	2.7	271.8	196	
Japón	19° 16' 46.8" N, 99° 04' 19.7" W	150	50	20.5	7.43	1.5	-96.4	36	
Texhuilo	19° 16' 20.3" N, 99° 05' 15.6" W	90	nd	21.9	7.7	3.0	-54.2	26.5	
Apatlaco	19° 15' 47.5" N, 99° 05' 10.2" W	125	28	21.9	8.63	3.0	0.10	34	
La Virgen	19° 16' 31.67" N, 99° 05' 19.62" W	100	nd	21.1	6.8	2.0	-169.3	35.5	
Temporada de lluvias									
Tlilac	19° 18' 0.37" N, 98° 05' 33.7" W	75	35	16.2	8.2	2.7	-77	116.4	
Japón	19° 16' 46.8" N, 99° 04' 19.7" W	80	38.7	17.3	8.2	2.1	88.4	29.6	
Texhuilo	19° 16' 20.3" N, 99° 05' 15.6" W	70	30	17.2	7.94	2.9	93.1	100	
Apatlaco	19° 15' 47.5" N, 99° 05' 10.2" W	125	62.5	18.0	7.6	2.3	177.7	19	
La Virgen	19° 16' 31.67" N, 99° 05' 19.62" W	75	35	16.3	8.66	4.8	70.6	48	

### Análisis estadístico.

Previo al análisis multivariado, las variables fueron transformadas, utilizando la función 'decostand' (opcion= 'normalize') del paquete 'vegan' (Oksanen et al., 2013). El análisis de componentes principales (ACP) se realizó con la función 'nipals' en el paquete 'ade4' (Dray et al., 2007). La función nipals permite hacer análisis cuando faltan datos en la base de datos y de ésta forma se reduce la pérdida de información. Nipals está basado en la técnica de mínimos cuadrados parciales interactivos no lineales (Wold et al., 1987). La gráfica del Análisis de Componentes Principales (ACP) representa la ordenación de las variables enzimáticas y fisico-químicas de acuerdo a los ejes 'x' y 'y', los cuales representan los eigen vectores (eigen vector 1 y 2 respectivamente). Se realizaron dos ACP, uno para las muestras del sedimento y otro para el agua del fondo. Al mismo tiempo se graficaron las variables categóricas de cada época del año. Todos los análisis fueron realizados en el programa R 2.15.3 (R Core Team, 2013).

### Resultados y Discusión.

#### Caracterización fisico-química del agua.

En temporada de secas la temperatura osciló entre 20.3 y 21.9 °C, mientras que en temporada de lluvias entre 16.2 y 18 °C (Tabla 1). La profundidad varió en cada estación en las diferentes temporadas muestreadas, siendo la época de secas donde se registraron las mayores profundidades, debido tal vez que el programa de desazolve de los canales y recolección mecánica del lirio es más intenso en época de secas. Los valores de pH fueron siempre alcalinos con excepción de la estación de la Virgen que en época de secas presentó un pH ligeramente ácido (Tabla 1).

En cuanto al oxígeno, se observó que en ambas temporadas prevalecieron condiciones subóxicas ( $3 \pm 0.8$  mg L<sup>-1</sup> en temporada de lluvias y  $2.49 \pm 0.65$  mg L<sup>-1</sup> en temporada de secas) (Tabla 2).

Las concentraciones de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> fueron muy bajas en las dos temporadas muestreadas ( $0.005 \pm 0.0$  N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mg L<sup>-1</sup> en época de secas y de  $0.012 \pm 0.017$  N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mg L<sup>-1</sup> en época de lluvias). La concentración de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> fue muy variable en cada estación siendo mayor en época de secas ( $0.23 \pm 0.21$  N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> mg L<sup>-1</sup>) y menor en época de lluvias ( $0.09 \pm 0.06$  N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> mg L<sup>-1</sup>). En cuanto a las concentraciones de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no se observaron diferencias en ambas temporadas de estudio (Tabla 2), a pesar de que los valores de la concentración de este nutriente fueron más variables en época de lluvias. Sin embargo, en las estaciones de muestreo Texhuilo y Apatlaco fue donde se registraron las mayores concentraciones de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. A diferencia del N, la concentración de PO<sub>4</sub><sup>2-</sup> fue alta en ambas épocas del año ( $11.4 \pm 2.1$  mg L<sup>-1</sup> en secas y  $19.2 \pm 8$  mg L<sup>-1</sup> en lluvias), guardando una relación con la concentración de materiales suspendidos (MES) en el agua de fondo, ya que los valores más altos se obtuvieron en época de lluvias ( $72.7 \pm 53.9$  mg L<sup>-1</sup>) en comparación con la época de secas ( $60.04 \pm 52.9$  mg L<sup>-1</sup>). Esta relación se observa en particular en la laguna de Texhuilo en época de lluvias con una concentración de PO<sub>4</sub><sup>2-</sup> muy alta ( $37.8$  mg L<sup>-1</sup>) y un valor de MES alto (100 mg L<sup>-1</sup>).

Tabla 2. Variación de la concentración de nutrientes inorgánicos de nitrógeno y fósforo, en el agua de fondo, de las diferentes estaciones de muestreo.

Estación	Temporada de secas (mg L <sup>-1</sup> )					Temporada de lluvias (mg L <sup>-1</sup> )				
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ptot	HPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ptot	HPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Tlilac	0.31	0.7	0.005	22.8	10.08	0.08	0.2	0.0094	3.2	12.06
Japón	0.01	0.8	0.001	6.1	13.71	0.04	0.5	NA	9.8	20.22
Texhuilo	0.47	0.7	0.003	6.1	8.8	0.15	1.4	0.0071	14.3	37.77
Apatlaco	0.35	0.7	0.006	6.6	10.2	0.18	1.1	0.0576	9.3	13.1
La Virgen	0.03	0.8	0.005	6.8	13.88	0.03	0.3	0.0033	9.8	20.22

*Caracterización físico-química del sedimento superficial.*

El porcentaje de Materia Orgánica (MO) fue 1.8 veces mayor en época de lluvias en comparación con la época de secas; prácticamente en todas las estaciones de muestreo tuvieron el mismo patrón de comportamiento. Los valores de MO encontrados clasifican a los sedimentos en la categoría de muy ricos (3.1 %) a extremadamente ricos (4.46 %), mientras que en temporada de secas se encontraron en la categoría de medianamente ricos (1.42 %) a ricos (2.9 %) (Tabla 3).

El tipo de sedimento que prevaleció en ambas temporadas del año fue arenas con valores que fluctuaron entre 60 y 80%, y el menos abundante, de arcillas con concentraciones que variaron entre el 10 y 20%.

El pH fue generalmente neutro ( $7.55 \pm 0.33$ ) y los valores de Eh fueron muy variables en las diferentes estaciones de muestreo (Tabla 3) en general con valores electro positivos muy bajos (100 a 19 mV).

Tabla 3. Características físico-químicas de la capa superficial del sedimento (1 cm de profundidad). nd = no determinado.

Estación	Temporada de secas (mg L <sup>-1</sup> )						Temporada de lluvias (mg L <sup>-1</sup> )					
	Limo/ arcilla (%)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	MO (%)	Eh (mV)	Limo/ arcilla (%)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	MO (%)	Eh (mV)
Tlilac	36.4	63.6	14	22.4	2.85	-40.3	23.6	76.4	6.8	16.8	4.26	-186.2
Japón	30.4	69.6	14	16.4	2.90	nd	12.6	87.4	9.4	3.2	4.16	nd
Texhuilo	34.4	65.6	16.4	18.0	1.45	86.7	20.0	80.0	9.8	10.2	4.11	100.6
Apatlaco	42.0	58.0	22.0	20.0	1.47	32.4	20.2	79.8	14.3	5.9	2.86	47.2
La Virgen	40.4	59.6	20.0	20.4	1.45	13.4	19.8	80.2	9.6	10.2	3.1	19.9

*Poblaciones bacterianas.*

El Número Más Probable (NMP) de bacterianas con capacidad de oxidar el amonio hasta nitritos (nitritantes) en el agua de fondo fueron diez veces mayores en época de secas ( $8.8 \pm 4.6 \times 10^9$  bact mL<sup>-1</sup>) que en época de lluvias ( $7.8 \pm 8.5 \times 10^8$  bact mL<sup>-1</sup>). El mismo comportamiento se observó con las oxidadoras de nitritos a nitratos (nitratantes), sólo que estas fueron diez veces menor que las nitritantes en ambas temporadas del año ( $1.13 \pm 0.6 \times 10^8$  bact mL<sup>-1</sup> en época de secas y  $5.84 \pm 7.4 \times 10^7$  bact mL<sup>-1</sup> en época de lluvias) (Tabla 4). En el sedimento no se observaron variaciones en el NMP de bacterias nitritantes en ambas temporadas del año, con excepción de los sedimentos de las lagunas de Apatlaco y Tlilac donde las concentraciones de bacterias con capacidad de oxidar el amonio fueron de dos a cuatro veces mayores en época de lluvias; en general, las poblaciones de bacterias nitratantes fueron ligeramente mayores en la época de lluvia (Tabla 4).

*Tasa de nitrificación.*

En temporada de lluvias la mayor tasa de nitrificación en agua de fondo se registró en la laguna de Apatlaco (4.5 mg N L<sup>-1</sup>) y la menor en la de Texhuilo (0.6 mg N L<sup>-1</sup>), en esta última estación, en época de secas, el comportamiento fue inverso obteniéndose el valor más alto (3.2 mg N L<sup>-1</sup>). La tasa de nitrificación fue 10 veces mayor en sedimento ( $17.81 \pm 14.2$  mg N L<sup>-1</sup>) que en agua de fondo ( $1.9 \pm 1.2$  mg N L<sup>-1</sup>), y en general, fue mayor en época de lluvias (Tabla 4). En los sedimentos de la laguna de Texhuilo y Apatlaco se registraron las mayores concentraciones de bacterias nitrificantes ( $5.2 \pm 3.8$  y  $3.6 \pm 3.4 \times 10^8$  NMP bact g<sup>-1</sup> sed, respectivamente) y es en estas estaciones de muestreo donde se obtuvieron los valores más altos en la tasa de nitrificación en los sedimentos superficiales ( $20.1 \pm 2.2$  y  $41.7 \pm 7.4$  mg N L<sup>-1</sup> respectivamente).

Tabla 4. Variación del Número Más Probable (NMP) de bacterias con capacidad de oxidar el amonio y los nitritos en agua de fondo (a. f.) (mL-1) y sedimento superficial (s)(g-l), y tasa de nitrificación en agua de fondo (mgN L-1 d-1) y sedimento superficial (s) (mgN m2 d-1), así como la concentración de clorofila a y b (mg m-3), en las estaciones de muestreo y en las dos temporadas climáticas estudiadas.

Estación	Biotopo	Temporada de secas					Temporada de lluvias				
		Oxid NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Oxid NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Tasa de nitrificación	Clorofila a	Clorofila b	Oxid NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Oxid NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Tasa de nitrificación	Clorofila a	Clorofila b
Tlilac	a.f.	1.5x10 <sup>10</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	1.96	13.7	40.9	2.3x10 <sup>9</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	1.09	10.3	35.9
	s	1.4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	5.1			4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	13.5		
Japón	a.f.	9x10 <sup>9</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	0.94	12.4	18.2	4x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>6</sup>	2.51	5.9	13.3
	s	4x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>6</sup>	4.5			4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	16.6		
Texhuilo	a.f.	9x10 <sup>9</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	3.2	15.2	45.9	4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	0.63	10.3	39.6
	s	9x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	18.5			9x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	21.6		
Apatlaco	a.f.	2x10 <sup>9</sup>	3x10 <sup>6</sup>	1.61	9.3	20.4	4x10 <sup>8</sup>	2x10 <sup>6</sup>	4.52	12.3	51.1
	s	4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	36.5			9x10 <sup>8</sup>	2x10 <sup>6</sup>	46.9		
La Virgen	a.f.	9x10 <sup>9</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	1.07	27.4	109.7	4x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>6</sup>	1.54	17.7	74.2
	s	4x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>6</sup>	4.2			4x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	10.7		

#### Clorofila a y b.

La mayor concentración de clorofila a se encontró en la época de secas, con excepción del canal de la laguna de Apatlaco donde se encontraron las más bajas concentraciones (9.32 mg m<sup>-3</sup>). El mismo comportamiento se observó para la clorofila b, solo que en esta última estación, la concentración de clorofila b fue mayor en época de lluvias (51.1 mg m<sup>-3</sup>) que en época de secas (20.4 mg m<sup>-3</sup>) (Tabla 4). Las mayores concentraciones de clorofila b se encontraron en la laguna la Virgen tanto en época de secas (109.7 mg m<sup>-3</sup>) como en la de lluvias (74.2 mg m<sup>-3</sup>).

#### Análisis de Componentes Principales.

En el agua de fondo, la concentración de nutrientes se incrementó en la época de lluvias en la estación de muestreo de Texhuilo. Las bacterias oxidadoras de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se correlacionaron fuertemente con el incremento en el oxígeno disuelto, la conductividad y la temperatura. Los diferentes tipos de clorofila se correlacionaron fuertemente entre ellas, principalmente en las estaciones La Virgen y Texhuilo. En los sedimentos la tasa de nitrificación (TN) y los sedimentos formados por las arenas se correlacionaron fuertemente, principalmente en la época de lluvias y las estaciones de Texhuilo y Japón (Figura 2). Sin embargo, el NMP de bacterias oxidadoras de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, el porcentaje de limo y arcillas, el número total de bacterias heterótrofas se incrementaron en época de secas, en la estación la Virgen (Figura 3).

De acuerdo con el análisis de Correspondencia de Componentes Principales (CCP), se observó que existe una correlación de la concentración de amonio, conductividad y el Eh con la tasa de nitrificación (r<7). Los valores más altos de la tasa de nitrificación se obtuvieron en el agua de fondo donde los valores de Eh fueron electropositivos (65.7 a 149.6 mV). Estos valores coincidieron con las bajas concentraciones de oxígeno (1.44 a 4.80 mg L<sup>-1</sup>), pero suficientes para que el proceso de nitrificación se lleve a cabo como ha sido reportado por De la Lanza y Gómez (1999).

Las bajas concentraciones de oxígeno encontradas coinciden con lo reportado por Sandoval (2008) quien señaló que las condiciones subóxicas de la zona de canales se deben a que en ella se llevan a cabo diferentes actividades agropecuarias y ecoturísticas de las cuales se derivan una gran variedad de desechos que son vertidos en la cuenca y que junto con las descargas domésticas han alterado de manera significativa las características físico- químicas del agua y de los sedimentos. Las altas concentraciones de materia orgánica que se deposita en los sedimentos provocan que los microorganismos heterótrofos compitan por el oxígeno disponible para los procesos de descomposición de los compuestos orgánicos transformando al sistema en un ambiente subóxico o anóxico. Estas condiciones subóxicas en la superficie del sedimento favorecen los procesos de nitrificación microbiana sobre la desnitrificación, como se pudo



forman aglomerados que retienen oxígeno indispensable para los procesos de nitrificación (Bolguer, 1995).

Las altas concentraciones de MO acumulada en la superficie de estos sedimentos permiten que las actividades heterotróficas prevalezcan sobre las fotoautótrofas, permitiendo que los sedimentos sean fuente importante de enriquecimiento de la columna de agua subyacente con formas solubles de carbono, nitrógeno (urea,  $N-NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ) y fósforo ( $P-PO_4^{2-}$ ). Las bajas concentraciones de N y P en época de secas se deben a las proliferaciones de algas primaverales, que emplean el nitrato, el amonio y el fósforo soluble disponibles. Los valores más altos de nitratos se encontraron en Texhuilo y Apatlaco en época de lluvias como consecuencia de la lixiviación de los fertilizantes agrícolas (valor máximo  $1.4 \text{ mg L}^{-1}$ ). El nitrito presentó valores bajos, como consecuencia de las altas tasas de nitrificación obtenidas en sedimento (valor máximo de  $46.9 \text{ mgN m}^{-2}$ ). Sin embargo, estos procesos de mineralización de la MO requieren una alta demanda oxígeno por lo que en general, el primer centímetro de sedimento se encuentra anóxico (De La Lanza y Rodríguez, 1990; Van Raaphorst, 1994). Lo que coincide con el hecho de que en este estudio sólo se hayan presentado correlaciones entre las bacterias oxidadoras de amonio y los valores de Eh, pH y porcentaje de arcillas (Figura 3).

### Conclusiones.

La tasa de nitrificación fue 10 veces mayor en temporada de lluvias y en los sedimentos superficiales que en el agua de fondo. Por lo que es el sedimento el que provee al agua de fondo de compuestos oxidados del Nitrógeno.

El análisis PCA confirma que la variación en las tasas de nitrificación en el agua de fondo, está determinada por tres factores fundamentales: una alta concentración de Nitrógeno en forma de amonio, los valores electropositivos de OR y la conductividad.

Las poblaciones bacterianas con capacidad nitrificantes pueden ser consideradas, al igual que la concentración de clorofila *a*, como indicadoras de ambientes eutrofizados subóxicos.

Del análisis químico del agua y los resultados de la concentración de clorofilas *a* y *b*, se puede decir que los canales de la zona chinampera de Xochimilco presentan características eutróficas en época de secas e hipertróficas en época de lluvias. Todos los aportes de nutrientes son incorporados a los organismos muy rápidamente o van al sedimento, lo que explica el bajo contenido de N en el agua de fondo; una parte de la biomasa pasa al sedimento como consecuencia de deposición de la materia orgánica no degradada.

### Bibliografía.

1. APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington. 1265 pp.
2. Bartram, J., R. Ballance. 1996. Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. Londres, UK, UNEP/WHO.
3. Barreiro-Güemez, MT., M. Signoret-Poillon. 1999. Productividad primaria en sistemas acuáticos costeros: Métodos de evaluación. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. 81 pp
4. Bianchi M, P Bonin, F Feliatra. 1994. Bacterial nitrification and denitrification rates in the Rhône River plume (northwestern Mediterranean Sea). Marine Ecology Progress Series 103:197-202.
5. Bojórquez, CL., EJ. Amaro. 2003. Caracterización múltiple de la calidad del agua de los canales de Xochimilco. pp. 281-302. En *El Agua en la Cuenca de México. Sus problemas históricos y perspectivas de solución*. Stephan-Otto E. (Ed.) UAM-Xochimilco-Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco.
6. Bolguer, R. 1995. Industrial minerals in pharmaceuticals. *Industrial Minerals*. August. pp. 52-63.

7. Bouyoucos, GJ. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43: 435-438
8. Boyd C, y CS Tucker. 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Alabama Agricultural Experimental Station. Auburn University. 183p.
9. Canfield, DE. 1983. Prediction of chlorophyll "a" concentrations in Florida lakes: the importance of phosphorus and nitrogen. *Water Resources Bulletin* 19(2):255-262.
10. De la Lanza, EG, PS Hernández, PJJ Carbajal. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés, México. 633p
11. De la Lanza, EG, SA Gómez. 1999. Físicoquímica del agua y cosecha de fitoplancton en una laguna costera tropical. *Ciencia Ergo Sum*, 6(2): 147-153.
12. De La Lanza, G, MM. Rodríguez. 1990. Caracterización regional de la laguna de Caimanero, Sinaloa, México, a través de algunas variables geoquímicas. *Ciencias Marinas* 16 (3):27-44.
13. Dillon, PJ, FH. Rigler. 1974. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*, 19(4)767-773.
14. Dray, S., AB. Dufour. 2007. The ade4 package implementing the duality diagram for ecologist. *Journal of Statistical Software* 22:1-20.
15. EPA. 1997. Volunteer Stream Monitoring: A methods manual. Hanna Instruments DIST 3, HI98.303 manual. <http://www.epa.gov/owow/monitoring/volunteer/stream>
16. Feliatra, F., M. Bianchi. 1993. Rates of nitrification and carbon uptake in the Rhone River Plume (Northwestern Mediterranean Sea). *Microbial Ecology* 26:21-28.
17. Goyenola, G. 2007. Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos RED MAPSA. Versión 1.0. [aulaciencia@gmail.com](mailto:aulaciencia@gmail.com). <http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/>.
18. Hunderhill, SE. 1990. Techniques for studying the microbial ecology of nitrification. En Grigoroua R, Morris JR. (Eds.) *Methods in Microbiology*. Academic Press 22: 417-445.
19. Jiménez, CB. 2001. La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Editorial Limusa. Colegio de Ingenieros Ambientales de México. UNAM. 928 p.
20. Laws, AE. 1981. Aquatic pollution. Wiley Interscience Publication. 482 p.
21. Lester, JN, JW. Birkett. 1999. *Microbiology and chemistry for environmental scientists and engineers*. E and F.N. Spon, London. Segunda edición. 312 p.
22. Madigan, MT, JM. Martinko, J. Parker. 2009. *Biología de los microorganismos*. Editorial Prentice Hall. Madrid. 12ª edición. 1011 p.
23. Madigan, MT., JM. Martinko, J. Parker. 2006. *Biología de los microorganismos*. 8ª edición. Editorial Prentice Hall. Madrid. 1011 p.
24. McCrady, MH. 1918. Tables of rapid interpretation of fermentative tube results. *Canadian Journal of Public Health* 9: 202-216.
25. Morán-Villa, VL, MJ. Ferrara-Guerrero, G. Díaz-González y EE. Ferrara-Guerrero. 2009. Tasas de nitrificación y de fijación biológica del nitrógeno molecular en ecosistemas acuáticos. En *Investigación en Recursos Naturales: Un enfoque metodológico*. Ayala L, R Gio, N Trigo (Eds.). Edición Especial Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, ICMYL (UNAM) y UAM-X. pp. 163-175.
26. Oksanen, J, F. Guillaume-Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, PR. Minchin, RB. O'Hara, GL. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens, H. Wagner. 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R. Package Version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

27. Pinto, A., E. Von Sperling, R. Moreira. 2001. Chlorophyll-a determination via continuous measurement of plankton fluorescence: methodology development. *Water Research* 35(16):3977-3981.
28. R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL [www.R-project.org/](http://www.R-project.org/).
29. Strickland, JD, TR. Pearson. 1965. A practical handbook of sea water analysis. Fishery Research Board. Canadian Bulletin. 310 p.
30. Tortora, GJ., F. Berdell, CL. Case. 1995. Microbiology an introduction. The Benjamin/ Cummings Publishing Company. California. 5<sup>a</sup> edición. 801 p.
31. Valiela, I. 1995. Ecology of water columns. pp. 64-69. *En Fundamentals of Aquatic Ecology*. Barnes, R S K, KH Mann Blackwell Science. Second edition.
32. Van Raaphorst. W., HT. Kloosterhuis. 1994. Phosphate sorption in superficial intertidal sediments. *Marine Chemistry* 48: 1-16.
33. Whiton, AB. 1975. River Ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 725 p.
34. Winkler, M. 1998. Tratamiento biológico de aguas de desecho. México. Limusa-Noriega Editores. 33-43 pp.
35. Walkley, A., I. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method and a proposed modification of the chromic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37(1): 29-38.
36. Wold, S., K. Esbensen, P. Geladi. 1987. Principal component analysis Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 37-52.
37. Zehr, J., BB. Ward. 2002. Nitrogen cycling in the ocean: New perspectives on processes and paradigms. *Applied Environmental of Microbiology* 68(3):1015-1024.

# Efecto de la aplicación de Agromil Plus® en el desarrollo de plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will) bajo condiciones de vivero en Xochimilco, Distrito Federal.

U. D. Alvarado Bravo, A. Flores Aviña, E. Flores Hu, S. Ramos Aldana, A. L. Santos González, C. A. Villavicencio, V. Jiménez Castañeda, y J. L. Ríos Sánchez.  
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México.

## Resumen.

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will) originaria de México se ha difundido tanto en nuestro territorio como en todo el mundo, siendo esta una de las plantas ornamentales más cultivadas, es un símbolo importante de la época navideña, convirtiéndose en un cultivo de importancia económica. El INEGI en 1991 reportó a nivel nacional un total de 2,016 unidades de producción con invernadero y 3,184 con vivero, mientras que para el Distrito Federal se reportaron 243 unidades de producción con invernadero y 231 con vivero. La delegación Xochimilco concentra 214 unidades con invernadero y 168 unidades con vivero y actualmente es la delegación en el Distrito Federal que cuenta con una mayor producción y demanda de estas sobre todo en los meses de noviembre y diciembre. El uso de fitorreguladores en el cultivo de Nochebuena puede ayudar a controlar la calidad, principalmente en lo que se refiere a número y diámetro de las brácteas y altura de la planta. Por lo tanto, mediante el uso adecuado de reguladores de crecimiento se puede modificar, promover o inhibir de una u otra forma algún proceso fisiológico y ello repercutirá finalmente en la cantidad y calidad del producto obtenido (Alvarez, 2008). En el presente trabajo el objetivo principal fue, acelerar el proceso de desarrollo de la planta, así como altura, número de brácteas y hojas utilizando Agromil-plus®, el cual es un producto que contiene citocininas, giberelinas y auxinas evaluando el efecto de estas sobre el cultivo de Nochebuena. Se realizó un Diseño experimental con tres bloques de cuatro repeticiones cada uno aplicando en estos diferentes dosis de Agromil-plus®: baja, recomendada y alta, respectivamente. También se realizó un bloque de control o testigo, en un invernadero en Xochimilco D.F. con 256 plantas de nochebuena llevando a cabo en este, la aplicación del producto y mediciones semanales del cultivo, para tener un monitoreo. Las plantas de nochebuena que corresponden al bloque de dosis alta presentaron los mejores resultados en altura y amplitud del follaje, mientras que en número de brácteas presentaron menor eficiencia, en las que se aplicó la dosis recomendada y baja se obtuvieron resultados similares, cabe mencionar que en este caso, el número de brácteas sobrepasó los resultados de dosis alta, siendo esta una evidencia de que la dosis altas no influyen en la formación de más brácteas en las plantas.

Palabras clave: Nochebuena, fitorreguladores, Agromil-plus®.

## Abstract.

Mexico is a country where it originates Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Will) has spread important part of our country and around the world turn to be this, one of the most cultivated plants, also because it is a symbol important at Poinsettia, becoming a culture of both cultural and economic importance, so it is important to nefasis in factors influencing their production. The INEGI in 1991 reported national total production units 2.016 and 3.184 with greenhouse, while for the Federal District reported 243 production units and 231 with greenhouse. The concentrated Xochimilco with 214 units and 168 units greenhouse and nursery delegation is currently in federal district has increased production and demand of these especially in the months of November and December. The use of growth regulators in cultivation of Eve can assist quality control mainly in regard to diameter and height of the flower of the plant. Thus, through appropriate use of growth regulators can alter, promote or inhibit one or another form of a physiological process and eventually this will impact on the amount and quality of the product obtained (Alvarez, 2008). In this work, the main objective was to accelerate the process of development of the plant, as well as height, number of bracts and leaves using Agromil-plus® is a product that contains cytokinins, gibberellins and auxins evaluating the effect of these on Christmas culture. We performed an experimental design with three blocks of four replicates each using different doses of these Agromil-plus®, low and high respectively recommended and also performed a control block or witness in a greenhouse in Xochimilco DF poinsettia plants with 256 taking place in this, the product application and weekly measurements of the crop, to have a good monitoring. Poinsettia plants that correspond to the high dose block having the highest amplitude results in height and foliage, while the number of bracts one of the data presents less efficiently, plants were treated with low dosage and data were obtained similar to each other, it is noteworthy that the number of bracts surpassed the results of high dose, this being evidence that high dose not help more bracts present in plants.

Keywords: Christmas Eve flower, plant growth regulators, Agromil-plus®.

## Introducción.

La Nochebuena, es originaria de México, antiguamente se conocía como Cuexilxóchitl en náhuatl, que significa "flor que se marchita", descubierta en 1834, su nombre científico es *Euphorbia pulcherrima* Will, es de hojas color verde oscuro con los bordes dentados, y posee otras hojas coloreadas con aspecto de pétalos (brácteas), que pueden ser de varios colores (Espinosa y Rodríguez 2000).

En México, el cultivo de la Nochebuena se ha incrementado de manera sorprendente convirtiéndose en un cultivo de importancia cultural con alto potencial económico, por lo que es necesario poner énfasis en el estudio de los factores que influyen en su producción (Cabrera et al., 2006).

La secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) estima que en el 2010 se produjeron cerca de 20 millones de plantas en diferentes presentaciones, siendo las principales entidades dedicadas al cultivo de Nochebuena, los estados de Morelos, Michoacán, Distrito Federal, Puebla, Estado de México y Jalisco. Por otra parte, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en superficie cultivada, con 320 ha y registra un incremento de 40% en los últimos cinco años (SAGARPA, 2011).

Xochimilco es una de las zonas con mayor producción de Nochebuena en el Distrito Federal produciendo más de 3 millones de plantas que representan el 10% a nivel nacional (SAGARPA, 2011).

**Objetivo.**

Acelerar el proceso de desarrollo de la Nochebuena, utilizando tres diferentes dosis de (Agromil-plus®).

**Metodología.**

*Caracterización del sitio de estudio.*

La investigación se realizó en un invernadero tipo túnel con estructura metálica y cubierta de polietileno que se ubica en el pueblo de San Gregorio Atlapulco, delegación Xochimilco, Distrito Federal. Se halla a la altitud media del valle de México, es decir, 2240 msnm. Sus coordenadas extremas son 19°19'-19°09' de latitud norte; y 99°00'-99°09' de longitud oeste, se ubica al sur- oriente del Distrito Federal.

Se trabajó en los meses de octubre a noviembre del 2012. Se inició con la selección del material a trabajar el 5 de octubre concluyendo el 9 de noviembre con la última medición de las Nochebuenas.

*Diseño experimental.*

La unidad experimental estuvo constituida por 256 plantas de Nochebuena Var. Red Angel. El diseño experimental se estableció en cuatro bloques de 16 plantas respectivamente, con cuatro repeticiones cada uno; utilizando en tres de estos bloques tratamientos con producto Agromil-plus® y uno como testigo. La dosis baja fue de 0.5 ml, recomendada 1 ml, y alta 1.5 ml de producto Agromil-plus® (fig. 1).

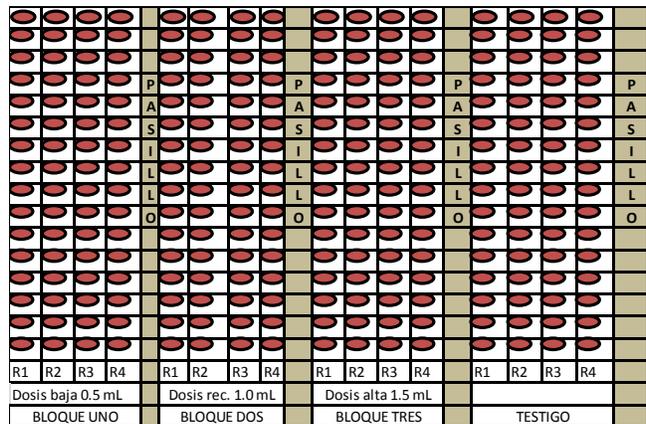


Fig. 1. Diseño experimental.

*Fertilización.*

Durante los dos primeros meses a partir del trasplante de esquejes se realizó una aplicación semanal de fertilizante 20-10-20 de NPK (nitrógeno, fósforo y potasio), compuesto de liberación lenta, diluido en agua (la dosis empleada fue 1 g L-1) a partir de entonces, se cambió al uso de solución nutritiva a base de fertilizantes solubles aplicados en solución diluida en cada riego.

*Riegos.*

Se estableció un programa de riegos periódicos con solución nutritiva cada tercer día, con gasto promedio de 0.5 l por maceta preparada a partir de 50 g de nitrato de calcio, 60 g de nitrato de potasio, 43 g de sulfato de magnesio, 23 g de fosfato monoamónico y 1 g de microelementos (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, níquel, zinc, entre otros) quelatados (con 6.5 % de hierro como referencia) mezclados en solución directa al momento de cada aplicación.

*Método de manejo del experimento.*

La aplicación del producto fue únicamente una vez después de la poda y el riego de la flor de Nochebuena se realizó cada tercer día, mientras que las mediciones de altura, cobertura follaje y conteo de brácteas se hicieron semanalmente para tener un mejor resultado en cuanto a crecimiento.

*Variables a tomar.*

Con la finalidad de cumplir los objetivos planteados en este trabajo se consideraron las siguientes variables, las cual se mencionan y describen en el momento que fueron tomadas:

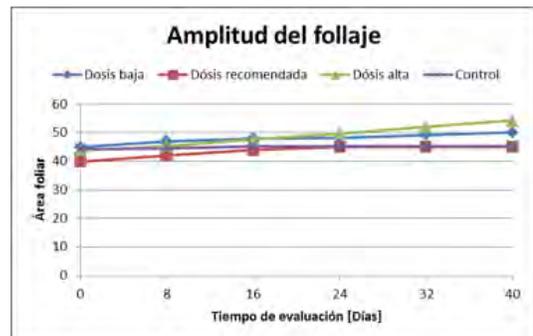
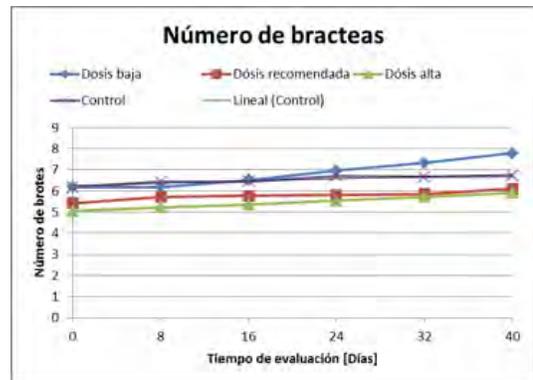
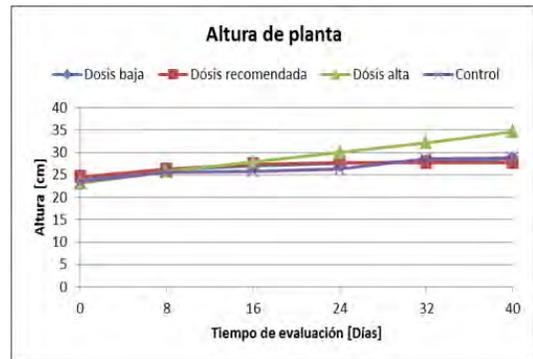
- a) *Altura del tallo:* se tomó la altura final del tallo, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia, por medio de una cinta métrica.
- b) *Diámetro de la inflorescencia:* Se midió el diámetro mayor de las inflorescencias.
- c) *Número de brácteas:* se contaron las brácteas un una inflorescencia desarrollada y al final las brácteas ya pigmentadas.

Análisis de varianza (ANOVA): Se efectuaron los análisis de varianza para cada una de las variables estudiadas con sus diferentes niveles de los factores de variación así se comprobara cuál de las dosis aplicadas es la de mayor efectividad para el cultivo de Nochebuena.

**Resultados y discusión.**

De los parámetros en medición se arrojaron los siguientes datos, con la aplicación de Agromil-plus® se aceleró el desarrollo de la planta en cuanto altura, teniendo como resultados conforme a las dosis, que la de mayor altura con 35 cm fue la dosis alta, el testigo se mantuvo en una altura promedio de 24 cm, mientras que las dosis baja y recomendada se mantuvieron en un estándar igual de 23 cm (Grafica 1). La altura de la planta es muy importante ya que es una de las principales exigencias que pide el consumidor en el mercado (Larson et al., 1998), con el fin de mantener la relación 2:1 planta-maceta; ya que resulta conveniente en la cadena productiva (Hayashi et al., 2001), el aumento de tamaño o masa llamado crecimiento, que podemos medir en centímetros o gramos y su cambio interno llamado diferenciación o maduración están influenciados por las hormonas (Rojas, 1993). El efecto más notable de las giberelinas en las plantas, es el alargamiento de los tallos lo cual se debe a una estimulación del crecimiento de entrenudos (Salisbury, 1994), así como la aplicación de auxina que es una sustancia orgánica que tiene diversas actividades en las plantas, como crecimiento y diferenciación celular y por ende el crecimiento en longitud de la planta (Lira, 2003).

Con respecto a los resultados obtenidos de acuerdo al número de brácteas, se obtuvo que la dosis baja fue la de mayor eficiencia teniendo un promedio de ocho brotes en cuarenta días después de la aplicación, se observa que el control tuvo un resultado intermedio de entre seis y siete brácteas, los resultados con menor número de éstas fueron las de dosis recomendada y dosis alta teniendo un promedio de cinco y seis brácteas por planta siendo este un bajo rendimiento. Las giberelinas son las únicas sustancias químicas capaces de promover la formación de flores, ya que sin estas la planta permanecería totalmente vegetativa (Bidwell, 1994). Según Larson (1994), el número de brácteas de color rojo es relevante ya que siguen siendo las que dominan el mercado, con alrededor



Gráfica 3. Amplitud de follaje.

del 70% de las ventas además de ser apreciada por la belleza de sus hojas pigmentadas (Grafica 2).

Se entiende que la amplitud del follaje es la parte más vistosa de la planta, por lo que es de suma relevancia comercial (Larson, 1994). La dosis que presentó un mayor desarrollo en el área foliar o amplitud del follaje fue el tratamiento con dosis alta, en comparación con la dosis recomendada que tuvo un desarrollo menor. La dosis baja presentó el segundo mejor desarrollo, la dosis que mayor similitud tuvo con el tratamiento control fue la dosis recomendada, ya que se mantuvo el mismo tamaño del área foliar en las últimas tres semanas de evaluación. Según Bidwell (1994), las citocininas estimulan la división celular y el crecimiento además de retrasar la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales, por lo que promueva la expansión de las células y hojas, respaldando así, los resultados obtenidos en dosis alta que fue la que presentó mayor amplitud del follaje (Gráfica 3).

### Conclusiones.

- Se concluye que el uso de dosis alta (1.5 ml) de Agromil-plus® ; es eficiente para obtener mayor altura y amplitud del follaje.
- La aplicación de Agromil-plus® en cuanto al número de brácteas no es significativa ya que al hacer la comparación de medias respecto a la dosis baja se obtuvieron resultados similares teniendo como rango solo una bráctea de diferencia.
- Los resultados que se obtuvieron con la aplicación de Agromil-plus® son eficientes a pesar de los contrastes que se tienen en las diferentes dosis, ya que se aceleró el desarrollo de Nochebuena.
- Al acelerar el desarrollo de Nochebuena, se favoreció la salida temprana de la planta al mercado pudiendo aumentar el costo de venta, recuperando lo invertido en el producto Agromil-plus® y tener mejores ganancias, ya que presentan mayor altura y follaje, siendo más atractivas a la vista del comprador.

### Bibliografía.

1. Álvarez. B. A. 2008. Evaluación del efecto de la aplicación diferencial de hormonas comerciales sobre el crecimiento y floración en el cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat), cultivar Harman bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, 120p.
2. Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología vegetal. 1 A. G. T. Editor, S.A. México, D.F., 784 p.
3. Cabrera R. J., 2006, Producción de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Will en Morelos, Folleto Técnico N° 23, Ed. INIFAP, México, 20p.
4. Espinosa. F. A. Mejía. J. Rodríguez. E. M. 2000. Manual de producción en plantas de Nochebuena y ornato. Ed. UACH, México, 96p.
5. Hayashi, T., R. Heins, A. Cameron, and A.W. Carlson. 2001. Ethepon influences height and branching of several herbaceous perennials. *Scientia Horticulturae* 91: 305-323.
6. Larson, R. A. 1994. Introducción a la floricultura. A. G. T. Ed. S.A. de C.V. México. 756 p.
7. Larson, R. A., T.A. Nell, J.E. Barret, and P. A. Hammer. 1998. Testing 69 poinsettias north and south. *Grower Talks* 62:40-48.
8. Lira, S.R.H. 2003. Fisiología vegetal .Segunda edición, Ed. Trillas, S.A de C.V. México, 223 p.
9. Rojas G. M. Ramírez H., 1993, Control hormonal del desarrollo de las plantas fisiología- tecnología- experimentación. Ed. Limusa, México, 263p.

10. SAGARPA. 2011. Boletín. Exenderán productores de Nochebuena 20 millones de plantas, con un valor de 700 MDP. CGCS. México.
11. Salisbury, B.F.; Ross, W.C. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Iberoamericana, S.A. de C.V. México, 756 p.

# Sistema para el Tratamiento de Aguas Negras en la Zona Chinampera de Xochimilco.

<sup>1</sup>A. Icaza y <sup>2</sup>R. Aguilar

<sup>1</sup>Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México; <sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

## Resumen.

México y en particular Xochimilco, enfrentan una problemática hídrica que se deriva del crecimiento acelerado de la población, lo que ha ocasionado la disminución de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, además de que se ha excedido la cantidad de desechos y contaminantes en los cuerpos de agua, poniendo en riesgo la sustentabilidad de los recursos hídricos. En la zona chinampera de Xochimilco, la contaminación del agua en los canales ha afectado los diferentes cultivos, por lo que se propone un sistema de tratamiento de aguas negras (excretas fecales y orina) utilizando microorganismos anaerobios para su degradación. El uso de reactores anaerobios en Xochimilco es viable como pretratamiento para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica disuelta. Se tienen que hacer análisis técnicos del sitio en donde se quieran instalar los reactores, para realizar las adaptaciones necesarias y obtener los mejores resultados. Los reactores anaerobios son una alternativa para el tratamiento de una gran variedad de tipos de aguas residuales industriales, así como para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Palabras clave: Chinampas, aguas negras, reactor anaerobio.

## Abstract.

Mexico in particular Xochimilco, facing water problems deriving from rapid population growth, which has led to decreased recharge capacity of aquifers, plus it has exceeded the amount of waste and contaminants in water bodies, threatening the sustainability of water resources. In the area of Xochimilco chinampas, water pollution in the canals has affected different crops, so a system of sewage treatment (faecal excreta and urine) using anaerobic microorganisms for degradation is proposed. The use of anaerobic reactors in Xochimilco is viable as a pretreatment to remove suspended solids and dissolved organic matter. They have to do technical analysis of the site where the reactors want to install to make the necessary adjustments and get the best results. Anaerobic reactors are an alternative for the treatment of a variety of types of industrial sewage and for the treatment of domestic sewage.

Keywords: chinampas, sewage, anaerobic reactor.

## Introducción.

En México poco se ha estudiado sobre la alteración ecohidrológica de los ríos y sus afluentes ocasionada por la acción humana. A pesar de ellos se ha visto que cinco de los siete ríos más caudalosos del país se encuentran dentro de las categorías de los más contaminados: el Pánuco, el Papaloapan, el Balsas-Lerma, el Santiago y el Grijalva-Usumacinta. Además de que el Río Bravo, que es el de mayor longitud en México, se clasifica en la categoría más elevada de alteración junto con los pequeños ríos de la Cuenca de México.

Dentro de la Cuenca de México se encuentra la Delegación Xochimilco, al sureste del Distrito Federal y colinda con las Delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Tláhuac y Milpa Alta. Su extensión territorial es de 125.2 kilómetros cuadrados.

Una de las construcciones más representativas de Xochimilco son sus chinampas, que son sembradíos artificiales de la zona lacustre, diseñadas por las culturas prehispánicas. Se construyen acomodando una estructura de troncos, encima césped y lodo (cieno) que se encuentra en el fondo de los canales; en las orillas de las chinampas se plantan los ahuejotes, árboles característicos de Xochimilco, para afianzarlas o dividir las. Por la forma de su ramaje, los rayos del sol penetran sobre el terreno sembrado, facilitando el desarrollo de los cultivos.

Esta técnica de cultivo permite la filtración del agua por todo el sustrato poroso, manteniendo una humedad uniforme, adecuada para los cultivos.

En las chinampas se cultivan lechugas, coles, acelgas, romeros, manzanilla, espinacas, rábanos y betabeles entre muchas otras plantas. En 1987 la zona de las chinampas fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

## Antecedentes.

Los reactores anaerobios UASB (por sus siglas en inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket) son un tipo de contenedores que pueden operar en régimen de flujo continuo, en donde el agua tratada tiene una trayectoria ascendente atravesando un lecho de lodos que contiene a los organismos especializados para degradar parte de la materia orgánica presente en el agua residual, por lo que pueden ser utilizados para tratar efluentes domésticos o industriales con altas cargas orgánicas.

Estos reactores pueden utilizarse solos o con unidades de pos-tratamiento para producir diferentes tipos de efluentes finales para diferentes usos. El reactor anaerobio fue desarrollado por el Dr. Gatzte Lettinga y sus colaboradores en los años 70 en la Universidad de Wageningen. El reactor ha sobresalido debido a la alta calidad del efluente producido y por su relativo bajo costo para el tratamiento de aguas residuales con diferentes cargas orgánicas.

## Objetivos.

### *Objetivo General:*

Dar a conocer la importancia y los beneficios de los reactores anaerobios como sistemas alternativos para el tratamiento de aguas negras en la zona chinampera, a fin de abatir los contaminantes de las descargas que llegan a los canales y restaurar las condiciones ambientales de la zona.

### *Objetivos particulares:*

- Mostrar las características de funcionalidad de los sistemas de tratamiento anaerobio (sanitarios ecológicos y biodigestores) para instalaciones agrícolas y/o pecuarias, viviendas, establecimientos mercantiles y de servicios, entre otros, localizados en la zona chinampera, para abatir las descargas de aguas negras que se vierten a los canales.
- Restaurar y preservar el ambiente natural de la zona chinampera con énfasis en la implementación de ecotecnias para el manejo sustentable de los recursos naturales.
- Procurar la salud de la población y de los ecosistemas, en la zona chinampera y sus alrededores.
- Mejorar la producción de los diferentes cultivos disminuyendo la contaminación del agua utilizada en la zona.
- Contribuir en la conservar la zona chinampera como factor de identidad y cultura tanto local como regional y nacional.

## Propuesta Técnica y Retos.

La problemática hídrica que enfrenta la cuenca de México se deriva del crecimiento acelerado de la población y como consecuencia se ha disminuido la capacidad de recarga de las cuencas y se ha excedido la cantidad de desechos y contaminantes en los cuerpos de agua, poniendo en riesgo la sustentabilidad de los recursos hídricos (Comisión Nacional del Agua, 2012).

De acuerdo con la Agenda del agua 2030 (Comisión Nacional del Agua, *op cit.*), se postula una estrategia de largo plazo, cuyos avances deberán ser revisados anualmente y sus resultados e impactos habrán de ser valorados cada seis años como base para su correspondiente actualización. En ella se establece la obligación de "entregar a las siguientes generaciones un país con cuencas y acuíferos en equilibrio, ríos limpios, cobertura universal de agua potable y alcantarillado, y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas" (Figura 1).

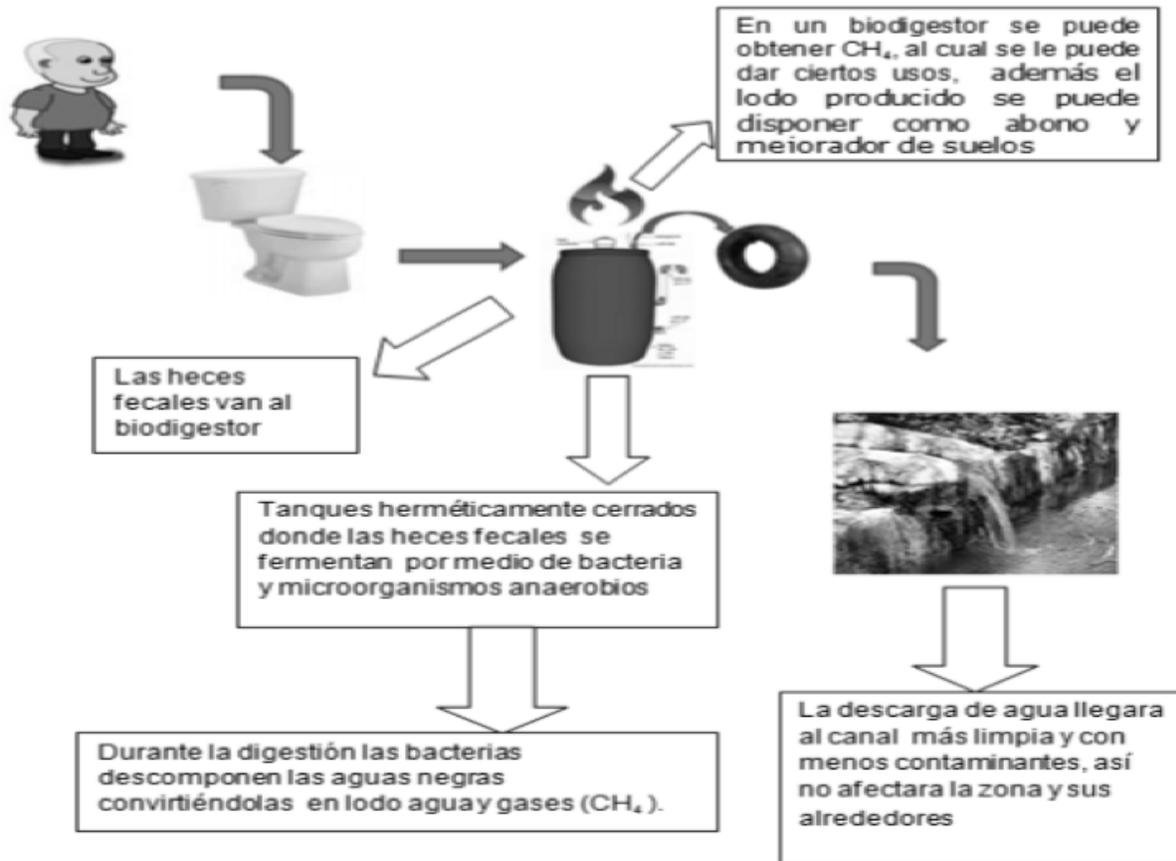


Figura 2. Sistema anaerobio para el tratamiento de aguas negras.

Soluciones proyectadas por la Agenda del Agua 2030.

Cuencas en equilibrio

- Equilibrio hídrico tanto en aguas superficiales como subterráneas
- Libres de contaminación
- Reserva estratégica de aguas subterráneas

Ríos limpios

- Aguas libres de contaminantes
- Que embellezcan ciudades y campos
- Con márgenes ordenadas y limpias
- Con abundante vida en su interior y en su rededor

Cobertura universal

- Redes en las ciudades
- Confianza en tomar agua de la llave
- Sistemas no convencionales en las poblaciones más aisladas

Asentamientos seguros a inundaciones catastróficas

- Uso adecuado de las zonas inundables
- Integridad de cauces de ríos y embalses

- Sabia convivencia con la naturaleza

Lo anterior plantea un desafío que, aplicado a la zona chinampera, considera que ésta se encuentra gravemente amenazada por las descargas de aguas residuales hacia sus canales, derivadas de las actividades de origen antrópico, lo que provoca la degradación del ambiente así como de su flora y fauna por lo que es necesario restaurarla y conservarla, pudiéndose aplicar el uso de reactores anaerobios (sanitarios ecológicos y biodigestores).

Los reactores anaerobios son una alternativa para el tratamiento de una gran variedad de tipos de aguas residuales industriales, así como para el tratamiento de aguas residuales domésticas a baja temperatura (Lettinga, 1995).

A continuación se presenta un esquema (Figura 2) que muestra el funcionamiento y los insumos de un sistema anaerobio, para el tratamiento de las aguas negras (excretas fecales y orina).

Este sistema de tratamiento puede ser empleado en áreas rurales a bajos costos de operación y mantenimiento, abatiendo la contaminación de los diferentes tipos de aguas residuales (Tabla 1).

A menudo se pueden encontrar aguas grises, negras y residuales domésticas provenientes del W.C. convencional (Henze y Ledin, 2001 *in* Luostarinen *et al.*, 2006).

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los diferentes tipos de aguas residuales.

Parámetro (mg/L)	Agua residual doméstica	Aguas negras	Aguas grises
DBO	115-400	300-600	100-400
DQO	210-740	900-1500	200-700
N total	20-80	100-300	8-30
P total	6-23	40-90	2-7

Es necesario separar las aguas pluviales y grises de las negras, ya que en éstas últimas se concentran una gran cantidad de nutrientes, además de que poseen organismos patógenos (Lettinga, 1996; Hammes *et al.*, 2000); el uso de reactores anaerobios son viables como pretratamiento para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica disuelta. Cabe señalar que en climas tropicales se observan mejores resultados (Luostarinen *et al.*, 2006).

El funcionamiento de un sistema anaerobio empleado para el adecuado manejo de desechos orgánicos (fecales y orina), puede ser planteado como un biodigestor, este sistema está diseñado para operar en condiciones de ausencia de oxígeno, para remover materia orgánica contenida en las aguas negras (excretas fecales y orina) previamente separadas, llamado también tratamiento anaerobio de aguas negras, donde se puede recuperar energía en forma de gas metano mediante el empleo de diferentes microorganismos. El tratamiento anaerobio tiene bajos rendimientos de producción de lodos, derivados del crecimiento de los propios microorganismos que llevan a cabo el tratamiento. El agua tratada producida debe llevar un postratamiento debido al contenido de agentes patógenos, los cuales si no son removidos pueden causar algún tipo de infección. La manipulación de estos sistemas es relativamente simple, con bajos costos de operación, independientes de electricidad.

Análisis técnico a considerar.

Para poder desarrollar e implementar las ecotecnias mencionadas es necesario hacer estudios de campo y de gabinete para cubrir las siguientes especificaciones:

- Ubicación de posibles sitios a implementar la instalación de sistemas anaerobios.

- Análisis de la eficiencia de los sistemas, como producción de biogás, remoción de sólidos y flujos de agua
- Normatividad de manejo de sólidos

Otros aspectos a considerar son los siguientes:

Actores:

Chinamperos, sociedad civil organizada, microempresas y autoridades, entre otros.

Financiamiento:

Instancias de los tres niveles de gobierno:

Federal:	Estatal:	Municipal:
CONAGUA	SACMEX	Delegación Xochimilco
CONAFOR	PAOT	Delegación Tlalpan
IMTA	SMA	Delegación Milpa Alta
SEMARNAT	SEDEREC	
PROFEPA	SEDUVI	
INE	SOS	
	SPC	
	SF	

Instituciones educativas coadyuvantes:

Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto Politécnico Nacional

Universidad de la Ciudad de México

Acciones transversales (Políticas Públicas).

Aplicar las políticas públicas asociadas a la conservación de los recursos naturales y generar las necesarias, que no estén incluidas en las anteriores, para el cuidado de los mismos.

Reflexiones finales.

Preservar la chinampa en buenas condiciones sanitarias, no es sólo rescatar un pedazo de tierra, es rescatar las raíces, identidad, cultura y memoria histórica del país. Es rescatar una parte muy importante de la esencia del mexicano, considerando que es necesario que se desarrollen conocimientos para aprovechar lo que provee la naturaleza sin deteriorarla; así como garantizar el desarrollo adecuado del ciclo del agua en toda la Cuenca de México, particularmente en el caso de la subcuenca de Xochimilco y sus afluentes

Si las chinampas desaparecen, desaparecerá también la identidad y la cultura de los habitantes de la región y más aún, de la nación mexicana, ya que la chinampa es un símbolo de identidad nacional y Patrimonio Cultural de la Humanidad, siendo el último relicto, de lo que fuera la gran Tenochtitlan, antecedente y raíz de lo que hoy es México.

## Referencias.

1. Comisión Nacional del Agua (CNA), 2012. Programa Hídrico Regional visión 2030. Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la región Hidrológico-Administrativa XIII Aguas del Valle de México. pp. 6.
2. Lettinga, G., 1995. Anaerobic digestion and wastewater treatment systems. *Antonie van Leeuwenhoek* 67. pp 3-10.
3. Lettinga, G., 1996. Sustainable integrated biological wastewater treatment. *Water Sci. Technol.* 33 (3), 85-98.
4. Hammes, F., Kalogo, Y., Verstraete, W., 2000. Anaerobic digestion technologies for closing the domestic water, carbon and nutrient cycles *Water Sci. Technol.* 41 (3), 203-211.
5. Luostarinen, S., Sanders W., Kujawa-Roeleveld K-. Zeeman G., 2006. Effect of temperature on anaerobic treatment of black water in UASB-septic tank systems. *Bioresource Technology* 98. pp. 980-981.

# Eficiencia de las plantas acuáticas *Pistia stratiotes* L. y *Myriophyllum aquaticum* L. en la remoción de metales pesados Ni, Cr (VI) y Cu en agua de los canales de Xochimilco.

J. D. Bustamante González y M. González Rentería.  
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México.

## Resumen.

Actualmente en la Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX), se vierten directamente aguas del drenaje doméstico local, aguas de desecho de la industria artesanal, aguas de riego de las chinampas fertilizadas artificialmente y aguas negras provenientes de las delegaciones vecinas, originando la contaminación en los cuerpos de agua por la inadecuada disposición de contaminantes, principalmente metales pesados (Bojórquez et al. 2011). Hoy en día existen métodos alternativos como la fitorremediación, una tecnología sustentable basada en el uso de plantas para reducir la concentración de metales en el agua. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de las plantas *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum* en la remoción de Ni, Cr (VI) y Cu del agua de los canales de la Zona Lacustre de Xochimilco, herramienta clave para su posible empleo en sistemas de tratamiento o como bioindicadores en la contaminación de cuerpos de agua. Los resultados indicaron que ambos tratamientos son capaces de remover los metales pesados Ni, Cr (VI) y Cu del agua. Siendo *Myriophyllum aquaticum* aparentemente más eficiente en la remoción de Cr (VI) y Cu, mientras que, *Pistia stratiotes* resulto ser aparentemente más eficiente en la remoción de Ni. Estadísticamente ambas plantas no mostraron diferencias significativas Ni  $t = -1.250$  ( $p = 0.279$ ), Cr (VI)  $t = 0.182$  ( $p = 0.865$ ) y Cu  $t = 0.459$  ( $p = 0.670$ ).

Palabras clave: *Pistia stratiotes*, *Myriophyllum aquaticum*, fitorremediación.

## Abstract.

Currently in the Lake Zone of Xochimilco (ZLX), the local domestic water drainage, wastewater from cottage industry, irrigation water chinampas artificially fertilized and sewage from neighboring delegations discharged directly causing pollution in water bodies by the improper disposal of pollutants, mainly heavy metals (Bojórquez et al., 2011). Today there are alternative methods such as phytoremediation, sustainable technology based on the use of plants to reduce the concentration of metals in the water. The aim of this study was to evaluate the efficiency of *Pistia stratiotes* plants and *Myriophyllum aquaticum* in the removal of Ni, Cr (VI) and Cu water channels in the Lakeside area of Xochimilco, a key tool for possible use in systems treatment or pollution biomarkers in water bodies. The results indicated that both treatments are capable of removing heavy metals Ni, Cr (VI) and Cu water. *Myriophyllum aquaticum* being apparently more efficient in the removal of Cr (VI) and Cu, while *Pistia stratiotes* apparently turned out to be more efficient in the removal of Ni. Both plants showed no statistically significant differences Ni  $t = -1.250$  ( $p = 0.279$ ), Cr (VI)  $t = 0.182$  ( $p = 0.865$ ) and Cu  $t = 0.459$  ( $p = 0.670$ ).

Keywords: aquatic macrophytes, Phytoremediation, Water.

## Introducción.

En la actualidad existe una crisis global por el recurso agua, derivado de la contaminación de las corrientes y cuerpos de agua dulce, por la inadecuada disposición de contaminantes. En México existe una alarmante contaminación de distintos cuerpos de agua que reciben constantemente descargas de aguas residuales, municipales, agropecuarias e industriales que pueden ser letales por sus altas concentraciones (Bojórquez et al. 2011).

El ser humano ha utilizado tecnologías convencionales para el tratamiento de aguas contaminadas tales como, la precipitación química, intercambio iónico, sedimentación, micro-filtración y osmosis inversa, los cuales no son amigables con el ambiente, ya que representan una grave amenaza para la vida acuática, debido a los efectos secundarios diversos y a su alto costo económico (Kumar 2009). Hoy en día, existen métodos alternativos como la fitorremediación, una tecnología sustentable y de bajo costo que se basa en el uso de las plantas para reducir *in situ* o *ex situ* la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el agua, suelo y aire (Pilon y Smits 2006); a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a su sistema de raíz que conduce a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de diversos tipos de contaminantes (Flathman y Lanza 1998, EPA 2000).

En ecosistemas acuáticos el uso de macrófitas juega un papel importante debido a su abundancia y a la gran biomasa producida, a su vez, son consideradas herramientas potentes en la reducción de la

contaminación por metales pesados. Se prefiere sobre otros agentes biológicos debido a su bajo costo, eficiencia, abundancia frecuente en los ecosistemas acuáticos, fácil manipulación y sobre todo no produce contaminantes secundarios, de esta manera se pueden reciclar recursos tales como agua, biomasa y metales por lo que podrían ser utilizados inclusive en países en vías de desarrollo (Núñez 2004; Paris 2005).

Suñe *et al.* (2007); Delgadillo *et al.* (2011); Paris (2005); Azizur (2011); Odjegba y Fasidi (2004) reportan que las macrófitas *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum*, han demostrado la capacidad de remoción de metales pesados del agua, tales como Ag, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mg, Ni, Pb y Zn.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia que tiene *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum*, en la remoción de Ni, Cr (VI) y Cu herramienta clave para su posible empleo en sistemas de tratamiento o como bioindicadores en la contaminación de cuerpos de agua.

## Material y métodos.

### Recolección de material biológico.

Las plantas acuáticas *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum*, fueron colectadas en los canales de Xochimilco, aledaños al Centro de Investigación Biológica y Acuícola de Cuernavaca (CIBAC).

En laboratorio las plantas fueron separadas por especie y colocadas en contenedores con 20 L con agua del proveniente del medio, la cual fue parcialmente reemplazada por agua potable a una proporción 1:7 para la eliminación de residuos por un periodo de siete días.

### Diseño experimental.

El experimento tuvo una duración de 21 días. Una vez concluido el periodo de eliminación de residuos ambas plantas fueron colocadas por separado en contenedores con 30 L de agua proveniente de los canales de Xochimilco previamente tamizada a 150  $\mu\text{m}$ , con la finalidad de eliminar residuos de materia orgánica y consumidores zooplanctónicos que pudiesen interferir de algún modo con el experimento.

Se evaluaron 3 tratamientos, cada uno con 3 replicas, tratamiento control (T1) libre de planta, (T2) con *Pistia stratiotes* y (T3) con *Myriophyllum aquaticum*; a cada tratamiento se le agregaron 30 gr de planta por replica siendo un total de 90 gr de planta por tratamiento.

A partir de la fecha inicial, cada 7 días, se midió la concentración de los metales pesados, Ni, Cr (VI) y Cu en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) y replicas correspondientes.

Previo a las mediciones se homogenizo mecánicamente el agua por un lapso de 30 segundos, posteriormente se tomaron 300 mL por tratamiento, los cuales fueron filtrados con una bomba de succión, sistema Millipore y filtros Whatman de 1.14  $\mu\text{m}$ . Las mediciones fueron realizadas en un espectrofotómetro multiparamétrico HANNA-HI 83200.

### Análisis estadístico.

Con el propósito de comparar la eficiencia en la remoción de metales pesados entre *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum*, se realizaron pruebas de *t*, para Ni, Cr (VI) y Cu, empleando el software Sigma Plot versión 11.0.

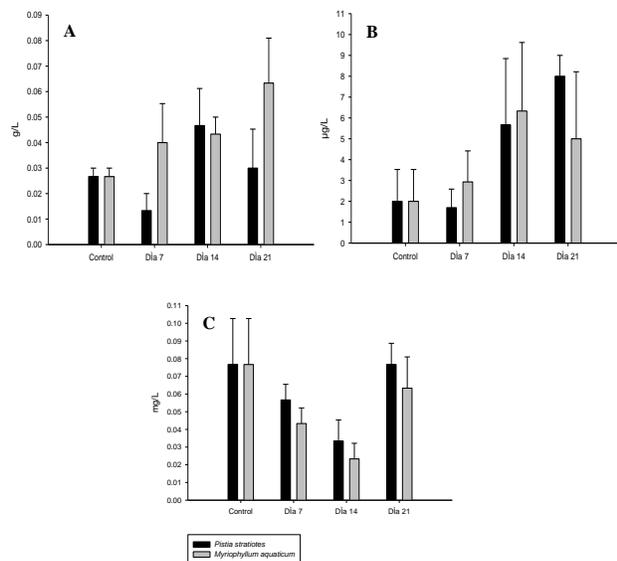


Figura 1. Concentración de metales pesados Ni (A), Cr VI (B) y Cu (C) a lo largo del experimento.

Resultados.

Concentración de metales pesados.

Ambas plantas demostraron tener la capacidad de remover los metales pesados del agua, sin embargo, se puede observar en la tabla 1 y figura 1 que a los siete días de iniciado el experimento *Pistia stratiotes* demostró la capacidad de reducir notablemente las concentraciones de Ni y Cr (VI) con respecto al tratamiento (T1). Posteriormente, al día catorce hubo un incremento en las concentraciones de Ni y Cr (VI) mismo que continuo hasta el día veintiuno a excepción de Ni. Por otro lado, ambas plantas mostraron una tendencia inversa en la depuración de Cu hasta el día catorce.

Tabla 1. Concentración de metales pesados.-I

Metal pesado	Concentración de metales			
	Control	Inicial	Media	Final
<i>Pistia stratiotes</i>				
Ni (g/L)	0.02	0.01	0.05	0.03
Cr VI (µg/L)	3	1.7	5.67	8
Cu (mg/L)	0.07	0.06	0.03	0.08
<i>Myriophyllum aquaticum</i>				
Ni (g/L)	0.02	0.04	0.04	0.06
Cr VI (µg/L)	3	2.93	6.33	5
Cu (mg/L)	0.07	0.04	0.02	0.06

Remoción de metales.

El porcentaje de remoción total en los días de medición, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Remoción de metales por las macrofitas.

Metal pesado	Días	% de remoción	
		<i>P. stratiotes</i>	<i>M. aquaticum</i>
Ni (g/L)	7	66.66	-33.33
	14	-66.66	-132.33
	21	0	-199.00
Cr VI (µg/l)	7	87.85	79.01
	14	59.50	54.78
	21	42.85	64.28
Cu (mg/l)	7	25.00	50.00
	14	62.50	75.00
	21	0	25.00

Análisis estadístico.

El valor observado del estadístico de la prueba *t* para Ni entre *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum* fue *t* = -1.250, *P* = 0.279, para Cr (VI) *t* = 0.182, *P* = 0.865 y Cu con una *t* = 0.459, *P* = 0.670.

La diferencia de los valores promedio de los grupos no es suficientemente grande como para rechazar la posibilidad de que la diferencia se debe a la variabilidad del muestreo, por lo tanto, no hay diferencia significativa entre los grupos.

Discusión.

Durante los últimos años se han desarrollado tecnologías que permiten remediar la contaminación del ambiente a través del uso de plantas. La fitorremediación es una tecnología cuyo objetivo es la eliminación de metales tóxicos y contaminantes orgánicos en suelo, aire, agua y sedimento (Delgadillo 2011).

Suñe (2007) reporta que los procesos de absorción de metales implican dos etapas, una rápida y otra lenta. La primera es prácticamente instantánea y se produce durante las primeras horas de ponerse en contacto con el agua donde es removida una mayor cantidad de metales, la segunda implica mayor tiempo de absorción y menor cantidad de remoción.

De acuerdo a los resultados de la presente investigación *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum* presentaron un proceso de absorción lento a lo largo del experimento en la remoción de Ni y Cr (VI). Mostrando ambas plantas un proceso de absorción rápido en Cu. los primeros 14 días del experimento.

Burk *et al.* (2000) reportan que las plantas acuáticas empleadas en la remoción de metales pesados acumulan una gran cantidad de ellos, los cuales pueden ser liberados posteriormente al medio. Esto podría explicar el comportamiento que se obtuvo en la remoción de Ni y Cr (VI) donde las concentraciones se vieron incrementadas con respecto al control a excepción del Cu el cual mostró una tendencia inversa.

Satyakala y Jamil (1992) informan que los metales pesados como Cr y Cu pueden inhibir los procesos biológicos de las macrófitas, necesarios para su supervivencia.

Así mismo, Garcés (2002) menciona que el rápido deterioro (color amarillento y manchas de color café en las hojas) y la alta sensibilidad a la manipulación que tiene *Pistia stratiotes* puede hacer que esta libere los contaminantes acumulados al medio igualmente Kamal et al. (2004) indican que *Myriophyllum aquaticum* de igual forma puede liberar los metales acumulados en sus tejidos al medio, Lo cual demuestra que el incremento que se obtuvo en la concentración de metales para ambas plantas el día 7 y 14 fue por tal liberación.

Por otro lado, Mufarrege et al. (2010); Kumar (2009) refieren que el cambio de coloración en *Pistia stratiotes* se debe a que los mecanismos de síntesis de clorofila se vieron afectados en el proceso de remoción principalmente de Cr y Ni. De igual manera, Burton et al. (2004). Reportan que la concentración de clorofila en las plantas es un buen indicador de la toxicidad por metales. Análisis que no se efectuó en la presente investigación y se recomienda hacer para futuras investigaciones.

Aunado a lo anterior, Núñez et al. (2004) recomienda retirar las plantas en cuanto comienzan a marchitarse o cambiar de coloración con la finalidad de evitar tal liberación.

Por otra parte Kumar (2009) indica una correlación positiva con el empleo de *Eichhornia crassipes* a los 14 días de iniciado su experimento, en la remoción de Cr y Cu, observando un ligero incremento en las concentraciones al día 16. Por lo cual se sugiere que en futuros diseños experimentales, las plantas sean reemplazadas cada 7 días con la finalidad de evitar tal liberación.

Diversos estudios Odjegba y Fasidi (2004); Delgadillo et al. (2011); Paris et al. (2005); Azizur (2011) han documentado la utilidad que tienen las macrófitas acuáticas en la remoción de metales pesados.

Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación, *Myriophyllum aquaticum* presentó una gran capacidad en la remoción de Cr (VI) y Cu por lo que resulta interesante continuar estudios sobre la aplicación efectiva de esta especie en el tratamiento de agua.

Celis et al. (2005) y Azizur (2011) sugieren los posibles usos de los desechos vegetales que se generan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas. Señalando que estas se pueden incorporar en la manufactura de cartón, producción de biocombustible (etanol y biogás), y como material absorbente de colorantes.

#### Agradecimientos.

Al Biol. Luis Castro Bojórquez, al Centro de Investigación Biológica y Acuícola de Cuernavaca (CIBAC) y a la Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

#### Bibliografía.

1. Azizur MR. 2011. Aquatic arsenic: Phytoremediation using floating macrophytes. Chemosphere. 83: 633-646.
2. Bojórquez CL, Esquivel HA y Arana MF. 2011. Contaminación química en la ZLX. Departamento el Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. (No publicado aún).
3. Burke DJ, Weis JS y Weis P. 2000. Release of metals by the leaves of the salt marsh grasses *Spartina alterniflora* and *Phragmites australis*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 51: 153-159.
4. Burton KW, King JB y Morgan E. 2004. Chlorophyll as an indicator of the upper critical tissue concentration of cadmium in plants. Water Air Soil Pollut. 27:147–154.

5. Celis HJ, Junoud MJ y Sandova EM. 2005. Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. *Theoria*. 14 (1): 17-25.
6. Delgadillo LAE, González RCA, Prieto GF, Villagómez, IDR y Acevedo SO. 2011. Fitoremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 19: 597-612.
7. EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation, national Risk Management Research Laboratory Office of Research and development. Cincinnati, Ohio. EPA/600/R-99/107.
8. Flathman PE y Lanza GR. 1998. Phytoremediation: current views on emergent green technology. *Journal of Soil Contamination*. 7: 415-432.
9. Garcés HK. 2002. Caracterización de las plantas acuáticas del sistema de descontaminación productivo de aguas servidas en la Finca Pecuaria Integrada de la Universidad EARTH. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Agronómica. 101 p.
10. Kamal M, Ghaly AE, Mahmoud N y Cote R. 2004. Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. *Environ. Int.* 29, 1029–1039.
11. Kumar RP. 2009. Heavy metal phytoremediation from aquatic ecosystems with special reference to macrophytes. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 39 (9): 697-753.
12. Mufarrege MM, Hadad HR y Maine MA. 2010. Response of *Pistia stratiotes* to heavy metals (Cr, Ni and Zn) and Phosphorus. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 58: 53-61.
13. Nuñez RA, Meas Y, Ortega R y Olguín E. 2004. Fitoremediación: fundamentos y aplicaciones. *Ciencia*. 55 (3): 69-82.
14. Odjegba VJ y Fasidi IO. 2004. Accumulation of trace elements by *Pistia stratiotes*: implications for phytoremediation. *Ecotoxicology*. 13: 637–646.
15. Paris C, Hadad H, Maine MA, Suñe N. 2005. Eficiencia de dos macrófitas flotantes libres en la absorción de metales pesados. *Limnetica*. 24 (3-4): 237-244.
16. Pilon E y Smits INI. 2005. Phytoremediation, *Ann. Rev. Plant Biol.* 56: 15-39.
17. Satyakala G y Jamil K. 1992. Chromium induced biochemical changes in *Eichhornia crassipes* (Mart) solms and *Pistia stratiotes*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 48, 921–928.
18. Suñe N, Sánchez G, Caffarati S y Mine MA. 2007. Cadmium and Chromium removal kinetics from solution by two aquatic macrophytes. *Environmental pollution*. 145: 467-473.

# Usos de la ficoflora de Xochimilco.

R. C. Vargas Solís, M. G. Figueroa Torres, M. J. Ferrara Guerrero, I. C. Gallardo Vargas, S. Almanza Encarnación.  
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.

## Resumen.

Las algas son un grupo de organismos acuáticos, autotrófos fotosintéticos, relativamente simples con relación a las plantas vasculares. Se pueden encontrar en aguas dulces o en ambientes marinos, para lo cual presentan las adaptaciones morfológicas y fisiológicas correspondientes. Los principales grupos de algas de Xochimilco pertenecen a las Divisiones Chlorophyta, Bacillariophyta, Phyrrophyta y Cyanoprocariota, la mayoría son microscópicas, salvo algunas excepciones. Estas algas son importantes porque mantienen la vida en los ecosistemas debido a la producción de grandes cantidades de oxígeno, a pesar de su tamaño, que varía de micrómetros hasta milímetros, y algunas de ellas son filamentosas. Las algas han tenido diferentes usos, entre los ejemplos que se tienen se puede mencionar el caso de la *Spirulina* sp que se utiliza como complemento alimenticio en humanos, debido a la alta concentración de proteínas que contiene y aunque actualmente la producción es baja se comercializa con éxito en el mercado y su precio es alto. Otro ejemplo que se puede citar es el de *Oedogonium capillare* alga verde filamentosas, que ha sido estudiada en el laboratorio de Ficología y Fitofarmacología de la UAM- Xochimilco y se encontró que tiene efectos antiespasmódicos y antimicrobianos. *Anabaena* sp es otra especie importante en los canales de Xochimilco debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico volviendo los suelos más fértiles. Un problema que se presenta para el estudio de las algas de Xochimilco es que a diferencia de algunas algas marinas que llegan a medir hasta varios metros, aquí las especies son muy pequeñas, lo que complica la colecta y su procesamiento; sin embargo, es importante continuar con este tipo de trabajos, porque las algas de agua dulce han sido poco investigadas y casi no se conocen sus propiedades farmacológicas y otros posibles usos. Cabe señalar que es una lástima que habiendo una gran riqueza de especies algales en Xochimilco, estas están en peligro de desaparecer sin siquiera haber sido estudiadas.

Palabras clave: Usos, algas, Xochimilco.

## Abstract.

Algae are relatively simple group of aquatic organisms, photosynthetic autotrophs, relative to vascular plants. They can be found in freshwater or marine environments, for which present morphological and physiological adaptations relevant. The main groups of algae belonging to the Chlorophyta Xochimilco Divisions Bacillariophyta, Phyrrophyta and Cyanoprocariota, most are microscopic, with some exceptions. These algae are important because they support life in ecosystems due to the production of large amounts of oxygen, despite its size, ranging from micrometers to millimeters, and some of them are filamentous. Algae have many different uses, examples which may be mentioned are the case of *Spirulina* sp used as a dietary supplement in humans, due to the high concentration of protein containing and although output is low currently marketed with success in the market and its price is high. Another example that can be cited is the filamentous green alga *Oedogonium capillare*, which has been studied in the laboratory of Phycology and phytopharmacology of UAM Xochimilco and found to have antispasmodic and antimicrobial effects. *Anabaena* sp is another important species in the Xochimilco canals due to their ability to fix atmospheric nitrogen becoming more fertile soils. A problem that arises in the study of algae Xochimilco is that unlike some seaweed grow up to several meters, here the species are very small, which complicates the collection and processing; however, it is important to continue this type of work, because the freshwater algae have been little investigated and hardly its pharmacological properties and other possible uses are known. Note that it is a shame that having a wealth of algal species in Xochimilco, these are in danger of disappearing without ever being studied.

Keywords: Applications, algae, Xochimilco.

## Introducción.

Las algas son organismos fotosintetizadores, de gran diversidad de formas y tamaños. Así se pueden encontrar formas unicelulares y multicelulares (coloniales, filamentosas, laminares, etc), que van desde unos cuantos micrómetros o como en el caso de las algas marinas que pueden llegar a medir más de 50 metros de longitud. Con respecto a su fisiología, la mayoría son autótrofas aunque también las hay heterótrofas facultativas u obligadas.

En cuanto a su distribución, las algas son en su mayoría acuáticas, y pueden vivir en aguas dulces o marinas, también se pueden encontrar sobre troncos de árboles, bancos de nieve, aguas termales o en cavidades de las rocas, algunas de ellas viven en forma simbióticas con animales, hongos u otras plantas.

La clasificación taxonómica de las algas ha variado mucho en los últimos años, encontrándose en reestructuración, tomando en consideración características como: niveles de organización, tipos de reproducción sexual o asexual, presencia de órganos reproductores y gametos, presencia de flagelos, composición de la pared celular, tipo de cloroplastos y de pigmentos y recientemente en su composición genética. Observando la diversidad de las algas se ha visto que no todas poseen relaciones evolutivas entre ellas (Osorio, 2009).

En términos generales las algas de agua dulce se han dividido en:

División Cyanophyta, también conocidas como Cianobacterias, o Cianoprocariotas.- Son algas verde-azules. Está formada por organismos procarióticos, que contienen clorofila a y que durante la fotosíntesis liberan oxígeno. Se encuentran ampliamente distribuidos en los ambientes acuáticos incluyendo

ambientes extremos, en especial cálidos, secos o ambos. Algunas especies llegan a crecer dentro de las rocas porosas en el desierto o en capas delgadas cerca de la superficie. Tienen gran capacidad para fijar nitrógeno, algunas especies de este grupo son tóxicas por lo que poseen importancia económica. Se pueden encontrar formando líquenes, que es el resultado de la unión simbiótica con hongos; poseen formas unicelulares, filamentosas o forman colonias. Algunas de estas algas poseen acinetos que son células de resistencia, con pared gruesa y pigmentación oscura y que contienen reservas alimenticias que les ayudan a sobrevivir en condiciones desfavorables.

División Euglenophyta.- Son organismos que viven en agua dulce y salobres, generalmente son unicelulares, móviles. La mayoría de las especies poseen flagelos aunque pueden presentar movimientos ondeantes. Este grupo de organismos son semejantes a las especies animales ya que algunos de ellos carecen de cloroplastos y son heterótrofos obligados (osmotróficos o fagotróficos). Las formas autótrofas poseen clorofila a y b. Muchas especies son incapaces de utilizar los nitratos como fuente de nitrógeno, por lo que habitan en ambientes ricos en materia orgánica en descomposición.

División Pyrrophyta.- Este grupo comprende a los dinoflagelados, organismos microscópicos, unicelulares móviles que viven en el fitoplancton en aguas dulces, salobres y marinas, semejantes a los animales microplanctónicos, ya que requieren vitaminas para vivir y crecer. Se conocen formas heterótrofas y autótrofas, éstas últimas poseen clorofila a y c. Un dinoflagelado típico tiene un flagelo que rodea a la célula y un segundo flagelo dirigido posteriormente. Una característica importante de algunas especies es su capacidad de producir bioluminiscencia, se desconoce la importancia ecológica pero su abundancia es controlada por los ciclos circadianos. Algunas especies producen las llamadas mareas rojas liberando toxinas que se acumulan en los mariscos y que pueden causar daño a las personas que los ingieren.

División Chlorophyta.- Son algas verdes, es uno de los grupos más diversos en cuanto a sus formas y tamaños. Las hay unicelulares, hasta multicelulares macroscópicas. Poseen niveles de organización unicelulares, coloniales, cenobiales, consorciales, filamentosos, y pseudoparenquimatodos. Poseen organelos bien diferenciados entre los que destacan los cloroplastos, en los cuales se puede encontrar clorofila a y b. Viven todo tipo de cuerpos de agua dulces, salobres y marinos.

División Charophyta.- Son macroalgas que miden varios milímetros de diámetro y hasta 60 cm de altura. Estos organismos también contienen clorofila a y b como pigmentos fotosintéticos, almidón como sustancia de reserva y celulosa como constituyente de la pared celular. Viven en ambientes dulceacuícolas. Son bentónicas, se encuentran en diferentes cuerpos de agua como lagos y ríos, aunque se han localizado en aguas ácidas y salobres, en los cenotes, pantanos, etc. Existen organismos que viven en hábitat ligeramente ácidos o alcalinos pH de 5 y 10 (Garduño *et al.*, 2010).

Bacillariophyta.- Este grupo de algas comprende a las diatomeas que son organismos microscópicos, se encuentran en forma solitaria o formando colonias de color pardo dorado y su característica distintiva es que su pared está formada de sílice y contiene numerosas hileras de poros, hendiduras, engrosamientos y en ocasiones poseen espinas, con o sin bandas intercalares. Poseen clorofila a y c. La pared celular o frústula consta de dos mitades o valvas que se superponen entre sí. En algunas especies el tamaño celular disminuye progresivamente durante la reproducción vegetativa continua, el tamaño original se restaura con la reproducción sexual.

Las diatomeas céntricas son planctónicas y abundan más en aguas marinas y salobres que en aguas dulces (Ortega *et al.*, 1995; Marshall, 1991).

División Rhodophyta.- Son algas generalmente macroscópicas y marinas, aunque hay algunas pocas especies microscópicas de agua dulce. Las algas unicelulares se presentan como pequeños filamentos ramificados, con formas costrosas o parásitas de otras algas rojas. (Ortega *et al.*, 1995; Marshall, 1991).

Antecedentes y justificación.

*Algas de Xochimilco.*

Se han identificado en Xochimilco al menos 179 especies de algas, 151 de las Divisiones Chlorophyta y Bacillariophyta (Figueroa *et al.*, 2008) 21 de Euglenophyta (Salas, 1963) y de la Cyanophyta (Sámano, 1933). Sin embargo, los trabajos que refieren sus usos para la zona de estudio, son escasos, entre éstos se

encuentran los de Pérez (2007) quien estudio la actividad antimicrobiana de *Oedogonium* cf. *capillare* y Vargas et al. (2011), que estudiaron actividad antiespasmódica de la misma sobre la sobre ileón de rata Wistar.

A pesar de lo anterior, se sabe que algunas de las especies presentes en Xochimilco, habitan en otros sitios y que de ellos se sabe que poseen una gran cantidad de usos: como alimento para animales y para humanos, complementos vitamínicos, fertilizantes, etc.

## Resultados.

Se realizó una revisión bibliográfica de las especies presentes en los canales de Xochimilco, que han sido reportadas con algún uso específico en otros ecosistemas de México y del mundo, encontrando lo siguiente:

Se encontró información de la importancia de 15 especies de algas, de las cuales tres pertenecen a la División Cyanophyta, una a la División Euglenophyta, nueve a la Chlorophyta y dos a la Chromopyta. Estas especies si bien se encuentran en Xochimilco, no han sido colectadas y estudiadas para esta región, aunque dan muestra de la importancia de este recursos, lo que invita a realizar su estudios con ejemplares de la zona.

A continuación se presenta la descripción de las especies registradas y sus usos reales y potenciales:

### *División Cyanophyta*

Clase Cyanophyceae

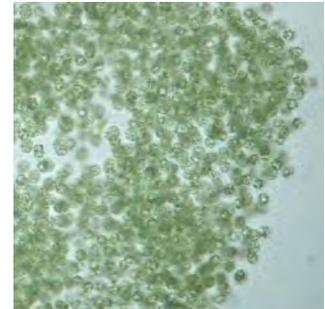
Subclase Coccogonophycideae

Orden Chroococcales

Familia Microcystaceae

Género *Microcystis*

*Microcystis* sp. Lemmermann



Descripción: Células esféricas, discoideas o irregulares, forman colonias gelatinosas, con numerosas células, macroscópicas por lo general, amorfas, irregulares y a veces en forma de red, que flotan libres en la columna de agua o se encuentra adheridas a algún sustrato.

Usos.- Se utiliza como antimicrobianos, antivirales y como alimento para *Daphnia pulex* (Alva et al., 2004), se sabe que la especie *M. aeruginosa* es tóxica, produce una sustancia llamada microcystina; sin embargo, hay reportes de investigaciones donde utilizan especies de este género mezcladas con *Scenedesmus* o *Chlorella* como alimento para *Daphnia pulex* (Alva et al., 2004) y para los rotíferos *Brachionus calyciflorus* y *Brachionus havanaensis* y para cladóceros como *Ceriodaphnia dubia* y *Moina macropa* (Alva et al., 2007a,b).

Clase Cyanophyceae

Subclase Synechococcophycideae

Orden Pseudanabaenales

Familia Schizotrichaceae

Género *Schizothrix*

*Schizothrix* sp. Kützing ex Gomont



Descripción: Colonias de varios filamentos gruesos, agrupados; con vainas delgadas, ligeramente abiertas, gelatinosas y homogéneas. Las vainas son incoloras o de color marrón amarillento, rojizo o azul-violeta.

Usos.- Contiene ácido ascórbico y alto contenido de proteínas, debido a esta última característica, son utilizadas como alimento para rotíferos y para peces (Lara, 2001)

Subclase Hormogonophycideae

Orden Nostocales

Familia Oscillatoriaceae

Género *Spirulina*

*Spirulina* sp. Turpin ex Gomont = *Arthrospira* sp.



Descripción: Alga filamentosa, células cilíndricas de 3 a 12  $\mu$ m de ancho. Los filamentos poseen forma de espiral abierta y llegan a medir entre 100 y hasta 200  $\mu$ m. Las condiciones de esta espiral y sus medidas dependen de las condiciones ambientales y de la concentración de nutrientes.

Usos.- Se ha estudiado a *Spirulina platensis*, identificando 15 componentes que forman el 96% del total del alga, entre ellos se encuentran algunos compuestos volátiles como heptadecano (40%) y tetradecano (34%) observándose que poseen actividad antimicrobiana contra bacterias Gram<sup>+</sup>, Gram<sup>-</sup> y contra *Candida albicans* (Ozdemir et al., 2004), otro uso de *S. platensis* es como antioxidante y como anti-inflamatorio, es utilizada como modelo para evaluar el estrés oxidativo cuando el alga cultivada con selenio, zinc y cromo y para la evaluación de los efectos anti-inflamatorios, en donde se utilizó phorbol-12-myristate-13-acetato (Dartsch, 2008); otros estudios han mostrado que varias especies de *Spirulina* se podrían usar como biorremediadoras, por sus propiedades para absorber metales pesados, como zinc y níquel (Balaji et al., 2013).

División Euglenophyta

Clase Euglenophyceae

Orden Euglenales

Familia Euglenaceae

Género *Euglena*

*Euglena* sp. Ehrenberg



Descripción: Organismos unicelulares, flagelados; células ovoides o fusiformes de color verde, que varían en longitud de 20 a 500  $\mu$ m, poseen dos flagelos en la parte anterior. Un flagelo largo altamente móvil utilizado para la locomoción, que emerge de la abertura del canal subapical, otro muy corto y poco visible. Los cloroplastos varían de forma (discos, placas o cintas), tamaño y número por célula (de dos a varios cientos); los cloroplastos tienen tres o más tilacoides excepto en el pirenoide principal en donde solo hay dos, los cloroplastos contienen clorofilas a y b, carotenos, astaxantina, anteraxantina, diadinoxantina y neoxantina.

Usos.- Se investigó la producción de tocoferoles en *Euglena gracilis* y se encontró una relación entre la velocidad de crecimiento y la acumulación de tocoferol (en un 97 %) (Ogbonna, 2009). Se han hecho estudios de biorremediación con diferentes especies de este género y la especie con mejores resultados fue *E. viridis* (Sengar y Singh, 2011). Otro uso que se le puede dar a las algas de este género es la producción de biomasa, como alimento del zooplancton a la vez que por su capacidad de absorber CO<sub>2</sub> atmosférico, elimina la contaminación del aire (Salih, 2011).

División Chlorophyta

Clase Trebouxiophyceae

Orden Chlorellales

Familia Chlorellaceae

Género *Chlorella*

*Chlorella vulgaris* Beijerinck



Descripción: Células solitarias o agregadas en colonias, con un cloroplasto en forma de copa y un pirenoide. Dimensiones: Colonia de 15 a 20 µm de diámetro; células de 3 a 11 µm de diámetro.

Usos.- Se estudió la capacidad antioxidante de esta especie sobre modelos en ratas, se les administró una dieta de esta alga mezclada con cadmio y se observó que disminuía el estrés oxidativo, por su capacidad para captar los radicales libres (Young *et al.*, 2009). *C. vulgaris* se usa para mejorar la respuesta inmune y la resistencia física en ratas, cuando se administran sus extractos (Hyo *et al.*, 2006). Se ha utilizado *C. vulgaris* como biocontrol contra *Vibrio anguillarum* que es un agente patógeno de peces, con resultados positivos, disminuyendo hasta 10 veces el número del patógeno (Noor y Eguchi, 2012) y en las aguas residuales como biorremediador (Lara, 2001). También hay reportes de una mezcla *C. vulgaris* con *Microcystis aeruginosa* administrada como alimento al cultivo de *Daphnia pulex* y se observó que la población aumentó su crecimiento (Alva *et al.*, 2004). Un uso que se le puede dar a esta alga es como productora de biodiesel, debido a que otras especies del mismo género, como *C. saccharophila*, tienen esta propiedad (Herrera *et al.*, 2011).

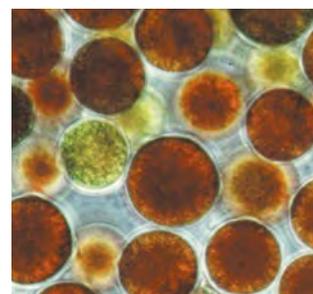
Clase Chlorophyceae

Orden Chlamydomonadales

Familia Haematococcaceae

Género *Haematococcus*

*Haematococcus pluvialis* Flotow



Descripción: Organismos unicelulares, de forma ovoide, elipsoide, globosa o cilíndrica. Biflagelados. Pared celular delgada. Cloroplasto en forma de copa, tubular y perforado en ocasiones, con 1-2 o varios pirenoides y un estigma amplio. Normalmente con muchas vacuolas contráctiles, cloroplastos y otras estructuras citoplasmáticas. A menudo, las células más viejas son difíciles de distinguir debido a extensas acumulaciones de hematocromo.

Usos.- se utiliza como productor de astaxantina que es un caroteno usado en salmonidos y crustáceos para producir el color rosado característico de esas especies. Este pigmento es producido sintéticamente, pero en la actualidad hay alta demanda del colorante natural, además posee efectos antioxidante motivo por el cual se vende encapsulado para mejorar la salud humana, ya que previene problemas cardíacos, mejora el sistema inmune, también tiene efectos contra el *Helicobacter pylori* y previene las cataratas (Higuera *et al.*, 2006; Goswami *et al.*, 2010), además de que baja los niveles de lípidos en plasma y colesterol (Yan *et al.*, 2011). Se estudió la estabilidad del color en una emulsión de proteína del chícharo, para esto se probaron diferentes concentraciones de *Chlorella vulgaris* verde, *Chlorella vulgaris* naranja y *Haematococcus pluvialis* y se encontró que con este último, se obtiene un color más estable, un matiz más atractivo y mayor resistencia a la oxidación (Gouveia *et al.*, 2006).

Clase *Chlorophyceae*

Orden *Sphaeropleales*

Familia *Selenastraceae*

Género *Ankistrodesmus*

*Ankistrodesmus* sp. Corda



Descripción: Las células están agrupadas en colonias con 4-16 (128) células, rara vez son solitarias. Puede tener o no masa mucilaginosa. Las células son alargadas con extremos puntiagudos y con frecuencia muy atenuados, aunque más a menudo curvados o torcidos, miden de 1-6  $\mu\text{m}$  de ancho y 15-105  $\mu\text{m}$  de largo. Las células en su mayoría presentan un arreglo paralelo, en algunas especies las células individuales giran para dar la apariencia de agujas o las colonias tienen forma de estrella.

Usos.- Experimentalmente se utilizó como alimento de los copépodos *Notodiaptomus ihering* con resultados satisfactorios (Panosso et al., 2003).

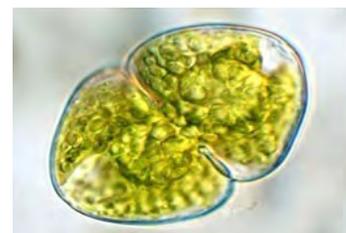
Clase: *Zygnemophyceae*

Orden: *Desmudiales*

Familia: *Desmidiaceae*

Género *Cosmarium*

*Cosmarium* sp. Corda ex Ralfs



Descripción: Células solitarias, formadas por dos hemicélulas, reniformes; biradial en vista apical. Se conocen formas trirradiadas en colecciones y cultivos. Pared celular lisa con poros dispersos o adornados con gránulos, cavidades circulares o triangulares, a veces con espínulas cortas. Vaina mucilaginosa a menudo rodea toda la célula. Los cloroplastos se encuentran de uno a varios por célula, axiales o parietales. Con uno a varios pirenoides por cloroplasto.

Usos.- Se ha aplicado en el tratamiento de aguas residuales (Lara, 2001); como alimento para *Daphnia*, mezclada con otras especies de algas, en condiciones de laboratorio (McCauley et al., 1999).

Clase *Chlorophyceae*

Orden *Sphaeropleales*

Familia *Scenedesmaceae*

Subfamilia *Scenedesmoidea*

Género *Scenedesmus*

*Scenedesmus* sp. Meyen



Descripción: Organismos arreglados en colonias, por lo general formadas de 4, 8, 12 y hasta 32 células. Células elipsoidal alargada o fusiforme dispuestas linealmente o en filas alternas, unidas por las paredes laterales o en la única zona subpolar. Células de 2 a 10  $\mu\text{m}$  de ancho por 3 a 78  $\mu\text{m}$  de largo.

Usos.- Se pueden utilizar para eliminar metales pesados, ya que se ha visto que su cultivo con diferentes concentraciones de cadmio dio por resultado que este elemento se retenía dentro de las células; se compararon los resultados con la cepa comercial AC01398, y no hubo diferencias. La mayor cantidad de retención fue de 0.9 mg de cadmio por gramo de alga. Por lo que se propone que puede ayudar en la

biorremediación de aguas contaminadas (Monteiro *et al.*, 2009), además de que degrada el contenido de amonio de efluentes de digestión anaeróbica (Lara, 2001). Esta especie es importante porque produce un compuesto llamado luteína que se ha utilizado como antioxidante que evita o aminora la degeneración macular relacionada con la edad (Fernández *et al.*, 2010), forma cantidades elevadas de este compuesto en el orden de 0.87 g/l y 4.77 mg /L al día, lo que significa el 55% de su peso seco; además, se han hecho estudios para conocer las condiciones óptimas para su cultivo y se encontró que es un alga mesófila que crece a temperaturas de 35 °C y soporta hasta 48 °C; también tolera la irradiación y no muestra signos de fotoinhibición (Sánchez *et al.*, 2008). Otros estudios que se han hecho proponen su uso para explotación como combustible ya que se puede obtener biodiesel de ella, por ser una especie con capacidad de producir cantidades importantes de lípidos (Mandal y Mallick, 2009).

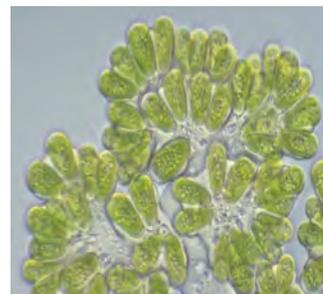
Clase *Trebouxiophyceae*

Orden *Trebouxiales*

Familia *Botryococcaceae*

Género *Botryococcus*

*Botryococcus braunii* Kützing



Descripción: Colonias de vida libre formadas por células elípticas dispuestas radialmente en la periferia de una masa mucilaginoso. Cloroplasto parietal con pirenoide poco visible. Dimensiones: células de 2.5 µm de ancho y 3 a 4 µm de largo.

Usos.- Se ha estudiado como una fuente potencial de biodiesel para dar paso a la economía de energía verde, debido a que tiene gran capacidad de formar lípidos, que da como resultado su posible uso para la producción de hidrocarburo, algunas de los compuestos que acumula son: n-alkadienos y trienios, triterpenoides, botryococenses, y escualenos metilados, además de tetraterpenoides (Metzger y Largeau, 2005; Preis *et al.*, 2010), los hidrocarburos se acumulan en la matriz extracelular por lo que se necesita un precalentamiento para la extracción de este material (Furuhashi *et al.*, 2013). Estos lípidos son muy cercanos a los hidrocarburos por lo que son importantes como fuente de biocombustibles. Esta especie también se utiliza para el tratamiento residual del agua de desecho (Lara, 2001, Shen *et al.*, 2008)

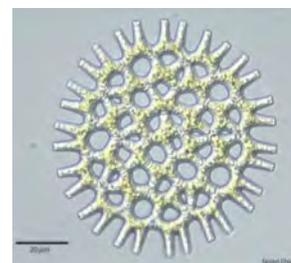
Clase *Chlorophyceae*

Orden *Sphaeropleales*

Familia *Hydrodictyaceae*

Género *Pediastrum* sp.

*Pediastrum* sp. Meyen



Descripción: Las colonias de forma circular a ovalada, constan de 16 a 64 (128) células que tienden a concentrarse en forma de anillos concéntricos, dispuestas en un solo plano con una célula de espesor. El desarrollo del anillo depende de la conducta de las zoosporas en para construir la colonia. Las células interiores son típicamente poliédricas con cuatro o más lados, las células periféricas son similares entre sí, con uno o dos cuernos. A menudo, las células periféricas poseen cerdas. La pared celular es lisa, finamente reticulada o muy granulada. El diámetro celular es de 8 a 32 µm y el de la colonia de 15 a 400 µm.

Usos.- Se ha empleado para el tratamiento de aguas residuales (Lara, 2001). Baycal *et al.* (2012) estudiaron la bioabsorción de cromo con biomasa de *Pediastrum boryanum*, y encontraron una alta capacidad para absorberlo, variando la temperatura, el pH y la concentración inicial de ion metálico.

Clase Chlorophyceae

Orden Oedogoniales

Familia Oedogoniaceae

Género *Oedogonium*

*Oedogonium capillare* Kützing ex Hirn



Descripción: Filamentos simples con células cilíndricas, casquetes en las células terminales característicos. Cloroplastos numerosos y núcleo central grande. Tiene un pie de fijación relativamente indiferenciado, en los filamentos verdes no ramificados (Marshall, 1991). Solo se conoce su reproducción por división celular vegetativa. Dimensiones: Células de 8-16  $\mu\text{m}$  de ancho y 60-90  $\mu\text{m}$  de largo. Esta alga se encuentra cubriendo grandes superficies de los cuerpos de agua remansados.

Usos.- Se han hecho estudios de los extractos de esta alga y se encontró que el extracto metanólico tiene un efecto relajante sobre el ileum de rata Wistar (Vargas *et al.*, 2010), y el extracto hexánico tiene actividad antimicrobiana (Pérez, 2007). Otro uso de este organismo es como bioindicador ya que Rai *et al.* (2008) encontraron que viviendo en aguas contaminadas es capaz de almacenar hasta 20.52 mg/g de su peso de hierro y 156  $\mu\text{g/g}$  de peso seco, de cromo.

Clase Chlorophyceae

Orden Zygnematales

Familia Zygnemataceae

Género *Spirogyra*

*Spirogyra* sp. Link



Descripción: Alga verde de agua dulce. Sus células son semejantes y están reunidas en forma de filamento simple. Se caracteriza por presentar uno o varios cloroplastos en forma de espiral distribuidos a lo largo de la célula. Habita en aguas dulces, como ríos y arroyos. También en aguas estancadas, como charcos y lagunas.

Usos.- Se ha utilizado para tratar aguas residuales (Lara, 2001), también como alimento para *Daphnia pulex*, mezclada con *Spirulina* sp. y *Chlorella* sp., que a su vez sirve de alimento para el pez *Catla catla* (Minirasu *et al.*, 2013). Esta especie ha sido usada para eliminar metales pesados, porque se ha observado que estos elementos se unen en la superficie celular donde se concentran (Mehta y Gaur, 2005). Rai *et al.* (2008), encontraron que el alga *Spirogyra* sp. vive en aguas contaminadas y es capaz de acumular hierro (4 520  $\mu\text{g}^{-1}$  de peso seco), lo que sugiere que puede ser usada como bioremediador. Otra característica de esta especie es su tolerancia a grandes cantidades  $\text{CO}_2$  atmosférico, por lo que se usa para la producción de biomasa y por lo tanto ayuda a disminuir los gases atmosféricos y el efecto invernadero (Salih, 2011).

*División Bacillariophyta*

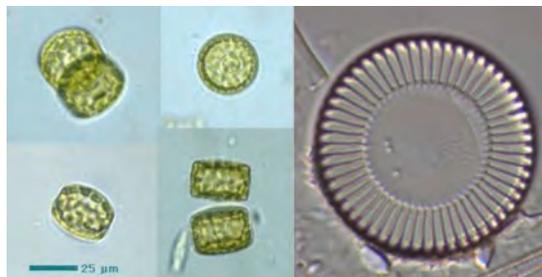
Clase Coscinodiscophyceae

Orden Thalassiosirales

Familia Stephanodiscaceae

Género *Cyclotella*

*Cyclotella* sp. (Kützing) Brébisson



Descripción: Células cortas en forma de tambor, de vida libre o formando filamentos, cadenas o raramente grupos, unidos por mucílago. Plástidos discoideos numerosos. Principalmente de agua dulce y planctónicas. La zona central se encuentra a menudo adornada con estrías, gránulos, pequeñas estrías o espinas, etc., las areolas están dispersas entre en el manto de la válvula, debido a los patrones que forman.

Usos.- Se ha considerado como una especie indicadora de eutroficación; se han hecho estudios para la obtención de biodiesel con esta alga y se han encontrado resultados positivos, ya que se ha observado que se puede producir mayor cantidad que las plantas terrestres, es rica en ácidos grasos de C14, C16, C16:1; C16:2, 7, 10 y C22:5n3 (Graham, et al, 2012).

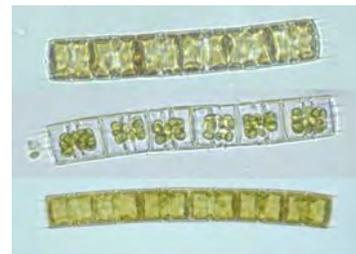
Clase Coscinodiscophyceae

Orden Aulacoseirales

Familia Aulacoseiraceae

Género *Aulacoseira*

*Aulacoseira* sp. Thwaites



Descripción: Células cilíndricas, formando filamentos. Las células tienen hendiduras muy pronunciadas en cada una de las valvas. Las valvas presentan ornamentaciones formadas por poros muy finos. Las células se unen por medio de dientes 8-9, de 3-4 µm de longitud. Dimensiones: 11-22 µm de ancho y 27-40 µm de longitud.

Uso.- Se usado ha como productora de aceites (Lara, 2001), debido a esta alga produce grandes cantidades de lípidos, acumulan ácidos grasos de C14, C16, C16:1, C16:2, 7,10 y C22:5n3, (Graham et al, 2012)

Conclusión.

Xochimilco es un lugar rico en recursos naturales, especialmente en lo que se refiere a los recursos algales, a pesar de ser un ecosistema eutrófico, posee una gran riqueza de especies. Las algas de Xochimilco poseen una gran cantidad de propiedades muy importante para su aprovechamiento, entre las que destacan las medicinales, antibióticas, para remediar la contaminación por metales pesados y materia orgánica de los ecosistemas, para captura de CO<sub>2</sub> del ambiente, para contrarrestar los efectos del cambio climático, como fuente de alimento para humanos y animales, entre muchos otros aspectos; sin embargo, todavía son escasos sus estudios por lo constituyen una fuente potencial de recursos de la región susceptibles de ser explotados en forma sustentables. Por lo anterior, es importante preservar los canales de Xochimilco, donde se encuentran estos recursos y continuar con sus estudios.

## Bibliografía.

1. Alva-Martínez A. F., Sarma S.S.S. y Nandini S. 2007<sup>a</sup>. Population of dynamics of *Brachionus calyciflorus* y *Brachionus havanaensis* (rotifera) on mixed diet with *Microcystis aeruginosa* and green algae. *Hidrologica* (en prensa).
2. Alva-Martínez A. F., Sarma S.S.S. y Nandini S. 2007<sup>b</sup>. Effect of mixed diets (cyanobacteria and green algae) on the population growth of the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* y *Moina macrocopa*. *Aquat. Ecol.* 41: 579-585.
3. Alva-Martínez A; Sarma S.S.S. y Nandini S. 2004. Population growth *Daphnia pulex* (Cladocera) on mixed diet (*Microcystis aeruginosa* with *Chlorella* or *Scenedesmus*) *Crustaceana* 77: 973-988.
4. Baykal T., Acikgoz E.I., Udoh U.A., Yalcin D. D., Akbulut A., Bayramoglu G. y Yakup A. M. 2012. Biosorption of Cr(VI) by free and immobilized *Pediastrum boryanum* biomass: equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies. *Environment Science Pollution Research* 19:2983-2993.
5. Fernández-Sevilla J. M., Acién. F.G. y Molina G. E. 2010. Biotechnological production of luteína and its applications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 86: 27-40.
6. Figueroa M. G.; Santos D. y Velasco A. 2008. Ficoflora de Xochimilco; parte 1: Diatomeas y Clorofitas. Serie Académicos, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciencias Biológicas y de la Salud. 122 p.
7. Furuhashi K., Saga K., Okada S. y Mei K. 2013. Seawater cultured *Botryococcus braunii* for the efficient hydrocarbons extraction. *Plos One* 8.6.
8. Garduño S. G., Cartajena A. M. G., Oliva M. M. G. y García G. M. A. 2010. Caráceas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala.
9. Goswami G., Chaudhuri S. y Dutta D. 2010. The present perspective of astaxantin with reference to biosynthesis an pharmacological importance. *World J. Microbiol. Biotechnol* 26:1925-1939.
10. Gouveia L., Raymundo A., Batista A. P., Sousa I. y Empis J. 2006. *Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. *Eur. Food. Res. Technol.* 222: 362-367.
11. Graham M. J., Graham E.L., Zulkifly B. S., Pfeger F. B., Hoover W. S. y Yoshitani. 2012. Freshwater diatoms as a source of lipids for biofuels *J. Ind. Microbial. Biotechnol.* 39:419-428.
12. Herrera Valencia V., Contreras Pool Y. P., López Adrian J. S., Peraza Echeverría S. y Barahona Pérez F.L. 2011. The green microalga *Chlorella saccharophila* as a suitable source of oil for biodiesel production. *Curr. Microbiol.* 151-157.
13. Higuera Ciapara L., Feliz Valenzuela L. y Goycoolea F. M. 2006. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46: 185-196.
14. Hyo Jin An., Hyun Myung C., Hyeung Suk P., Jae Gab H., Eun Hee L., Young Sig P., Jae Young U., Seung Heon H. y Hyung Min K. 2006. Oral administration of hot water extracts of *Chlorella vulgaris* increases physical stamina in mice. *Ann. Nutr. Metab.* 50: 380-386.
15. Lara G. R. 2001. Uso, Manejo y Conservación de las algas de México. Informe Final de Servicio Social. Universidad Autónoma metropolitana-Xochimilco. 55 pp.
16. Mandal S. y Mallick N. 2009. Microalga *Scenedesmus obliquus* as a potential source for biodiesel production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 84: 281-291.
17. Marshall D. W. 1991. *Biología de las algas*. Editorial Limusa México 236 pp.
18. McCauley E., Nisbet M. R., Murdoch M.A. y Gurney S.C. W. 1999. Large amplitude cycles of *Daphnia* and its algal prey in enriched environments *Nature* 402, 653-656.

19. Mehta D. K. y Gaur P. J. 2005. Use of algae for removing heavy metal ions from wastewater: Progress and prospects. *Critical review in Biotechnology*. 25: 113-152.
20. Metzger P. y Largeau C. 2005. *Botryococcus braunii*: a rich source for hydrocarbons and related ether lipids. *Appl Microbial Biotechnol*. 66:486-496.
21. Minirasu S., Ramasubramanian V., Uthayakumar V. y Muthukumar S. 2013. Bioenrichment of live fed *Daphnia magna* for the survival and growth of freshwater fish *Catla catla*. *Int. J. Cur. Res. Rev.* 5 (8) 20-26.
22. Monteiro M. C., Castro L. P. M. y Malcata F.X. 2009. Use of the microalga *Scenedesmus obliquus* to remove cadmium cations from aqueous solutions. *World J. Microbiol. Biotechnol*. 25: 1573-1578.
23. Noor S. E. y Eguchi M. 2012. Benefits of live phytoplankton, *Chlorella vulgaris*, as a biocontrol agent against fish pathogen *Fish Sci* 78:367-373.
24. Ogbonna J. 2009. Microbiological production of tocopheroles: current state and prospects. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 84: 217-225.
25. Ortega M. M., Godínez J. L., Garduño S. G. y Oliva M. Ma. G. 1995. *Ficología de México*. Editorial Gt Editor, S.A. México 221 pp.
26. Osorio M. A. 2009. Características generales de las algas. *El Cid Editor*. Argentina. 10 pp.
27. Ozdemir G., Karabay U., Dalay M. y Pazarbasi B. 2004. Antibacterial activity of volatile component and various extracts of *Spirulina platensis*. *Phytotherapia Research* 18: 754-757.
28. Panosso R., Koslowsky Zuzuki C., Sandra M. F., Azevedo O. y Cranél E. 2003. Effect of grazing by a neotropical, *Notodiaptomus*, on natural cyanobacterial assemblage and on toxic cyanobacterial strain. *Journal of Plankton Research* 25(9)1169-1175.
29. Pérez R. M. 2007. Actividad antimicrobiana de *Oedogonium capillare*. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 38(3):26-29.
30. Preiss, M. R., Kowalski S. P. y Satnley P. 2010. Patenting energized as green goes comercial. *Journal of Comercial Biotechnology* 16(4) 293-312.
31. Rai N. U., Dubey S., Shukla O. P., Dwivedi S., Tripathi D. R. 2008. Screening and identification of early warning algal species for metal contamination in fresh water bodies polluted from point and non-point sources.
32. Salih F. 2011. Microalgae tolerance to high concentrations of carbon dioxide: a review. *J. Environmental protection* 2:648-654.
33. Sámano B. A. 1933. Algunas cianofíceas del lago de Xochimilco. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, México*. 4 29-31.
34. Salas G R. 1963. Contribución al estudio de las Euglenas del Valle de México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, México, 37 p.
35. Sánchez J. F., J. M., Fernández Sevilla J.M., Acien F.G., Cerón M. C., Pérez Parra J. y Molina G. E. 2008. Biomass and lutein productivity of *Scenedesmus almeriensis*: influence of irradiance, dilution rate and temperature. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 79: 719-729.
36. Sengar M. S. R. y Singh K. K. 2011. Application of phycorremediation technology in the treatment of sewage water to reduce pollution load. *Indian. J. Sci. res.* 2(4)33-39.
37. Shen Y., Yuan W., Pei Z. y Mao E. 2008. Culture of microalga *Botryococcus* in livestock wastewater. *Transactions of the Asae*. 51.4 1395-1400.
38. Vargas S. R., Pérez G. R. M. y Figueroa T. G. 2011. Efecto de la actividad antiespasmódica del extracto metanólico del alga *Oedogonium capillare* (Linn) sobre ileón de rata Wistar. *Respyn* 12(3) 1-7.

39. Yan Y., Jeong M. N., Nguyen A., Pham X. T., Hea J. P., Park J., Kim B., Bruno D. R. y Lee J. 2011. Astaxanthin-Rich extract from the green alga *Haematococcus pluvialis* lowers plasma lipid concentrations enhances antioxidant dense in apolipoprotein E. Knockout mice J. Nutr. 141:1611-1617.
40. Young A. S., Jee A. S., Soyoun H. y M. K. K. 2009. Intake of *Chlorella vulgaris* improves antioxidative capacity in rats oxidatively stressed with dietary cadmium. Ann. Nutr. Metab. 7-14

# Determinación de la biomasa de una comunidad zooplanctónica en el Canal Nacional de Cuemanco, Xochimilco.

<sup>1</sup>M. I. Benítez Díaz Mirón, <sup>2</sup>M. Zamora García, <sup>3</sup>M. E. Castellanos Páez, <sup>4</sup>G. Garza Mouriño, <sup>5</sup>R. Contreras Tapia, <sup>6</sup>J. Flores López Tello.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Programa del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud. Calzada del Hueso No. 1100. Col. Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán; <sup>3,4</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton. Calzada del Hueso No. 1100. Col. Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán. Tel/fax +52(55) 54837181; <sup>2,5,6</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Licenciatura en Biología. Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton. Calzada del Hueso No. 1100. Col. Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán. E: mbenitez@correo.xoc.uam.mx

## Resumen.

Dada la importancia del zooplancton en las cadenas tróficas y debido al poco conocimiento en cuanto a su biomasa en los diferentes cuerpos de agua y en particular en los canales de Xochimilco, el objetivo del presente trabajo fue determinar la biomasa de la comunidad de rotíferos a lo largo del canal Nacional de Cuemanco, Xochimilco, en donde se llevó a cabo un muestreo en tres estaciones. En cada una de éstas se evaluaron los parámetros físicos y químicos: pH, temperatura, profundidad, transparencia, oxígeno disuelto y nutrientes. Los resultados promedio obtenidos de las tres estaciones muestreadas fueron: peso seco 0.88 gC·m<sup>-3</sup>, cenizas totales 0.28 gC·m<sup>-3</sup> y contenido de carbono orgánico total 0.28 gC·m<sup>-3</sup>. El phylum Rotifera, fue el grupo planctónico de mayor abundancia. Las especies de rotíferos más abundantes en las tres estaciones fueron *Keratella tropica* con (1178.1 ind·L<sup>-1</sup>), *Brachionus budapestinensis* (1011 ind·L<sup>-1</sup>), *B. havanaensis* (699 ind·L<sup>-1</sup>), *B. angularis* (521.4 ind·L<sup>-1</sup>) y *K. cochlearis* (258.3 ind·L<sup>-1</sup>).

Palabras clave: Biomasa, zooplancton, rotíferos, Xochimilco.

## Abstract.

Given the importance of zooplankton in food chains and due to little knowledge in their biomass in the different water bodies and in particular the canals of Xochimilco, the objective of this study was to determine the biomass of the community of rotifers along the National channel Cuemanco, Xochimilco, where he was out in three sampling stations. PH, temperature, depth, transparency, dissolved oxygen and nutrients: In each of these physical and chemical parameters were evaluated. The average results of the three stations sampled were: dry weight 0.88 gC · m<sup>-3</sup>, total ash 0.28 gC · m<sup>-3</sup> and total organic carbon content of 0.28 gC · m<sup>-3</sup>. The phylum Rotifera was the most abundant group of planktonic. The most abundant species in the rotifer *Keratella tropica* three seasons were with (1178.1 ind · L<sup>-1</sup>), *Brachionus budapestinensis* (1011 ind · L<sup>-1</sup>), *B. havanaensis* (699 ind · L<sup>-1</sup>), *B. angularis* (521.4 ind · L<sup>-1</sup>) and *K. cochlearis* (258.3 ind · L<sup>-1</sup>).

Keywords: biomass, zooplankton, rotifers, Xochimilco.

## Introducción.

Los Canales de Xochimilco albergan una gran diversidad de organismos planctónicos, entre los trabajos publicados, se han reportado 302 especies de fitoplancton (Figuroa-Torres 2009), 118 especies de protozoarios (Serrano y López 1992), 46 especies de rotíferos, 9 de cladóceros y 2 de copépodos (Enríquez-García et al. 2009). No obstante, dentro del zooplancton en el lago de Xochimilco, el grupo más representativo es el de los rotíferos (Garza-Mouriño et al. 2003, Nandini et al. 2005, Enríquez-García et al. 2009). Los rotíferos son organismos microscópicos con un tamaño que va de 40 a 2,000 µm, los cuales tienen importancia como alimento vivo para peces y otros organismos acuáticos que se producen en la acuicultura (Castellanos-Páez et al. 1999).

En el cultivo de alevines y larvas de peces y crustáceos, una parte substancial de los requerimientos nutricionales de su dieta proviene del zooplancton disponible, mismo que aporta proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos grasos, vitaminas y enzimas (Mitra et al. 2007). → por lo que en el presente trabajo se evaluó la producción de biomasa zooplanctónica del lago de Xochimilco, la cual es potencialmente utilizable.

## Material y Métodos

Se llevó a cabo un muestreo en tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco (ver Figura 1). En cada una de las estaciones se evaluaron los parámetros físicos y químicos: pH, temperatura, profundidad,

transparencia, oxígeno disuelto y nutrimentos. Para determinar la concentración de oxígeno disuelto se siguió el método de Winkler modificado por Strickland y Parsons (1972). La determinación de nutrimentos (nitritos, nitratos, amonio y fósforo total), se realizó mediante la técnica de colorimetría por espectrofotometría (empleando un equipo Hach, 2800). Los pigmentos fotosintéticos se determinaron mediante la técnica descrita por Barreiro-Güemes y Signoret-Poillon (1999).

Para evaluar la biomasa se empleó la técnica de cenizas totales, descrita en Castellanos-Páez et al. (1999). Se colectó el material biológico filtrando 50 L de agua del canal, con un filtro de 1,500  $\mu\text{m}$  y un filtro de 55  $\mu\text{m}$  empleando un equipo Millipore, cada muestra se concentró en filtros Whatman GF/F prepesados y precalcinados a 450°C durante 4 horas. Se determinó el peso seco y cenizas totales, mediante las fórmulas descritas por Castellanos-Páez et al. (1999).

Para la determinación de carbono orgánico total, se obtuvieron muestras directas, filtrando 3,000 L de agua en cada estación de muestreo con una red de zooplancton con una luz de malla de 60  $\mu\text{m}$ . Las muestras fueron sedimentarlas y distribuidas en probetas de 100 ml, para determinar el volumen de la biomasa total. La biomasa obtenida se colocó en cápsulas de porcelana que previamente fueron lavadas, secadas y etiquetadas. Para el secado, las muestras se colocaron en un horno a una temperatura de 60 °C durante 24 horas. Se utilizó 0.1 g de muestra seca para la determinación de carbón orgánico total con la técnica de Walkley y Black (1947). Esta técnica consiste en realizar la combustión de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico, después de la reacción, el dicromato residual se titula con una solución de sulfato ferroso.

Para la determinación de biomasa, se empleó el promedio de la longitud del cuerpo de 30 individuos de cada una de las especies más abundantes de rotíferos (aquellas que en conjunto representan el 95% de la abundancia total). El peso individual y la biomasa fueron calculados conforme lo descrito en Ruttner-Kolisko (1977).



Figura 1. Mapa de la zona y ubicación de las estaciones de muestreo.

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos en las estaciones de colecta de zooplancton.

Estación y biotopo	1 SUP	1 FON	2 SUP	2 FON	3 SUP	3 FON
Temperatura (°C)	20.6	20.8	21.8	21.7	22.4	21.7
pH	9	9.03	8.84	8.83	8.8	8.67
Profundidad (cm)	48	48	62	62	60	60
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> -L <sup>-1</sup> )	5.85	5.65	5.05	4.25	7.05	5.45
Pigmentos fotosintéticos						
Chl a (mg-L <sup>-1</sup> )	0.269	0.083	0.100	0.376	0.073	0.077
Chl b (mg-L <sup>-1</sup> )	0.047	0.009	0.006	0.069	0.002	0.005
Chl c1 y c2 (mg-L <sup>-1</sup> )	0.021	0.002	0.003	0.059	0.001	0.003
Carotenoides (mg-L <sup>-1</sup> )	0.130	0.044	0.049	0.174	0.040	0.043
Nutrimentos						
Fósforo total (mg-L <sup>-1</sup> )	7.4	5.4	4.8	5.9	6.1	4.1
Amonio (NH <sub>4</sub> ) (mg-L <sup>-1</sup> )	0.1	0.37	0.87	0.43	0.28	0.31
Nitrito (NO <sub>2</sub> ) (mg-L <sup>-1</sup> )	0.006	0.004	0.004	0.004	0.009	0.009
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) (mg-L <sup>-1</sup> )	0.108	0.073	0.078	0.076	0.099	0.096

Tabla 2. Abundancia de zooplancton.

Abundancia de especies (ind.L <sup>-1</sup> ) Biotopo	1 SUP	1 FON	2 SUP	2 FON	3 SUP	3 FON	Total (ind.L <sup>-1</sup> )
Phylum Rotifera Cuvier, 1817							
Subclase Monogononta Plate, 1889							
Superorden Pseudotrocha Kutikova, 1970							
Order Ploima Hudson and Gosse, 1886							
Familia Asplanchnidae							
<i>Asplanchna</i> sp.	1.2	7.5	6.0		0.6		15.3
Familia Brachionidae							
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	4.2	122.4	5.4	1.8	32.4	6.6	172.8
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	93.0	168.6	198.6	21.6	17.4	22.2	521.4
<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885	75.0	373.2	435.0	39.6	34.2	54.0	1,011.0
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	75.0	14.4	67.2	35.4	24.0	31.2	247.2
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	21.6	5.1	4.2	6.0	6.6	26.4	69.9
<i>Brachionus havanaensis</i> Rousselet, 1911	43.2	249.6	343.8	5.4	23.4	33.6	699.0
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	6.0	1.8	6.0	12.0	9.6	9.0	44.4
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	5.4			12.6	0.6	4.2	22.8
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943		92.4					92.4
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	2.4	200.7	28.2	7.2	12.6	7.2	258.3
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	105.6	567.9	365.4	52.8	51.6	34.8	1,178.1
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)					1.2		1.2
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)		0.6	0.6		1.2		2.4
Familia Epiphanidae							
<i>Epiphanes clavulata</i> (Ehrenberg, 1832)	0.6						0.6
Familia Euchlanidae							
<i>Euchlanis calpidia</i> (Myers, 1930)						1.8	1.8
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	0.6						0.6
Familia Filinidae							
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	2.4	2.4	4.2	1.2	0.6	0.6	11.4
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)		0.6					0.6
Familia Lecanidae							
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	4.8			4.2	7.2	0.6	16.8
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	1.8	0.6	1.2			4.2	7.8
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)		0.6					0.6
<i>Lecane luna</i> (O. F. Müller, 1776)	9.0	0.6		5.4	1.2	1.2	17.4
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)				1.2	1.2		2.4
Familia Lepadellidae							
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)					0.6		0.6

Abundancia de especies (ind.L <sup>-1</sup> ) Biotopo	1 SUP	1 FON	2 SUP	2 FON	3 SUP	3 FON	Total (ind.L <sup>-1</sup> )
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1786)		0.6					0.6
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)						0.6	0.6
Familia Trichocercidae							
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	1.2	7.2	0.6	6.6	7.8	0.6	24.0
<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)				1.2			1.2
Superorden Pseudotrocha Kutikova, 1970							
Orden Flosculariaceae Hanning, 1913							
Familia Filinidae							
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	6.0	18.6	2.4	9.0	8.4	4.2	48.6
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	57.6		8.4	30.6	63.0	6.6	166.2
Familia Flosculariidae							
<i>Ptygura pedunculata</i> Edmondson, 1939		4.2					4.2
Familia Testudinellidae							
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)					0.6	1.2	1.8
Clase Eurotatoria De Ridder, 1957							
Subclase Bdelloidea Hudson, 1884							
<i>Bdelloidea</i>	2.4	7.8	3.0	2.4	6.6	9.0	31.2
SUB-PHYLUM CRUSTACEA							
Clase Maxillopoda							
Subclase: Copepoda							
<i>Nauplios no identificados</i>	45.0	89.7	21.0	13.8	24.0	47.4	240.9
No. Especies de rotíferos	20	21	16	18	22	20	33

## Resultados y Discusión

La influencia de los factores ambientales sobre la estructura de las comunidades de zooplancton ha sido el objetivo principal de muchas investigaciones; como resultado de ello, se han identificado como elementos significativos para la estructura y abundancia de las comunidades zooplanctónicas los nutrientes (e.g. Buyukates y Roelke 2005), la producción primaria (e.g. Dodson et al. 2009), la temperatura (e.g. Rousi et al. 2013), la abundancia de depredadores y competidores (e.g. Pothoven et al. 2013), y los recursos alimenticios potenciales (Casanova et al. 2009).

Los resultados de las evaluaciones de los parámetros físicos y químicos de las tres estaciones, se muestran en la Tabla 1. Las estaciones de muestreo presentaron valores promedio de temperatura de  $21.5 \pm 0.68$  °C, pH de  $8.86 \pm 0.13$  y concentraciones de oxígeno disuelto superiores a  $4 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ , reflejando condiciones favorables para la presencia de zooplancton (Tabla 1). No obstante, las concentraciones de pigmentos fotosintéticos y nutrientes (excepto fósforo total), se encontraron por debajo de los niveles reportados previamente para este cuerpo de agua (Enríquez-García et al. 2009, Tavera y Díez, 2009), probablemente a consecuencia del volumen de agua vertido de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella cuya calidad

de agua se encuentra dentro de los parámetros físicos y químicos. Para pH, carbonatos y bicarbonatos (Moreno-Bonett, *com per.*).

Tabla 3. Biomasa de las especies de rotíferos encontradas y comúnmente empleados para acuicultura.

	Biomasa individual (µg)	1 SUP (µg.L <sup>-1</sup> )	1 FON (µg.L <sup>-1</sup> )	2 SUP (µg.L <sup>-1</sup> )	2 FON (µg.L <sup>-1</sup> )	3 SUP (µg.L <sup>-1</sup> )	3 FON (µg.L <sup>-1</sup> )	Total
<i>Brachionus angularis</i>	0.02	5.10	2.90	1.56	1.29	0.30	0.38	11.53
<i>Brachionus budapestinensis</i>	0.04	15.69	16.71	12.25	17.73	1.53	2.42	66.34
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.23	9.63	3.30	14.85	19.25	5.50	7.15	59.69
<i>Brachionus caudatus</i>	0.12	2.77	0.64	0.67	0.82	0.82	3.30	9.03
<i>Brachionus havanaensis</i>	0.18	72.14	43.68	20.90	28.25	4.10	5.88	174.93
<i>Brachionus quadridentatus</i>	0.12	0.98	0.21	0.98	0.63	1.13	1.05	4.99
<i>Brachionus urceolaris</i>	0.10	0.55	0.00	0.00	1.29	0.06	0.43	2.34
<i>Keratella americana</i>	0.07	0.00	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	6.06
<i>Keratella cochlearis</i>	0.00	0.01	0.46	0.06	0.02	0.03	0.02	0.59
<i>Keratella tropica</i>	0.17	18.20	97.90	62.99	9.10	8.90	6.00	203.09

La composición de la comunidad zooplanctontónica estuvo representada principalmente por rotíferos (ver Tabla 2), tal como se ha observado en trabajos previos (Nandini *et al.* 2005, Enríquez-García *et al.* 2009), se encontraron un total de 33 especies pertenecientes a 17 géneros y 11 familias del Orden Ploima (Rotifera). Por otra parte, de los otros grupos de zooplancton sólo fue posible contabilizar Nauplios de copépodos debido al método de filtrado fraccionado utilizado. La abundancia de rotíferos evaluada para cada una de las tres estaciones se muestra en la Tabla 2.

Las especies de rotíferos más abundantes retenidas en la malla de 55µm en las tres estaciones muestreadas fueron: *Keratella tropica* con-1,178.1 ind.L<sup>-1</sup>, *Brachionus budapestinensis*-1,011 ind.L<sup>-1</sup>, *B. havanaensis* 699 ind.L<sup>-1</sup>, *B. angularis* 521.4 ind.L<sup>-1</sup> y *K. cochlearis* 258.3 ind.L<sup>-1</sup> (Figura 2), las biomásas correspondientes a cada especie y estación de muestreo se encuentran plasmadas en la tabla 3.

Tabla 4. Composición de la biomasa de plancton.

Estación	Peso seco de la muestra (mg.m <sup>-3</sup> )	Peso de las cenizas (mg.m <sup>-3</sup> )	% de cenizas de base seca	% Materia orgánica	% Carbono
1 SUP	23.7	8.5	35.8	52.3	30.4
2 SUP	17.0	5.3	31.3	60.2	34.9
3 SUP	3.3	0.3	10.1	60.2	34.9

Como se observa en la tabla 4, la estación 3 fue la que presentó la menor biomasa de plancton de la fracción retenida entre 55 y 1,500 µm (3.3 mg.m<sup>-3</sup> de peso seco) comparado con las estaciones 1 y 2 que alcanzaron una biomasa de 23.7 y 17.0 mg.m<sup>-3</sup> respectivamente. Al analizar los valores de los pigmentos fotosintéticos (Tabla 1), se observó que en la estación 1, se presentaron los valores más altos de clorofila a, mientras que en la estación 3, se obtuvieron los valores más bajos. Debido al número de muestras, no fue posible establecer ninguna correlación con los parámetros analizados que clarificara el patrón de distribución de la biomasa dentro del Canal. Los valores de biomasa total del zooplancton encontrados en cada una de las estaciones caen dentro de los rangos reportados para cuerpos de agua eutróficos (2 – 60 mg.m<sup>-3</sup>; Orcutt y Pace, 1984).

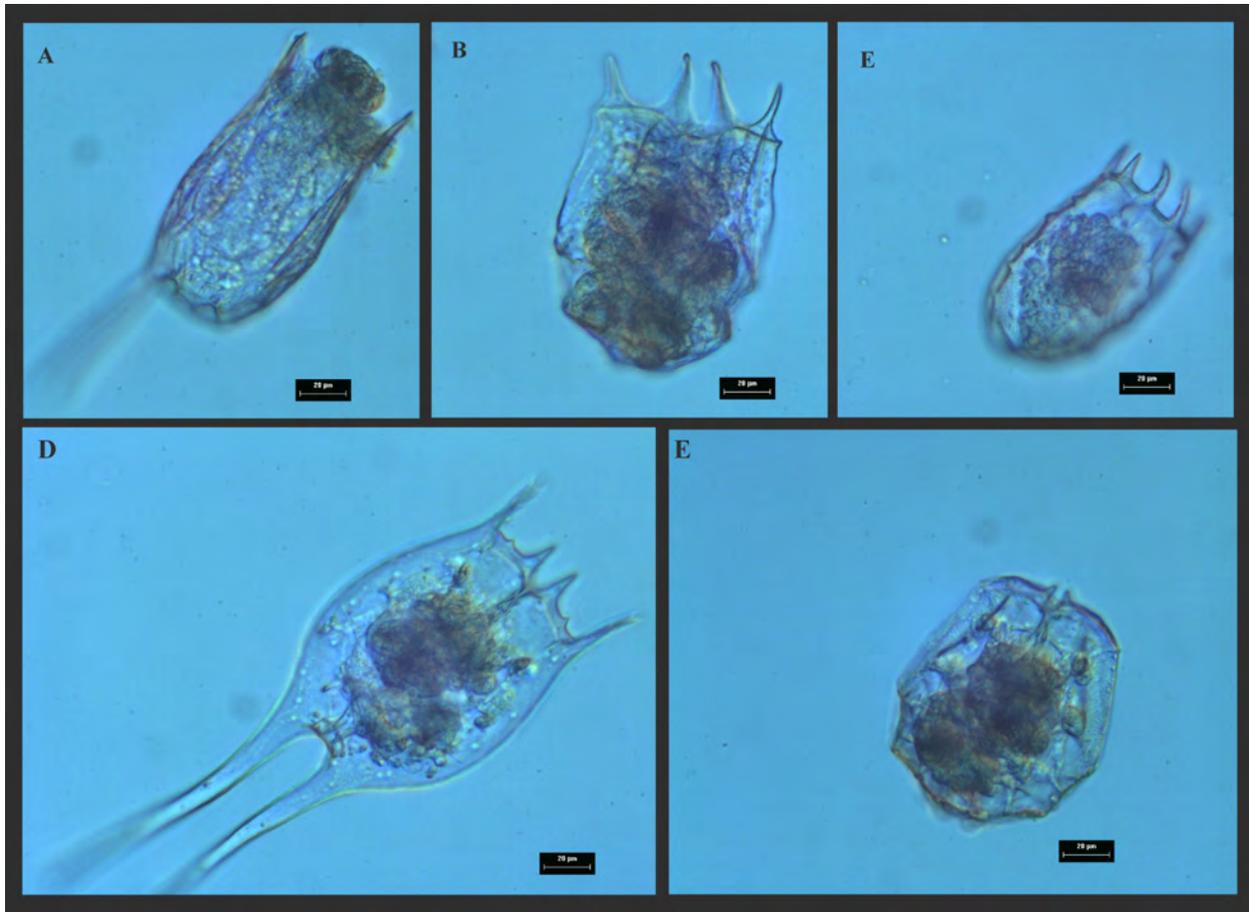


Figura 2. Especies de rotíferos de mayor abundancia. A) *Keratella trópica*, B) *Brachionus budapestinensis*, C) *B. havanaensis*, D) *B. angularis* y E) *K. cochlearis*.

## Conclusión

Con los datos obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- El grupo zooplanctónico dominante sigue siendo el de los rotíferos
- La especie más frecuente y abundante fueron *Keratella trópica*, *Brachionus budapestinensis*, *B. havanaensis*, *B. angularis* y *K. cochlearis*
- el canal de Cuemanco tiene un alto potencial en producción de biomasa de zooplancton.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del programa de cooperación México-Francia ECOS-ANUIES 2010-2014, para la formación de los estudiantes que han participado de este proyecto. MIBDM agradece el soporte financiero del CONACyT (227103/211598), para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Biológicas y de la Salud de la primera autora de este trabajo.

## Bibliografía.

1. Barreiro-Güemes MT y M Signoret-Poillon. 1999. Productividad primaria en sistemas acuáticos costeros. Métodos de evaluación. Colección de Libros de Texto, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, D.F. 81 p.

2. Buyukates Y y D Roelke. 2005. Influence of pulsed inflows and nutrient loading on zooplankton and phytoplankton community structure and biomass in microcosm experiments using estuarine assemblages. *Hydrobiologia* 548(1): 233-249.
3. Casanova S, EA Panarelli y R Henry. 2009. Rotifer abundance, biomass, and secondary production after the recovery of hydrologic connectivity between a river and two marginal lakes (Sao Paulo, Brazil). *Limnologica* 39(4): 292-301.
4. Castellanos-Páez ME, G Garza-Mouriño G y S Marañón-Herrera. 1999. Aislamiento, caracterización, biología y cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* (O.F. Müller). Colección de Libros de Texto, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México, D.F. 119 p.
5. Dodson SI, AL Newman, S Will-Wolf, ML Alexander, MP Woodford y S Van Egeren. 2009. The relationship between zooplankton community structure and lake characteristics in temperate lakes (Northern Wisconsin, USA). *Journal of Plankton Research* 31(1): 93-100.
6. Enríquez-García C, S Nandini y SSS Sarma. 2009. Seasonal dynamics of zooplankton in Lake Huetzalin, Xochimilco (Mexico City, Mexico). *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 39(4): 283–291.
7. Figueroa-Torres MG. 2009. Algas de la cuenca de México. Serie Académicos CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México, D.F. 81 p.
8. Garza-Mouriño G, CM Santillán-Quiñonez, ME Castellanos-Páez y MP Corona-Vallejo. 2003. Género *Brachionus* (Rotifera) en la zona chinampera del lago de Xochimilco, Distrito Federal, México. *Scientiae naturae* 6(1): 63-68.
9. Mitra G, PK Mukhopadhyay y S Ayyappan. 2007. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen ponds: Nutritional implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles. *Aquaculture*, 272(1-4): 346-360.
10. Nandini S, P Ramírez-García y SSS Sarma. 2005. Seasonal variations in the species diversity of planktonic rotifers in Lake Xochimilco, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology* 20:287–294.
11. Orcutt JD y ML Pace. 1984. Seasonal dynamics of rotifer and crustacean zooplankton populations in a eutrophic, monomictic lake with a note on rotifer sampling techniques. *Hydrobiologia* 119: 73-80.
12. Pothoven SA, TO Hook, TF Nalepa, MV Thomas y J Dyble. 2013. Changes in zooplankton community structure associated with the disappearance of invasive alewife in saginaw bay, lake huron. *Aquatic Ecology* 47(1): 1-12.
13. Rousi H, AO Laine, H Peltonen, P Kangas, AB Andersin, J Rissanen, E Sandberg-Kilpi y E Bonsdorff. 2013. Long-term changes in coastal zoobenthos in the Northern Baltic Sea: the role of abiotic environmental factors. *ICES Journal of Marine Science* 70(2): 440–451.
14. Ruttner-Kolisko A. 1977. Suggestions for biomass calculation of planktonic rotifers. *Archiv für Hydrobiologie—BeiheftErgebnisse der Limnologie* 8: 71-76.
15. Serrano LG y OE López. 1992. Systematic analysis of the protozoans from Xochimilco Lake, D.F. México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43: 63-69.
16. Strickland JDH y TR Parsons. 1972. A Practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. 310 p.
17. Tavera R y B Díez. 2009. Multifaceted approach for the analysis of the phototrophic microbial community in a freshwater recreational area of Xochimilco, México. *Hydrobiologia* 636(1): 353-368.

18. Walkley A y IA Black. 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Science 37:29-37.

# Optimización de la producción del rotífero *Brachionus angularis* como alimento vivo de peces, crustáceos y anfibios, con el uso de nutrientes nanoencapsulados (Nano Crusta<sup>®</sup>).

<sup>1</sup>G. Garza Mouriño, <sup>2</sup>R. Contreras Tapia, <sup>3</sup>M. E. Castellanos Páez, <sup>4</sup>M. I. Benítez Díaz Mirón, y <sup>5</sup>M. Zamora García.

<sup>1,3</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton. Calzada del Hueso No. 1100. Col.Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán. Tel/fax +52(55) 54837181; <sup>4</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Programa del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud. Calzada del Hueso No. 1100. Col.Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán; <sup>2,5</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Licenciatura en Biología. Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton. Calzada del Hueso No. 1100. Col.Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán. E: ggarza@correo.xoc.uam.mx

## Resumen.

El Lago de Xochimilco tiene una gran riqueza de especies de zooplancton, dentro de la cual, el grupo más numeroso es el de los rotíferos. En ambientes naturales, los rotíferos son alimento de otros organismos, tales como larvas de peces, crustáceos y anfibios. En acuicultura, algunas especies de rotíferos han sido utilizadas como alimento de larvas de camarones y alevines de peces. Sin embargo, son pocos los productores de rotíferos, por lo que persiste el problema de la falta de alimento vivo de pequeño tamaño para poder nutrir a las crías de especies de talla pequeña. Un candidato para satisfacer esa necesidad es el rotífero *Brachionus angularis* Gosse, 1851. En este contexto, se realizó la presente investigación, en donde se evaluó la respuesta alimenticia de *B. angularis* utilizando como alimento a *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1980, cultivada en medio Bold Basal y Bold Basal enriquecido con Nano Crusta<sup>®</sup>. Ambas especies (rotífero y microalga), fueron aisladas de los canales de Xochimilco. Se encontró que el medio de cultivo enriquecido incrementa la producción de *C. vulgaris* en un 30%. al utilizarlo como alimento de *B. angularis*, bajó el consumo de biomasa, al satisfacer sus requerimientos con menor cantidad de ésta, concluyendo que el alimento enriquecido permite optimizar y potencializar la producción de alimento vivo para su uso en acuicultura.

Palabras clave: Acuicultura, alimento vivo, rotíferos.

## Abstract.

Lake Xochimilco has a wealth of zooplankton species, within which, the largest group is that of the rotifers. In natural environments, rotifers are food for other organisms, such as fish larvae, crustaceans and amphibians. In aquaculture, some species of rotifers have been used as food for shrimp larvae and fish fry. However, few producers rotifers, so that the problem of the lack of small live food to nourish the young of small sized species persists. A candidate to fill that need is the rotifer *Brachionus angularis* Gosse, 1851. In this context, this research was conducted, where the feeding response of *B. angularis* was assessed using fed to *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1980, amid cultivated Bold basal and Bold basal enriched Crusta<sup>®</sup> Nano. Both species (rotifer and microalgae), were isolated from the canals of Xochimilco. It was found that the enriched culture medium increases the production of *C. vulgaris* 30%. when used as food for *B. angularis*, down biomass consumption, to meet your requirements with less of it, concluding that the fortified food optimizes production and potentiate live food for aquaculture purposes.

Keywords: aquaculture, live food, rotifers.

## Introducción.

El desarrollo masivo de la cría de peces de agua dulce se ha visto limitado por la falta de alimento vivo adecuado para su alimentación durante las primeras etapas de desarrollo, cuando poseen una boca pequeña (Lim et al. 2003, Parker 2012). Es necesario ofrecer a los peces el alimento de talla adecuada en densidades óptimas para cada etapa larvaria y juvenil, para lograr un desarrollo eficaz y económico. Los rotíferos han mostrado tener características adecuadas para su uso como alimento vivo en las primeras fases de desarrollo de diversas especies de peces y crustáceos, entre sus principales características están el contenido nutricional y su alta tasa de reproducción diaria, además de su tamaño pequeño y lenta velocidad de natación, que los hace ideales como alimento para las larvas de peces que requieren de pequeñas presas (Theilacker y Kimball 1984, Lubzens 1987, Lim et al. 2003).

Debido a que el tamaño de *Brachionus angularis* es de los más pequeños (largo total del cuerpo: 90-200 µm, ancho del cuerpo: 70-150 µm; Ogata et al. 2011), comparado con otros rotíferos utilizados como alimento vivo e.g. *Brachionus calyciflorus*: 250–300 µm, *B. rubens*: 200-250 µm y *B. plicatilis*: 92-440

$\mu\text{m}$  (Castellanos-Páez *et al.* 1994, Mohr y Adrian 2000), su producción representa una opción de alimento para especies marinas o dulceacuícolas que requieran de una presa de menor tamaño (Kim *et al.* 2006, Ogata *et al.* 2011).

Así, se eligió como objeto de estudio a *Brachionus angularis* ya que es un candidato a ser de los rotíferos más importantes para utilizarse como alimento vivo en la acuicultura. Por otro lado, el estudio de las tasas de filtración de *B. angularis* con diferentes calidades y cantidades de alimento permiten caracterizar su respuesta alimenticia. Así mismo, se seleccionó a *Chlorella vulgaris* como el alimento utilizado en el presente estudio, debido a que es una especie de microalga ampliamente utilizada como alimento en el cultivo masivo de rotíferos.

Por todo lo anterior, y con el objetivo de proveer información que permita optimizar la producción masiva de rotíferos utilizados en la alimentación de peces, crustáceos, anfibios y otros organismos, el presente estudio fue diseñado para evaluar las tasas de aclaramiento (volumen de medio con alimento filtrado por individuo por unidad de tiempo, medido en  $\mu\text{L}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e ingestión (cantidad de alimento ingerido por individuo por unidad de tiempo, medido en  $\mu\text{gC}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) de *B. angularis* alimentado con diferentes calidades y cantidades de *C. vulgaris*.

## Material y Métodos.

**Cultivo de *C. vulgaris*.** Se realizaron cultivos mono-específicos de *C. vulgaris* en medio Bold Basal con dos tratamientos (a) testigo, sin ningún tipo de complemento y (b) adicionado con medio enriquecido con Nano Crusta, nutrientes nanoencapsulados quelatados orgánicos derivados de extractos de rotíferos (Grupo Ataval S.A. de C.V.), a una concentración de  $1.6 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  (Benítez-Díaz Mirón *et al.* 2009). Cada tratamiento se realizó por triplicado, con un volumen final de 3 L, a una temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , con un fotoperiodo de 12:12 L:O, un pH de 8 y con aireación constante. La densidad del inóculo de *Chlorella* fue de  $1.0 \times 10^5 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$  (Pratt 1940). Diariamente se realizaron conteos para determinar la curva de crecimiento de la microalga en ambos tratamientos, hasta llegar a la fase exponencial. La medición de la densidad poblacional se realizó empleando una cámara de Neubauer (marca Erma Burkert-Turk, 4150) de 1/10 mm de profundidad. Cuando el cultivo de las microalgas alcanzó la fase exponencial, se llevó a cabo la cosecha.

Tabla 1. Producción por metro cúbico de microalgas.

Tratamiento	ESD ( $\mu\text{m}$ )	Densidad celular ( $\times 10^{12} \text{ cel}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Carbón ( $\text{gC}\cdot\text{m}^{-3}$ )
Testigo	8.03	20.19	162.04	32.41
Nano Crusta	8.76	26.25	229.99	46

**Carbono orgánico total.** Se evaluó el contenido carbono orgánico en las muestras de microalgas utilizadas con el factor de conversión de  $0.2 \text{ pg C}\cdot\mu\text{m}^{-3}$  (Wetzel y Likens 1991).

**Morfometría de *C. vulgaris*.** La caracterización morfométrica de las células de ambos tratamientos se realizó empleando un microscopio óptico Olympus BX50 con una cámara Lumenera Infinity 1 de 5 mpx. Las mediciones se realizaron empleando el software Image Pro v.7.1 de Media Cybernetics. Se realizaron montajes semipermanentes de las muestras de ambos tratamientos, en portaobjetos etiquetados, cubiertos con cubreobjetos y sellados, para evitar su desecación.

**Cultivo de *Brachionus angularis*.** Se realizaron cultivos monoclonales de *B. angularis* en medio EPA a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ .

**Alimentación de *B. angularis*.** Se evaluaron las tasas de aclaramiento e ingestión en la alimentación de *B. angularis* a diferentes densidades de *C. vulgaris* ( $2.5, 5$  y  $10 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) y calidades (enriquecida y no enriquecida con Nano Crusta).

**Análisis estadístico.** Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Para el análisis de los datos del crecimiento de ambos tratamientos se utilizó la prueba de Mann-Whitney U para dos muestras independientes suponiendo varianzas no homogéneas ( $p < 0.05$ ), empleando el programa estadístico Sigma-Plot v.12.

Resultados y Discusión.

*C. vulgaris* fue cosechada en los diferentes experimentos en el día 25. Los resultados de los conteos diarios expresados en una curva de crecimiento se muestran en la Figura 1.

En la presente investigación se encontró un incremento en la densidad de *C. vulgaris* con medio de cultivo Bold Basal enriquecido con Nano Crusta ( $1.6 \mu\text{L}^{-1}$ ). El cultivo testigo llegó a una densidad máxima de  $20.19 \pm 0.03 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$ , mientras que el tratamiento enriquecido tuvo una densidad máxima de  $26.25 \pm 0.12 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$ . El cultivo de *C. vulgaris* en medio Bold Basal enriquecido presentó un incremento en la densidad celular de un 30%, a diferencia del cultivo con medio Bold Basal. En cuanto al tamaño, las células de *C. vulgaris* cultivada en medio enriquecido tuvieron un tamaño 9% mayor a las células cultivadas en el tratamiento testigo. Esto también se vio reflejado en la producción de biomasa por metro cúbico, donde el tratamiento enriquecido produjo 41.3% más que el testigo.

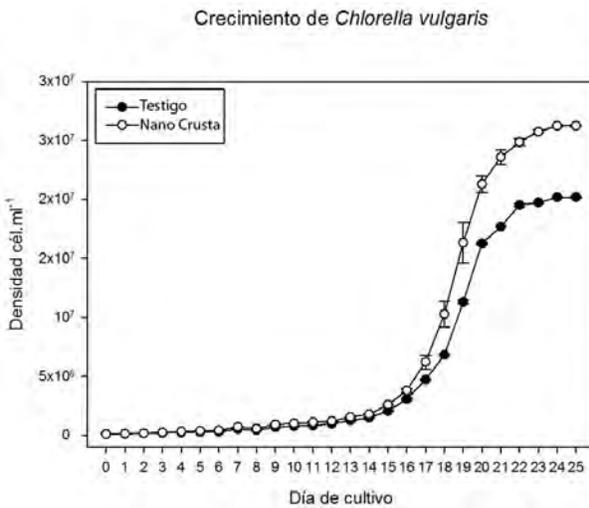


Figura 1. Curva de crecimiento de *C. vulgaris* con los tratamientos a y b.

Las características de los cultivos y la producción por metro cúbico de microalgas para ambos tratamientos, se muestra en la Tabla 1.

En cuanto a la biomasa consumida ( $\mu\text{gC}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) por *B. angularis*, los organismos alimentados con *C. vulgaris* enriquecida tuvieron un consumo de 17 a 25% menor que los organismos alimentados con microalgas no enriquecidas (Tabla 2). El menor consumo se presentó en los organismos alimentados con  $2.5 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$  de *C. vulgaris* enriquecida ( $1.01 \times 10^{-4} \mu\text{gC}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) y el mayor en los organismos alimentados con  $10 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$  de *C. vulgaris* no enriquecida ( $4.95 \times 10^{-4} \mu\text{gC}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Tabla 2. Tasas de ingestión de *C. vulgaris* en unidades de carbón.

Tratamiento	Densidad ( $\times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{mL}^{-1}$ )	ESD ( $\mu\text{m}$ )	Densidad inicial ( $\mu\text{g C}\cdot\text{mL}^{-1}$ )	Densidad final ( $\mu\text{g C}\cdot\text{mL}^{-1}$ )	Tasa de ingestión ( $\times 10^{-4} \mu\text{gC}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
Testigo	2.5	$3.26 \pm 0.8$	4.2	3.9	$1.23 \pm 0.10$
Nano Crusta		$3.25 \pm 0.8$	4.2	3.9	$1.01 \pm 0.07$
Testigo	5	$3.16 \pm 0.7$	7.6	7.3	$1.36 \pm 0.08$
Nano Crusta		$3.42 \pm 0.8$	9.6	9.3	$1.11 \pm 0.08$
Testigo	10	$3.27 \pm 0.8$	16.9	15.8	$4.95 \pm 0.12$
Nano Crusta		$3.31 \pm 0.8$	17.5	16.7	$3.68 \pm 0.12$

El utilizar Nano Crusta en el cultivo de *C. vulgaris* como alimento de *B. angularis* representaría se acortaría el tiempo de crecimiento, se tendría biomasa de mejor calidad, además de un ahorro en el volumen de cultivo de *C. vulgaris* de 0.02 a 0.11 m<sup>3</sup> diarios. Con esto, se establece que al utilizar Nano Crusta se reduciría el volumen requerido de cultivo en un 23%, lo que permitiría tener una reducción en el espacio necesario para la producción de alimento y optimizaría la capacidad instalada (espacio, equipo, recursos y tiempo, permitiendo producir un mayor número de rotíferos por unidad de producción.

## Conclusiones

El medio Bold Basal enriquecido con  $1.6 \mu\text{L}^{-1}$  de Nano Crusta® incrementa 30% la producción de biomasa de *C. vulgaris*, por lo que se recomienda utilizar este medio de cultivo en criaderos con una alta demanda de microalgas, con las siguientes ventajas:

- Aumento de la capacidad de producción (rendimiento y productividad) de la microalga
- Optimización del uso de espacios y equipos destinados a la producción de microalgas
- Reducción de costos
- Reducción en el volumen de agua utilizado en el cultivo, al producir una mayor biomasa por unidad de volumen.

Se observaron diferencias entre las tasas de aclaramiento e ingestión de *B. angularis* alimentado con *C. vulgaris* no enriquecida y enriquecida. Las tasas de aclaramiento e ingestión de *B. angularis* alimentado con *C. vulgaris* enriquecida fueron menores a las tasas de los organismos alimentados con microalgas no enriquecidas. Asimismo, la calidad del alimento influyó de manera significativa en el comportamiento de alimentación de *B. angularis*, ya que comen menos cantidad de microalga.

El utilizar Nano Crusta para producir alimento para *B. angularis* presenta las siguientes ventajas:

- Mayor calidad nutricia del alimento
- Menor cantidad de alimento necesario
- Reducción de espacios destinados a la producción de microalgas
- Optimización de la capacidad de producción instalada

La presente investigación provee de información acerca del comportamiento alimenticio de *B. angularis* y su respuesta a un alimento más nutritivo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del programa de cooperación México-Francia ECOS-ANUIES 2010-2014, para la formación de los estudiantes que participaron de este proyecto. MIBDM agradece el soporte financiero del CONACyT (227103/211598), para sus estudios del grado de Doctor en Ciencias Biológicas y de la Salud.

## Bibliografía.

1. Benítez-Díaz Mirón MI, ME Castellanos-Páez y G Garza-Mouriño. 2009. Increase of the rotifer *Brachionus patulus* biomass using different concentrations of *Chlorella vulgaris* enriched with micronutrients. World Aquaculture, 2009 Meeting Abstracts, Veracruz, México.
2. Castellanos-Páez ME, S Marañón-Herrera y G Garza-Mouriño. 1994. Modelo de crecimiento, longitud y anchura de *Brachionus plicatilis* (Müller, 1786), en tres razas asiáticas. Hidrobiológica 4(1-2): 9-14.
3. Kim BH, SK Hyung y J Soo-Gun. 2006. Effects of temperature, salinity, and diet on the growth and survival of the freshwater rotifer *Brachionus angularis*. Journal of Fisheries Science and Technology 9(4): 160-166.
4. Lim LC, P Dhert y P Sorgeloos. 2003. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. Aquaculture 227: 319-331.
5. Lubzens E. 1987. Raising rotifers for use in aquaculture. Hydrobiologia 147: 245 -255.

6. Mohr S y R Adrian. 2000. Functional Responses of the Rotifers *Brachionus calyciflorus* and *Barchonus rubens* feeding on armored and unarmored ciliates. *Limnology and Oceanography* 45(5): 1175-1180.
7. Ogata Y, Y Tokue, T Yoshikawa, A Hagiwara y H Kurokura. 2011. A Laotian strain of the rotifer *Brachionus angularis* holds promise as a food source for small-mouthed larvae of freshwater fish in aquaculture. *Aquaculture* 312: 72-76.
8. Parker R. 2012. Chapter 4: Managment practices for finfish. En: Parker, R. (Ed.). *Aquaculture science*. 3ra Edición, Delmar, 90-159.
9. Pratt R. 1940. Influence of the size of the inoculum on the growth of *Chlorella vulgaris* in freshly prepared culture medium. *American Journal of Botany* 27(1): 52-56.
10. Theilacker GH y AS Kimball. 1984. Comparative quality of rotifers and copepods as foods for larval fishes. *CalCOFI Reports* 25: 80-86.
11. Wetzel RG y GE. Likens. 1991. *Limnological Analyses*, Springer Science. 435 p.

# Condiciones de vida y salud en la colonia El Paraíso, asentamiento irregular en Santa Cruz Acalpixca, Xochimilco.

<sup>1</sup>R. Soto Castor, <sup>1</sup>A. Esquivel-Herrera, <sup>2</sup>J. Bazant Sánchez, <sup>3</sup>A. Granados-Cosme, y <sup>3</sup>S. López-Moreno.

<sup>1</sup>Departamento de El Hombre y su Ambiente. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Xochimilco;

<sup>2</sup>Departamento de Métodos y Sistemas. División de Ciencias y Artes para el Diseño, UAM-Xochimilco;

<sup>3</sup>Departamento de Atención a la Salud. División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

## Resumen.

El crecimiento desordenado de las grandes ciudades se acompaña con el incremento de demandas de la población para cubrir sus necesidades básicas. La falta de vivienda propicia el aumento poblacional por asentamientos irregulares con el consecuente déficit en los servicios urbanos y de salud; situación que provocan un impacto negativo en las condiciones de vida de la población, afectando de manera particular a los grupos más vulnerables de la sociedad, como es el caso de aquellos situados en la periferia de la ciudad donde las distintas condiciones sociales se relacionan directamente con la salud. La colonia El Paraíso se localiza en el Área de Conservación Ecológica, en terrenos que fueron parte del sistema chinampero, el cual ha sido reconocido como Patrimonio de la humanidad por la UNESCO. Esta colonia tiene el carácter de irregular. Para conocer las condiciones de vida y salud de los habitantes de este asentamiento, se aplicaron 203 encuestas a las amas de casa, se usaron nueve indicadores socioeconómicos asociados con la salud y se consultaron las variables e indicadores de las estadísticas básicas de los censos del INEGI. Los indicadores mostraron que las condiciones de vida en la colonia y las características de las viviendas influyen directamente sobre los tipos de enfermedades presentes en los habitantes de la misma. La ausencia de servicios municipales, reflejada en la presencia de tiraderos en la vía pública y la falta de drenaje, provocan que las enfermedades prevalentes sean las de tipo respiratorio y gastrointestinal; éstas también estuvieron relacionadas con el ingreso económico a nivel familiar. Cabe resaltar que los pobladores de la zona han realizado gestiones a partir de la organización y participación social para obtener servicios básicos y recursos materiales para las viviendas, como son: luz, agua potable, servicio de recolección de basura, pavimentación y alcantarillado y sobre todo, mejoramiento en los servicios de salud, los cuales han influido positivamente en la comunidad, aunque todavía son insuficientes.

Palabras clave: Asentamientos irregulares, condiciones de vida, zona chinampera, Santa Cruz Acalpixca.

## Abstract.

The uncontrolled growth of large cities is accompanied with increasing demands of the population for their basic needs. Homelessness encourages population growth in settlements with consequent deficits in urban and health services; situation causing a negative impact on the living conditions of the population, affecting in particular the most vulnerable groups in society way, such as those located on the periphery of the city where the different social conditions are directly related health. The colony Paradise is located in the Ecological Conservation Area, on lands that were part of chinampero system, which has been recognized as a World Heritage Site by UNESCO. This colony has the character of irregular. For living conditions and health of the inhabitants of this settlement, 203 surveys were applied to housewives nine socioeconomic indicators associated with health were used and the variables and indicators were consulted basic census statistics from INEGI. The indicators showed that the conditions of life in the colony and housing characteristics directly influence the types of these diseases in the inhabitants thereof. The absence of municipal services, reflected in the presence of piles on public roads and poor drainage, cause the prevailing diseases are respiratory and gastrointestinal; they were also related to family income level. It should be noted that the residents of the area have taken steps from the social organization and participation for basic services and material resources for housing, such as: electricity, water service, trash removal, paving and sewer and especially, improved health services, which have a positive impact on the community, although they are still insufficient.

Keywords: Irregular settlements, living conditions, chinampera area, Santa Cruz Acalpixca.

## Características particulares de la colonia El Paraíso.

Esta colonia se eligió como objeto de estudio por considerarla representativa de las condiciones particulares de un sector de la población establecido en la zona periférica de la ciudad de México, donde los terrenos estaban destinados hasta hace unos años a la producción agrícola de pequeña escala y actualmente han sido ocupados por asentamientos humanos de tipo irregular. Aquí los procesos de urbanización han tenido un ritmo acelerado y han jugado un papel determinante en la comunidad.

Esta zona puede ser considerada como un espacio de transición entre el medio rural y el urbano, en el que es posible seguir las primeras etapas de los procesos de organización de sus habitantes para poder contar con los servicios básicos. Por tratarse de un asentamiento irregular no se tiene acceso a la dotación de servicios por el municipio; sin embargo, los habitantes han tratado de resolver este problema a través de diversas formas: servicios voluntarios, recursos propios de los individuos y jornadas comunitarias además de presionar a las autoridades para poder acceder a algunos programas públicos. La mejora de las condiciones generales de vida y del estado de salud de esta comunidad se deben básicamente a la autogestión de los servicios.

### Marco histórico ambiental.

Santa Cruz Acalpíxca fue fundada hacia 1265, año en que se estableció Cuahilama, el primer señorío de Xochimilco. Durante el virreinato, Santa Cruz creció notablemente y sus casas de piedra o zacate (jacales) se extendieron por las faldas de Cuahilama, región que posee la riqueza arqueológica más importante de Xochimilco.

A la fecha, la división política de Santa Cruz Acalpíxca es de ocho barrios: Tepanco, Espiñaco, Tejomulco, Nahualapa, Ahuacatitla, Ojo de agua y el Centro; diez colonias: Juárez, Las Flores, Tezcalanco, Ahualapa, Xochitepanco, Chiliooco, Calpulco, El Huerto, Tejomulco y Tetitla. La colonia El Paraíso no se menciona por considerarse un asentamiento irregular.

Santa Cruz Acalpíxca, se encuentra a 2250 m sobre el nivel del mar. Tiene una superficie aproximada de 12 Km<sup>2</sup>, abarca una zona de Chinampería, La Joya y Los Cerros. Las tierras de la zona lacustre están ocupadas por chinampas, que cuentan con diversos cultivos, pues se emplea el sistema de riego, utilizando el agua de los canales; por otra parte, los cultivos que se encuentran en los lomeríos son estrictamente de temporal (Flores, 1993).

Actualmente, debido a las necesidades de vivienda en el Distrito Federal, la población que en su mayoría está asentada en la planicie, tiende a poblar de manera irregular las faldas del Cerro de Cuahilama. Además de recibir a otros habitantes que provienen de varios estados de la República Mexicana, de los cuales, la mayoría son de Michoacán, Veracruz, Guanajuato, Guadalajara, Oaxaca, Puebla, Hidalgo y Nayarit (Ruiz, 1992).

En relación con los servicios públicos, el pueblo de Santa Cruz Acalpíxca cuenta únicamente con un Centro de Salud tipo II y con lavaderos públicos, así como con una Coordinación auxiliar o Subdelegación, para atender las demandas ciudadanas.

### Tendencias territoriales y uso del suelo en la delegación Xochimilco.

El rápido desarrollo de la Ciudad de México propició la colonización de su periferia; en las orillas de la Delegación Xochimilco se concentró el crecimiento de núcleos de población de escasos recursos, dando como resultado la creación de nuevos asentamientos, entre ellos Santa Cruz Acalpíxca (a partir de los años 70), que pudieron acceder a lotes de bajo costo (aunque sin servicios), donde los habitantes se asentaron y construyeron sus viviendas en la medida en que sus posibilidades se lo permitieron. Dichos lotes se encontraban en sitios con malas condiciones de habitabilidad, sobre superficies de lomeríos y pendientes pronunciadas o en áreas sujetas a inundaciones.

Con el fin de solucionar esta problemática, el 27 de febrero de 1980 se aprobó el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de México, con lo cual se dio inicio a las acciones de ordenamiento y regulación, con 16 planes parciales para cada una de las delegaciones del Distrito Federal, siendo el de Xochimilco aprobado el 18 de diciembre de 1980.

En 1993, el 80 % de la población contaba con luz eléctrica de dos tipos, de alta y de baja tensión, que es con la que cuentan actualmente las viviendas. El 20 % restante no tenía suministro legal de la energía eléctrica, por lo que la adquirían a través de los cables de alta tensión. Santa Cruz Acalpíxca cuenta con 23 torres de alta tensión cuya fuente de energía está en la zona de Villa Coapa.

Hasta el año de 1993, existían 70 000 m<sup>2</sup> de pavimentación de las calles de un total de 82 000 m<sup>2</sup>; casi toda la zona central de la comunidad contaba con pavimento, agua potable, drenaje y luz, aunque no había banquetas, y las construcciones eran de un solo nivel y de materiales como cemento, tabicón y tabique, entre otros.

Como la mayor parte de la zona de Santa Cruz es de asentamientos irregulares, la principal demanda de los pobladores era la regularización de sus predios, con lo que buscaban conseguir su permanencia definitiva en el lugar.

## Procesos de expansión irregular y urbanización popular en zonas periféricas.

En México, la formación y crecimiento de colonias populares definidas como asentamientos irregulares, son la causa de al menos el 50% de la vivienda urbana en la actualidad, mediante la autoconstrucción.

Considerando el origen de la irregularidad de los asentamientos urbanos se desprende que no están constituidos solamente por los atributos físicos del suelo, sino también por las normas jurídicas y su interpretación, que regulan la propiedad del suelo y el proceso de urbanización. El significado actual de irregularidad en los procesos de organización popular, debe ser entendido en el contexto de formación de un modelo de urbanización, donde las colonias populares que en un lapso prolongado de tiempo permanecen en un sitio, posteriormente se convierten en instrumentos oficiales de control y regulación del desarrollo urbano de las colonias populares. En este sentido, la calificación y regularización de la urbanización popular reside en el significado cambiante de la organización popular desde la perspectiva del gobernante y la burocracia pública (Duhau, 1994).

De esta forma el fenómeno de urbanización popular ha crecido desmedidamente, de tal manera que se han creado mecanismos de control social y político, a través del acceso restringido a la tierra y a los servicios, donde en ocasiones las instancias de administración y gobierno comienzan a negar la introducción de ciertos servicios alegando la *irregularidad* de las colonias (Azuela, 1989).

Vivir en colonias fundadas ilegalmente o irregularmente a las orillas del área metropolitana dificulta el acceso a los principales centros de trabajo, estudio, recreación, servicios administrativos y centros de salud y encarece los servicios y el equipamiento urbano como acceso al agua, alumbrado público, alimentos subsidiados, escuelas, clínicas de salud, seguridad, transporte y otros. La condición de irregularidad sirve para aplazar la introducción de los servicios, lo cual se constituye en un mecanismo para ejercer un control sobre los habitantes, mediante la entrega condicionada de la tierra y de los servicios, sin considerar la reubicación de las familias. Otro problema para este aplazamiento es la indefinición de límites jurídicos y administrativos entre el estado de México y el Distrito Federal, y entre municipios y zonas de propiedad ejidal o comunal, lo que propicia la evasión de las autoridades para atender las necesidades de la población ahí asentada o genera su control en aras de intereses económicos y políticos (Bazant, 2001).



Figura 1. Ubicación de la colonia El Paraíso (Fuente: Estadísticas Básicas, AGEBS en INEGI, 1995).

El centro de la Ciudad de México y el anillo intermedio no han podido absorber la intensa demanda de vivienda de la población de bajos ingresos. Las tendencias de crecimiento urbano son hacia la periferia, donde hay terreno disponible a bajo costo y la topografía está formada por colinas o por áreas sujetas a inundaciones, porque las zonas planas han sido ocupadas previamente por las construcciones. En algunos casos, las colonias proletarias se han desarrollado debido a la acción de algunos promotores de bienes raíces (en su mayoría sin autorización legal), en donde grandes áreas de tierra, han sido subdivididas en lotes que característicamente carecen de servicios públicos.

Los grupos de bajos ingresos, no obstante su limitada capacidad de pago, se las han arreglado para comprar sus terrenos (Bazant, 1978). Además de que hay colonos y burócratas

municipales o agrarios y líderes que compran dos o más lotes, para mantener bajo su control superficies importantes de terreno en colonias en formación, con claros intereses especulativos, en busca del aumento del valor de los terrenos a través del trabajo de los colonos y del mismo poblamiento del lugar, para venderlos posteriormente a precios más altos (Legorreta, 1994 y Melé, 1994).

Los servicios urbanos o públicos como agua potable, drenaje, alcantarillado, transporte, recolección de basura y vigilancia pertenecen al ámbito de la política y gestión pública de las ciudades. Sin embargo, en

las colonias de tipo irregular involucran las estrategias de los propios pobladores de la localidad para subsanarlos (Coulomb, 1991).

En estas condiciones, es difícil esperar de los sectores populares un compromiso con una planeación en la cual no participen, y que aparece como una barrera a la satisfacción de sus necesidades básicas; sin apoyo de las autoridades es muy difícil la existencia de una planeación urbana para el desarrollo social (Pradilla, 1993).

Teniendo como marco de análisis los procesos anteriormente mencionados, éstos constituyen el antecedente de las condiciones actuales de la comunidad de estudio.

#### Condiciones actuales en la colonia El Paraíso.

Se realizó la verificación de las condiciones actuales de la colonia El Paraíso a partir de recorridos, de enero a julio de 2005, en donde se observaron y registraron las características de los servicios municipales y de las viviendas. Adicionalmente se levantó una encuesta a la población de este asentamiento de transición -entre lo rural y lo urbano-. El estudio comprendió una parte cualitativa y otra cuantitativa, donde se abordaron las condiciones materiales de la vivienda y condiciones de vida y los perfiles de enfermedad de la población.

Para realizar el levantamiento de datos en campo se seleccionó la encuesta ya que ésta posee un carácter descriptivo. La aplicación de la encuesta fue realizada en la comunidad de Santa Cruz Acalpixca en Xochimilco, para lo cual se seleccionaron las Unidades Geográficas Número 90130001 y las AGEB's 140-2 y 141-7 (Área Geográfica de Estadísticas Básicas) (INEGI, 1995), debido a que ambas corresponden precisamente a la colonia El Paraíso. Se aplicaron 203 encuestas dentro de las AGEB's mencionadas, cantidad que fue definida por el número de construcciones con uso habitacional dentro de la citada colonia, que corresponden al 25 % del total de viviendas (Figura 1).

Dentro de las variables y los indicadores contemplados en la encuesta se enlistan los siguientes: Ocupación, Situación de empleo, Transporte, Condiciones de la vivienda, Escolaridad, Seguridad social, Salud y Tipos de enfermedades recurrentes.

Finalmente se analizaron y discutieron los resultados de las observaciones realizadas en los recorridos de la colonia, así como de las encuestas.

#### Condiciones materiales de la colonia.

En relación con los problemas registrados en la Colonia El Paraíso, se pudo ver que los habitantes buscan ser propietarios de sus viviendas, para poder contar con espacios de resguardo y seguridad. Se trata de una población de bajos ingresos que recurre a la autoconstrucción. Ésta se realiza rápidamente, en algunos días o semanas, con lo mínimo indispensable para alojar a la familia, el resto depende del ingreso, capacidad de ahorro y tamaño de la familia, o en algunos casos de la red de amigos que pueden participar en su construcción.

La inestabilidad en el empleo y el bajo monto del salario limitan la posibilidad de invertir en el mejoramiento de la vivienda, por esta razón su terminación se alarga hasta por más de 10 años o indefinidamente. Al igual que en otras ciudades de América Latina, la autoconstrucción es la única forma de acceder a una vivienda propia para los trabajadores cuyos bajos ingresos e inestabilidad en el empleo les impiden ser sujetos de crédito bancario para casas-habitación en programas gubernamentales, por lo que el tipo de vivienda refleja las condiciones económicas de sus habitantes (Comboni y Juárez, 1992). Al no contar con alternativas adecuadas para el acceso de los sectores populares a la vivienda, éstos se han visto obligados a recurrir a procesos irregulares de apropiación, por fuera de las zonas autorizadas, sin apego a las normas de construcción, con un costo individual, social y ambiental excesivo, asociado a los sobrecostos de la dotación de infraestructura y servicios en estos lugares (Bazant, 1992).

En estas condiciones, la infraestructura y los servicios de las colonias populares son deficientes. En 1990, la Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología reconocía que a nivel nacional, el 29% de la población carecía

de agua potable, el 50% de drenaje y el 35% de energía eléctrica. Dado el alto grado de urbanización alcanzado, la mayor parte de éste déficit se ubicaba en las ciudades y, en particular, en las colonias populares irregulares (Schteingart, 1978, 1989).

Lo anterior pudo confirmarse de forma directa al encontrar una estrecha relación entre el nivel de ingreso económico de las familias y el tipo de materiales de construcción de las viviendas de la colonia El Paraíso. El material de los techos, paredes y piso de las viviendas fueron los indicadores más directamente relacionados con el nivel de ingreso de los pobladores, seguido del tipo de instalaciones sanitarias, de la disponibilidad de agua potable y de la energía eléctrica.

Se pudo observar que, de acuerdo con las condiciones materiales de las viviendas, los problemas más importantes son de tipo social, ecológico y de salud. Al enfrentar procesos de tipo administrativo y político por las características de irregularidad, los problemas más graves son la falta de servicios, en especial de drenaje, alcantarillado y pavimentación y aún cuando se ha avanzado en este rubro, falta mucho por hacer, principalmente porque la colonia se encuentra localizada dentro del Área Protegida de la delegación Xochimilco.

La falta de servicios por parte de la delegación es una forma de evitar el crecimiento de la mancha urbana; sin embargo, a pesar de que en la delegación se reconoce no tener contemplada la introducción de ningún tipo de servicios a la colonia, se han establecido vínculos con algunos de los representantes de la misma, para revisar esta situación.

#### Procedencia y Densidad Familiar.

La característica predominante de la estructura familiar de bajos ingresos es plurifamiliar, formada por dos o más núcleos familiares que comparten el lote o vivienda y generalmente tienen lazos sanguíneos y de familias extensas que incorporan a otros miembros dentro del núcleo familiar como la tía o el abuelo (Bazant, 2001).

Con relación a lo anterior, en la colonia El Paraíso se observaron, frecuentemente, patrones de estructura familiar con dos o hasta tres familias dentro de cada vivienda, con una tendencia hacia la falta de reconocimiento al jefe de familia, incluso con maltrato hacia éste. Otros conflictos al interior de las viviendas se derivaban del alcoholismo y la violencia, agudizados en gran parte por la situación precaria del ámbito doméstico familiar.

La expansión acelerada de la mancha urbana de la ciudad de México hacia las zonas conurbadas y periféricas trae consigo problemas administrativos, políticos, sociales y económicos relacionados con la dotación de servicios esenciales para mejorar la calidad de vida de sus habitantes: agua, luz, drenaje, servicio de limpia, recolección de basura, abasto, salud, educación empleo y transporte.

Por otra parte, con este fenómeno se ha incrementado la distancia entre el lugar de vivienda y el de trabajo, con consecuencias como la insuficiencia de los servicios de transporte, el incremento en el tiempo de desplazamiento, la fatiga de los trabajadores por el trayecto y el incremento en la inseguridad y delincuencia (Comboni y Juárez, 1992).

#### Condiciones de salud de los habitantes de la colonia El Paraíso.

La salud se relaciona con los problemas de urbanización y ecológicos, pues el cambio de uso de suelo impacta al equilibrio ambiental por la perturbación de los ecosistemas. Al tratarse de un asentamiento irregular, se carece de servicios e infraestructura elementales para el desarrollo adecuado de la población, como es el acceso al agua potable.

La mayoría de familias carecen de grifos de agua potable en sus lotes, y cuando acceden a ésta, es de mala calidad por su mal manejo de transporte almacenamiento y consumo. Dado que muchas familias la consumen sin hervir, quedan expuestas a la posibilidad de contaminarse con microorganismos productores de enfermedades gastrointestinales (Comboni y Juárez, 1992).

Lo anterior, se observó en los resultados obtenidos de la colonia El Paraíso en donde en primer lugar, se registraron enfermedades respiratorias, y en segundo enfermedades diarreicas o de tipo gastrointestinal afectando en mayor grado a los grupos más susceptibles como bebés y niños.

En estos asentamientos no hay drenaje de aguas negras ni de aguas pluviales, lo que obliga a los colonos a construir letrinas y pozos negros en el interior de sus lotes, con los peligros propios de la contaminación de los mantos freáticos o en su defecto, a que realicen la defecación al aire libre.

El hecho de que las calles no cuenten con sistemas de alcantarillado y de pavimento, favorece las inundaciones en época de lluvias, y las tolvaneras en tiempo de secas. Esta situación explica el carácter dominante de las enfermedades respiratorias, seguidas por las de tipo gastrointestinal y parasitarias, que se observan en la zona de estudio.

La ausencia del servicio municipal de recolección de basura, provoca que los pobladores creen tiraderos en la vía pública, lo cual no solo es fuente de contaminación del suelo y aire, sino que favorece la proliferación de fauna nociva para la salud humana como ratas y ratones.

El análisis del tipo de enfermedades de los habitantes de la colonia en relación con el ingreso económico, muestra que familias con ingresos de medio a dos y medio salarios mínimos presentan la mayor frecuencia de las enfermedades como gripe y tos y enfermedades diarreicas.

Respecto al tipo de enfermedades según el tipo de viviendas, la mayoría de los habitantes viven en casas, y a pesar de ello, las enfermedades que aquejan a éstos son gripe y tos, seguidas de las enfermedades diarreicas. Enfermedades como la gripe y la tos también afectan a los habitantes que viven en cuartos rentados y cuartos y viviendas de vecindad.

De acuerdo con el material del techo de la vivienda en relación al tipo de enfermedad, se observó que la gripe y la tos se vinculan estrechamente con las familias que poseen casas con techos de concreto. En segundo lugar se asocian con las que tienen láminas de asbesto y galvanizadas, lo cual predispone a este tipo de enfermedades, principalmente en la temporada de invierno.

En el caso del tipo de enfermedad y el número de personas por vivienda se obtuvo que de uno hasta cinco habitantes por vivienda se enferman comúnmente de gripe y tos, este mismo patrón se observó con las enfermedades diarreicas. En los casos de familias con hasta siete individuos, se observaron casos de hipertensión arterial, por incluir en el grupo a gente de mayor edad como los abuelos

En cuanto a la relación entre los tipos de enfermedad y las instalaciones sanitarias de las viviendas, se observó que el tipo de instalación sanitaria es independiente de los tipos de enfermedades, no importando si las instalaciones son con baño, letrina independiente o letrina común, aun cuando podría esperarse que las enfermedades diarreicas se encontrasen relacionadas con el tipo de instalación sanitaria.

De acuerdo con el acceso a la seguridad social se encontró, en primer lugar, que la mayor parte de los habitantes de la colonia asiste a los servicios de seguridad social de la Secretaría de Salud, aún cuando las clínicas estén lejanas a la zona, se mencionó una mayor preferencia por éstas, debido al costo de los servicios de salud y al tipo de prestaciones que los empleados desarrollan dentro de la producción.

También se encontró que los colonos se atienden en dispensarios y de forma privada en menor grado; sin embargo, mencionaron una preferencia por la calidad y atención de los servicios de la Secretaría de Salud, a los cuales catalogaron mayoritariamente como muy buenos, buenos y regulares. Se registraron pocos casos de asistencia a otros hospitales de primer nivel cuando se trata de enfermedades menos recurrentes.

*Un punto importante a destacar es que los colonos mencionaron en muchas ocasiones la necesidad de contar con un consultorio o pequeña clínica con servicios de urgencias, medicina y planificación familiar como primera necesidad en la colonia.*

## Consideraciones finales.

La problemática de la colonia El Paraíso se deriva de la irregularidad de la tenencia de la tierra por estar en una Zona Natural Protegida ubicada en el área periférica de la ciudad de México, razón por la que no se tiene acceso a los servicios urbanos municipales suficientes.

Del carácter de irregularidad se derivan consecuencias como la carencia de condiciones de salud, seguridad social y educación, a la vez que se generan procesos indeseables como el crecimiento anárquico y extensivo, especulación del suelo, falta de escuelas, destrucción de la naturaleza y contaminación del medio ambiente, entre otros, además de propiciarse fenómenos de violencia y delito.

Las demandas de los servicios de urbanización, como electrificación, agua potable y drenaje, han influido en la construcción de tejido social de la población. De acuerdo con la opinión de los encuestados, estas demandas implican organización y unión entre vecinos. Las calles son un espacio de integración social en la colonia El Paraíso, para mejorar la zona, por medio de la organización y participación social para resolver las necesidades colectivas. Se hacen reuniones de fin de semana en donde se informa de los logros alcanzados, y se designan tareas comunitarias de carácter obligatorio que realizan los varones, denominadas faenas.

En cuanto a la recreación es notoria la ausencia de espacios culturales, deportivos y otras actividades al aire libre. La mayoría de los habitantes -socializan con otros de su misma calle o colonia, creando sentido de pertenencia a un grupo social bien diferenciado.

El análisis de las condiciones de vida mostró que las familias donde las mujeres contribuyen al ingreso familiar se encuentran en mejores condiciones. Por esta razón, partiendo de la participación social, se contempla que podrían implementarse talleres de diversas actividades en los que las interesadas se capaciten para producir manualidades y comercializarlas, a fin de que se obtengan recursos monetarios por los productos elaborados, para que apoyen al ingreso familiar y se emancipen económicamente.

En la colonia El Paraíso, la participación popular se organiza para dar respuesta a las diferentes necesidades aunque de manera limitada y precaria, por lo que no se ha logrado aún en gran manera el bienestar colectivo. Aun así, esto les ha permitido enfrentar los problemas inmediatos, como la construcción de vías de acceso, alumbrado público y abastecimiento de algunos bienes. De cualquier forma ante la evaluación de distintos indicadores como ingreso, ocupación, vivienda, educación, salud, y alimentación entre otros, se observa que hay una progresiva consolidación en las condiciones materiales de la colonia El Paraíso a través de la organización y participación social.

## Referencias.

1. Azuela, A. 1989. La Ciudad, la Propiedad Privada y el Derecho. El Colegio de México.
2. Bazant, S. J. 1978. Tipología de la Vivienda Urbana. Editorial Diana. México. Bazant, S. J. 1992. Autoconstrucción de Viviendas Populares Editorial Trillas. México.
3. Bazant, S. J. 2001. Periferias Urbanas: Expansión Incontrolada de Bajos Ingresos y su Impacto en el Medio Ambiente. Editorial Trillas.
4. Comboni, S. S, Juárez, N. J. M. 1992. La Expansión Urbana en la Periferia de la Ciudad de México. Prácticas Sociales de los Habitantes del Valle de Chalco. Relaciones 7-8 Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
5. Coulomb, B. R. 1991. La Participación Popular en la Provisión de Servicios Urbanos ¿Estrategias de Supervivencia o prácticas autogestionarias? En: Schteingart, M. D. A. Género: Servicios Urbanos, Gestión local y Medio ambiente. El Colegio de México. México, D.F.
6. Duhau, E. 1994. Urbanización Popular y Orden Urbano, en Cambios Económicos y Periferia de las Grandes Ciudades, el caso de la Ciudad de México. (Comps) Hiernaux, N.D y Tomas. F. UAM-Xochimilco. México.

7. Flores, G. G. 1993. Informe de Servicio Social en Santa Cruz Acapulca. Estomatología Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud..
8. INEGI, 1995. Sistema para la Consulta de Información Censal SCINCE95.
9. Legorreta, J. 1994. Efectos Ambientales de la Expansión de la Ciudad de México. Centro de Ecología y Desarrollo, México.
10. Melé, P. 1994. Puebla, Urbanización y Políticas Urbanas. Universidad Autónoma de Puebla/ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.
11. Pradilla, C. E. 1993. Territorios en Crisis: México 1970-1992. UAM/RNIU, México.
12. Ruiz, S. N. 1992. Estudio de Comunidad e Informe Numérico y Narrativo del Servicio Social. Santa Cruz Acapulca: Jurisdicción Sanitaria No 10, Licenciatura en Estomatología. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
13. Schteingart, M. y G. Garza 1978. La Acción Habitacional del Estado en México. El Colegio de México.
14. Schteingart, M. 1989. Las Ciudades Latinoamericanas en la Crisis. Editorial Trillas.

# Los abuelitos campesinos de Zapotitlán.

Dr. M. Ortega Olivares

Profesor-investigador del Depto. de Relaciones Sociales.

Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México.

## Resumen.

Los viejos campesinos del pueblo de Zapotitlán que se ubicaba en las orillas del lago de Tláhuac-Xochimilco recuerdan la vida lacustre que conocieron en su infancia. Nos relatan la pureza del agua y la cosecha lacustre. La pesca en el lago para la preparación de tlapiques, la caza de patos con armadas y el guiso del ahuate. El empleo de fisgas para cazar ranas y como se preparaban en caldillo de jitomate.

Palabras clave: Abuelitos, campesinos, relatos, Zapotitlán.

## Abstract.

The old farmers Zapotitlán village that was located on the shores of Lake Xochimilco Tláhuac remember the lakeside life they knew in their childhood. We tell the purity of the lake water and harvest. Fishing in the lake for preparing tlapiques, duck hunting with armed and stew the ahuate. The use of harpoons to hunt frogs and prepared as in tomato sauce.

Keywords: Grandparents, peasants Stories Zapotitlán.

## Introducción.

El pueblo de Santiago Zapotitlán (*Tzapotitlan* en náhuatl) se localizaba en el momento de la conquista española en la orilla norte del lago de *Chalco-Xochimilco*. La comunidad cuenta con tierras de cultivo en lo que fue la ciénaga *Tempilulli* y conserva tierras de pequeña propiedad en la falda de los volcanes de la Sierra de Santa Catarina. Los antiguos campesinos han ido abandonado el cultivo de las tierras agrícolas ante el desecamiento de las lagunas y los bajos precios del maíz. El suelo de conservación ecológica de *Tláhuac* es codiciado por las empresas inmobiliarias y las organizaciones de los sin techo. Es común la venta ilegal de tierras de la reserva ecológica y el fraccionamiento clandestino del suelo, fenómeno que se ha incrementado por la introducción de una estación del servicio de transporte colectivo metro. Revisemos ahora la información arqueológica sobre la zona. Tolstoy descubrió hortalizas con forma de chinampa en el sitio *Terremote* ubicado en *Tlaltenco*, el pueblo contiguo a *Tzapotitlan*. Por lo que Niederberger infiere que desde la fase arqueológica *Ayotla* se cultivaban franjas lacustres poco profundas del lago (Niederberger, 1987a: 672). Armillas calcula que la productiva zona *chinampera* de los lagos de *Xochimilco* y *Chalco*, podía alimentar a cien mil personas (Armillas, 1983: 175). Con los productos que tributaba se sostenía la vida urbana en *Tenochtitlan*. Todavía en 1912 la producción media de maíz por hectárea de *chinampa* alcanzaba unos 80 hectolitros (Rojas, 1983: 189).

José Daniel Canuto Chavarría, campesino nacido en 1921 en *Tzapotitlan* recuerda que en la laguna de lo que hoy es la colonia Conchita en Tláhuac, crecían tres tipos de zacate: El *xacaltul*, el tule y la *sorbetana*. Después de cortarlos, los llevaban al pueblo en canoa y los tendían para secarlos. Con este material tejían techos de dos aguas, las paredes de sus chozas eran de adobe y el piso tierra. *Todos dormíamos amontonados en los petates*, nos comenta. En el pueblo no había bardas, sólo cercas formadas con piedras y órganos (cactus de crecimiento vertical). *Las cocinas eran de humo, el tlecuil o comal sobre tres piedras se calentaba con pura basura, como el acahual o malinal*.

## Labores de la mujer campesina en *Tzapotitlan*.

Las mujeres de *Tzapotitlan* cumplían la pesada carga de preparar el nixtamal, moler el maíz y hacer las tortillas, una anciana recuerda que:

- *Tenía una que echar tortillas para almorzar; luego hacer el quehacer de las casitas y el patio. Luego ya tanteaba la hora de hacer la comida, salsa, algún guisado y frijoles, para que vinieran a comer tortillas calientes. Y a las cinco y media otra vuelta a echar tortillas para cenar y a dormirse.*

Ahora en la tortillería automática ubicada en la plaza Juárez del pueblo, pueden conseguirse tortillas calientes hasta las cinco de la tarde, lo cual no es común en la ciudad de México. Desde muy pequeñas las niñas se preparaban para cocinar, como se puede apreciar en este relato:

*- Cuando era niña con mis amiguitas jugábamos a la comidita, pero de verdad. Hacíamos tamalitos chiquitos, una sacaba la manteca, el tomate, la sal y hacíamos los tamales, pero de verdolagas con chile, en cazuelitas.*

Aunque cuentan con estufas de gas, algunas abuelitas atesoran todavía los utensilios empleados en sus cocinas de humo como: el comal, el metate, el *metlapil* o brazo del metate, el molcajete o mortero de tres patas, con su tejolote para triturar; el aventador de petate para soplar la lumbre, el *nixcomitl* u olla para preparar el nixtamal, las ollas, las cazuelas, los platos y jarros de barro. También el *chiquihuite* o cesto para las tortillas y el machete. Usaban cucharas grandes de madera. En la época campesina de *Tzapotitlan*, las tortillas o *tlaxcales* se cocían en la cocina de humo que otorga a la comida un sabor muy especial. El comal descansaba sobre tres piedras de apoyo que formaban un *tlecuil*. Como combustible se usaba cañuelitas o matas de maíz y olotes. En la parte de atrás del comal se preparaban el nixtamal y los frijoles. También se usaban braseros de carbón, luego llegaron las estufas de petróleo y de gas, ahora es común que las nueras utilicen horno de microondas.

En la actualidad, las antiguas cocinas de humo cuentan con grandes parrillas de gas donde se guisan en grandes cantidades platillos para los banquetes ceremoniales. Cuando un jefe de familia acepta ser el cargo de mayordomo responsable de las fiestas patronales, las mujeres de su familia nuclear y ampliada saben que tendrán labor de sobra, para preparar las comidas de los invitados, las bandas musicales y los *castilleros*. A ellas les disgusta que a la hora del agradecimiento en el ritual del *Chavarrío*, sólo los hombres de la mayordomía suban al altar. Hay un reclamo generalizado para que la esposa acompañe a su marido, tanto al recibir como al entregar el cargo de la mayordomía.

Los frijoles se solían cocer en una olla de barro con *tequesquite*, para preparar el frijol quebrado o *cuatatapapas*. Se tostaban a medias en el comal, después los enjuagaban para enfriarlos y los quebraban con el *meclapil* (brazo) en el metate. Doña Tecla Ríos recomienda: *- lavarlos, ponerles su rama de epazote, su xoconoxtle y echarlos a la lumbre*. El *tequesquite* también se utilizaba para lavar la ropa pero ha sido desplazado por el cloro.

Apolonia Cresencia Peña Cruz a sus 77 años, recordó que cuando eran pobres:

*- Comíamos nopalitos, frijolitos, lentejitas, habitas, nopalitos tostados en el comal. Mi mamá nos daba cuatro tortillas para cuatro niños. La comida típica eran quelites, verdolagas, pepitas tostadas, calabacitas, flor de calabaza, alverjón, lentejitas. Si teníamos dinero un guisadito, tortas de huevo con chile verde, chilito con chicharrón.*

*Cada medio año teníamos que hacer tamalitos de frijol, luego para el domingo el arroz y el mole molido en metate.*

La receta del mole con guajolote de *Tzapotitlan* incluye: almendras, pasas, ciruela pasa, ajonjolí, pepita de calabaza, pepita de chile y chocolate. *Para cuarenta kilos de mole le echamos diez kilos de almendra, diez kilos de ajonjolí, doce kilos de pasa, cinco cuartillos de pepita de calabaza y cinco cuartillos de pepita de chile mulato, cuarenta panes, cuarenta tortillas, cinco cuartillos. Condimentado con clavo, anís, comino, ajo y cebolla.*

Guadalupe Chavarría Miramar de 76 años nos ofrece la receta para preparar *tlapiques*:

*- Los de pescado los hacemos con xoconoxtle, con epazote y cebolla. Preparar las ranas si era trabajoso. Con la ceniza de las tortillas limpiábamos la piel de la rana para quitarle todo el pellejo. La abríamos de la panza, les sacaban las tripas y se tenían que lavar bien. Se hacían tamales, pero lo más común era hacerlas en chile verde.*

Los platillos tradicionales de *Tzapotitlan* son el *ahuautli*, o hueva de mosco, el *mixmole* o salsa de pescado, los tamales de pescado o pato, los *metlapiques* de ranas, pescado, tripas de pollo o ajolotes. También los *acociles* y el *chileatole*. Para banquetes ceremoniales, fiestas patronales, bodas, quince años o bautizos, se prepara mole con guajolote o pollo, acompañado de arroz. Además se ofrecen frijoles, tortillas, tamales de frijol y *tamalates* preparados sólo con sal y manteca.

En Semana Santa se acostumbra el revoltijo o romeritos con tortas de camarón, tamales de judas con alverjón y *tequesquite*, pescado, chiles rellenos en guisado de jitomate con arroz rojo.

Para la ofrenda a los muertos, se le prepara al difunto su platillo favorito que puede ser: mole con pollo, arroz, tortillas, tamales, dulce de tejocote, calabaza en tacha, *necuatole*, arroz con leche. Chocolate y pan de muertos preparado en los hornos caseros del pueblo, con ingredientes escogidos por la propia ama de casa. En Navidad también se ofrece el revoltijo, ensalada de betabel con jícama, naranja, cacahuete y plátano. También el pollo enchilado. Con motivo del fin de año se consume guajolote o pollo al horno.

Entre los platillos que se consumían cotidianamente en *Tzapotitlan*, y que aún saben preparar las mujeres maduras del pueblo se encuentran: los ayocotes en adobo; los alverjones con nopales; el *ahuahtli* con nopales; charales con nopalitos en salsa verde; quesadillas de flor de calabaza, quesadillas de huitlacoche; *chileatole* de chile ancho o verde con elote; tamales de frijol, tamales de chile con carne de res o de pollo; atole de masa; atole de chocolate con leche. Además del atole de frijol quebrado, atole blanco con sal, *tlatloyos* de frijol preparados con *tequesquite*, tostadas de piedra de hormiguero al comal, tortillas tostadas con chile ancho para darle color, frijoles cocidos con sal, tortillas salidas del comal. También burritos de *xoconoxtle* picado con cebolla, cilantro, venas de chile y sal, elotes hervidos, menudo, habas con calabacitas, frijoles quebrados preparados con cilantro, cebolla y chile, pepitas de chile ancho con ajo y cebolla, quesadillas de cáscara de papa, papas con rajas, tortas de garbanzo, pato en mole de olla con lengua de vaca y *xoconoxtle*; pato asado o en tamales; conejo al mojo de ajo, en mole verde o en guajillo; y gorditas con crema.

#### Las gorderas de *Tzapotitlan*.

Las mujeres de *Tzapotitlan*, antes de la urbanización del pueblo destacaron como comerciantes. Las viudas, las mujeres solas y aquellas que tenían necesidades económicas, iban a vender al centro de la Ciudad de México y a los mercados de Jamaica, Iztapalapa, Xochimilco y Coyoacán, entre otros. Dejando encargados los niños más pequeños a las niñas más grandes. Lo mismo comerciaban maíz y hoja para tamales, que frijol o alimento para pájaros. También espinaca, cilantro y leche, pero sobre todo gorditas de maíz y tamales de elote.

*- Ponían su canasta de gorditas y a vender tlatloyos de frijol. También gorditas amantecadas: eran redondas y de maíz lavado. Le quitaban todo el pellejito al maíz antes de molerlo y les echaban manteca con queso a las tortillas. La tortilla popuyec era una memela amartajada del mismo maíz lavado.*

Hacían tostadas de masa molida con chile ancho, para que salieran coloraditas, las echaban en el comal y cuando empezaban a secarse les pasaba un olote para rayarlas por arriba. Otras gorditas eran triangulares con punta redonda, había de dulce y de sal con frijol. Las de puro elote se bañaban con miel de piloncillo y para que no mancharan las cubrían con la hoja de la calabaza recién cortada de su ayosuna o guía, dicen que es una hoja con forma de paraguas.

Doña Tecla Ríos todavía cultivaba el cilantro y la espinaca:

*- Mi vida era trabajar, hasta hace dos años todavía sembraba tomatito, así conseguía una venta, a veces un peoncito me ayudaba a cargar. Como no había dinero vendía mis cosas, uno que es pobrecito tiene que trabajar.*

#### El ciclo del cultivo del maíz.

El dos de febrero día de la Candelaria se acostumbraba llevar a la parroquia al Niño Dios en una charola junto con diez cuartillos de la semilla. Los que luego se revolvían con todo el maíz en la troje, para que recibiera la bendición. Desde el quince de febrero y hasta marzo, se acostumbraba barbechar, para que no crecieran hierbas como la flor blanca o aceitilla, el *acahual*, el *quintonil*, la espina llamada cola de ratón o *deceplina*, ni chicalote o amapola del camino (esta última se preparaba en infusión para aliviar la tos).

Una semana antes del primero de mayo era el marcado de surcos o la rayada. En la Cuenca de México la siembra iniciaba el primero de mayo, a tan sólo dos días del festejo de la Santa Cruz, porque: *- Si no llueve se pega el elote con la hoja, se desmaya la mata, ya no da mazorca sino un xilote chiquito. Sólo se recupera la caña, se dice que se agilea. Se pega el elote con la hoja, ya no da una mazorca, sino un xilote chiquito.*

Pero estas fechas ya no pueden respetarse: *- Ahora hay contaminación y lluvia ácida. Ha cambiado el tiempo, ya no alcanza el agua, por eso hay que sembrar con tiempo. Nos ha ido mal en dos o tres años. Antes en mayo ya estaba lloviendo y ahora hemos tenido que sembrar en junio, porque no llueve.*

Si el maíz se sembraba el primero de mayo, la mazorca comenzaba a xilotear en julio, al respecto uno de los agricultores originarios comenta:

*- En unos veinte días el xilote ya está gordo. Los xilotes sirven para hervirlos, se va a traerlos para que coma uno chileatole, pues es cuando está tiernito. El frijol se sembraba por ahí del 15 de julio y el maicito el día primero de mayo. Todas esas costumbres las agarra uno hasta la fecha.*

Continuemos con el ciclo agrícola anual, el día de la Santa Cruz también se sembraba calabaza, frijol y tomate en Tzapotitlan:

*- Pasando la fiesta de Todos Santos se cosechaba el frijol antes del maíz. Se cuida que el frijol no se infeste de conchola, pues estos animalitos se comen la mata. Antes lo quitaban manualmente sacudiéndolos al suelo para matarlos, pero ahora riegan insecticida con un aspersor. El frijol recolectado lo tienden en la azotea para que se pueda vainear, porque si no el frijolito queda aplastado como pachate. Se forman arcinas que son montones pero bien compuestos.*

Cuando el frijol se seca lo apalean para limpiarlo:

*- Con un cuilote, que es un palo seco y duro del árbol del pirul. Al pegar es como un resorte pero duelen las manos. Los ricos lo trillaban con sus animales. El frijol queda amarillo, dicen que van a comer amanegua, porque es frijol nuevo. Ahora después de levantar el frijol, entran los milperos a cuidar que no roben la milpa. Antes todos éramos de aquí y nos conocíamos. ¿Pues qué maldades se hacían? Nada más arrancar una caña que estaba amarillita. Pues órale a mascarla ¡porque elote, todos teníamos!*

Ya levantado el frijol queda libre la milpa del maíz para tumbarlo, para que no se desgrane.

*- El día once de diciembre te decían: ¡vamos a bajar el maíz! Luego a cotonear el maíz, cotonear es irlo despencando de la cañuela. Por ejemplo tiene uno el pixcador en la mano. El chiquito es el cacamatito son las mazorquitas chicas. Si aquí hay un grande y un chico, el chico se deja con el totomoxtle en la cañuela para que no cueste doble trabajo. El totomoxtle son las últimas hojas de la mazorca. Por eso a los últimos niños de la familia, también les llaman totomoxtle, porque son los últimos.*

Hay tres tipos de hojas del maíz: la externa que cubre al elote, esta chorreada y se usa para asar los tlapiques de pescado o tripas de pollo en el comal. La hoja de en medio sirve para envolver los tamales. Y la hoja interna que se pega al grano es el totomoxtle. Era costumbre ayudar a la gente pobre con la hoja, para que la vendieran por manajo.

*- Ya que se cotoneó el maicito, se va acarreado la cañuela. En los terrenos bajos, donde el maíz crece más que en los altos o pedregosos, se cortaban de 30 a 40 centímetros de la cañuela de la planta, para que lo usaran como combustible las amas de casa.*

El maíz ya cotoneado se amogota, es decir se forman montones parados de forma cónica, tal como lo explica don Benjamín Jiménez Ríos mi informante principal:

*- Se lo cargaba uno en los animales y los amogotaba en la casa. Ya para enero comenzaban a reventar el mogote, a deshojar la hoja para guardarla. Otros la vendían, pero del maíz sí se daba mucho. La mazorca se almacenaba en el coxcomate, que es una troje para guardar el maíz, donde le pega el aire para que no se agorroje. El coxcomate es un huacal formado con palos cuadrados*

*de dos metros cincuenta centímetros conocidos como cincolotes, que no se amarraban sino que se sostenían por la presión del maíz. Ya después se va bajando y deshojando poco a poco.*

La yunta.

De acuerdo con los abuelitos campesinos una yunta se compone de dos animales, el yugo, el collar, el palote, las cadenas que agarran al animal y el poste. Cada animal lleva su rienda y un filete en la boca para dirigirlo. Cuando los cultivos eran grandes, cada gañán o dueño de la yunta conseguía:

*- Su tlacotón: tres sembradores con una sola yunta, uno en medio y los otros a la derecha y a la izquierda. Primero se raja surco, luego el contlapan y el barbecho. Después se raya el surco con el arado criollo. Cuando viene la siembra se le pone una corona de pirú al arado criollo, para abrir más el surco. El surco ya se había marcado al rayarlo, pero en la siembra el timón se sube para que se entierre más la reja. Las cuñas se aprietan de tal manera que el arado abra un poco más y se entierre con la corona. Para que no estén parados sin hacer nada, las tres personas se reparten el surco para sembrar, hacen el tlacotón. El chiste es que los tres trabajen al parejo.*

A los quince días de la siembra se podía saber quién era el mejor sembrador, cuando brotaban las matas. Con el consabido prestigio para el más destacado y la descalificación al perdedor.

*Si los pájaros habían sacado la semilla se tenía que resembrar. Además se ponía un pequeño montón de tierra entre mata y mata de maíz, para que el frijol no quedara enterrado al pasar el arado. El tlacoalero era la persona encargada de llevar el almuerzo y el pulque a quienes labraban la tierra.*

En Tzapotitlan se prefería el arado criollo al extranjero: *- Con el arado criollo se avanza más rápido, en cambio el arado extranjero es de a dos vueltas para aflojar la tierra. Como el extranjero tiene un ala, en la primera vuelta avienta la tierra de un solo lado mientras que del otro lado sólo corta. Al venir de regreso vuelve a agarrar el ala y empareja el surco, lo estabiliza. Sin embargo consideran que: - Con el arado extranjero no se agarra cuamextle, porque todo se revuelve. En el caso del arado de madera si se logra el cuamextle gracias a su corona chica. Por eso a la hora de picar con la coa, no acostumbran sembrar en medio sólo que a media costillita. - Porque ahí es donde exorbe la humedad.*

El cuamextle es donde se unen las dos tierras. Si la semilla queda totalmente en el centro del surco se aprieta por la cantidad de agua. En cambio si pone del lado del cuamextle, la tierra floja evita que se apriete y su favorece su germinación. De lo contrario al apretarse la tierra por el agua, el maíz tarda más tiempo en salir o se encamarona.

*- Cuando hay un aguacero y deja de llover se dice que la semilla se encamarona, porque la capa de tierra fina lo aprieta y al secarse se endurece. Como la parte de arriba está dura al germinar el maíz no puede brotar; busca una salida, hace un curvita y ahí se enrosca.*

Después es la labor del aradillo:

*- Ya que el maicito está de buen tamaño se le da el aradillo. El aradillo es el primer trabajo, después entran los dos arados. Se desyerba. Y como último trabajo se realiza el cajón. Antes de espigar se le da su última labor, con el arado criollo de madera al que se le ponen dos tablas en forma triangular para que entre el pico. Las alas van abriendo a los dos lados y ponen más tierra a las plantas, se refuerza el maíz para que resista los fuertes vientos.*

El frijol se siembra entre dos matas de maíz, tal como lo describe este campesino: *- El frijolito se le echa en medio de la mata, como a un metro, ese es el sobernal, el frijolito en medio del maíz. Porque si quiere uno sembrar un lote con puro frijol, ahí no va revuelto.*

## Palanqueros y Alabanzas.

El arduo trabajo y la lucha contra las plagas y granizo daban sus frutos. Aproximadamente ocho días después de la celebración de Fieles Difuntos, los campesinos del pueblo iban a levantar su cosecha de maíz. Don Melitón Barrientos, integrante de los Santiagueros que nació en 1920, recuerda la forma en que se organizaban para la pizca del maíz:

*- Para la pizca primero se calculaba el tramo de milpa que se iba a pizar; en ese tramo se iba abriendo el carril para dejar una costalera. Se hacía el primero, luego el segundo hasta el tercero, para ir vaciando la mazorca que uno juntaba. Ya de ahí otra vuelta, si daba tiempo caminaba uno más para allá. Y otra vuelta a volver a vaciar en ese mismo lugar, por eso le decíamos la parada. En la parada una persona iba cerrando los costales. Ya que acababa ese tramo se pasaba al segundo. Una persona iba cambiando de la parada uno a la segunda.*

*Dejaba uno, un reglamento de unos quince costales en un tramo, luego otros quince en otro y otros quince en otro. Ya que se cerraban esos quince se volvían a poner más para ahí mismo. Entonces el Paradero, que así le nombrábamos al señor que estaba en la estación, tenía que gritar: -¡Órale pa'lanque vengan a vaciar! Y hay íbamos a vaciar. Otra vuelta a seguir pa'lanque y órale; a la otra parada lo mismo: -¡Esos cantadores vengan a vaciar! Mi hijo Vicente me ha preguntado: -¿Y él qué cantaba también dirigía la pizca? No, uno la llevaba y los otros respondían, mientras seguían pizcando en el ramo donde iban.*

Don Melitón me dijo que si uno era curioso al rejuntar la cosecha se echaban las alabanzas.

*- Los ricachoncitos, eran los que alquilaban peones. ¡Y órale! A echar alabanzas todo el santo día, bueno de las seis a la dos, ese era el horario. Cante y cante... Eso lo hacían con Emilio Martínez y aquí con don Luís Martínez.*

En la pizca organizada por el patrón Emilio Martínez, quince peones o carajos que recogían la semilla de los primeros surcos con sus ayates, cantaban estas alabanzas:

*Dueños: - Ave María Purísima.  
Peones: - Sin pecado concebida. (Se persignaban)  
Otra alabanza:  
En la punta de aquel cerro  
tengo una pluma de un gallo  
Todos: ¡Viva! ¡Viva mi patrón Santiago!  
Vuela, vuela palomita  
en su piquito llevaba  
Todos: ¡Viva mi patrón Santiago!*

El costalero o *Tepanero* era el personaje que iba cosiendo los sacos llenos de maíz, quien voceaba: - ¡Órale mis cantadores! ¡Vengan a vacear! Escuchemos otra alabanza de cosecha:

*Ave María Purísima.  
Vamos al nombre de Dios.  
Ya comienza la alegría.  
Ya comienza la alegría.  
Y todos digan que viva,  
¡Viva la Virgen María!  
¡Vuela, vuela palomita!  
¡Pa'lanque!  
¡Esos palanqueros vengan a vacear!"*

Don Melitón recordó que era bonito cantar las alabanzas pues laboraban cante y cante. Y se quejó de que ahora ya ni a los muertos les echan los alabados:

*- Éramos como doce o quince personas quienes teníamos que ir a pizar con don Emilio Martínez, acabábamos hasta diciembre de cosechar su maíz. Al acabar la última cosecha, hacía una borregada con barbacoa. Después nos prestaba como si fuéramos animales con Soledad Jiménez.*

## Usos del maíz.

La raíz del maíz se ocupaba como leña. Si la planta rebasaba dos o dos cincuenta metros al final de la cosecha, se recortaba el tallo a unos cuarenta centímetros sobre el suelo. Ese tronco se dejaba secar totalmente y luego al rajar surco -al contlapanear- se sacudía el tronco y se recogía: *-Contlapanear, es rajar surco para ventilar la tierra, para que a los microbios los mate el frío y el pájaro coma al gusano.*

La cañuela también se usaba para dar comer a los animales y como combustible en el *tlecuil* y para cocer las tortillas en el comal. Según otro de los abuelitos entrevistados:

*- La mazorca tiene tres partes: la cola, es decir el tramo de dientes de abajo, es para preparar el nixtamal y hacer las tortillas. La de en medio es el marcenio, se usa como semilla y se siembra en mayo. La de la punta es alimento para los puercos o para sembrar las tierras del ejido en abril.*

Por las diferentes condiciones de humedad, eran distintas las fechas de siembra en el cerro y en la ciénega, en esta última se sembraba en Semana Santa. Conviene recordar que las gruesas hojas externas de la mazorca se usan para preparar los *talpixques*. Es una hoja que queda manchada *chorreada* porque soporta las inclemencias del tiempo. Por eso sirve para asar en el comal los tamales o *talpixques* de tripas o pescado. La hoja interior, la limpia se usa para el tamal de masa o de frijol.

*- A la hoja se le echan sus frijolitos, esa bolita de masa la va usted enredando, que no dé vueltecitas, lo va enredando y le queda el tamalito, luego mete las puntitas para que no se le deshaga.*

La hoja pegada a la mazorca que como ya hemos visto se llama *totomoxtle*, también se usa como alimento para los animales.

Los olotes sirven para quemarlos y para hacer una olotera circular donde se desgrana la mazorca a dos manos. Las primeras mazorcas se desgranán, se separan los olotes de buen tamaño y con unos aros de alambre, se rellenan unos contra otros, para darle estabilidad y forma. *- Se cortaban a equis tamaño y se entre cabeceaban los olotes para que quedaran las partes de afuera a las orillas.*

El *xilote* es el centro del elote, es decir el olote. Es la primera parte que brota, de él se desprenden los granos de maíz que van creciendo hasta llenarlo totalmente. Por eso se distingue el *xilote* propiamente dicho del *xilote* gordo. Es un *xilote* cuando la mazorca está llena, pero aún se conserva tierna. En ese momento se corta para el *chileatole* o para preparar el elote hervido. Cuando el *xilote* ya está más maduro, antes de que se endurezca totalmente, se desgrana y se hacen las famosas gorditas o tortillas de elote.

El *huitlacoche* es un hongo que crece en el maíz, para comerlo se limpia con un trapo húmedo, se rebana y se fríe con cebolla finamente picada, chiles de árbol, sal, una ramita de epazote y se deja sazonar a fuego manso.

## Tlaxcale o Tortilla.

Antes de preparar la masa para las tortillas el maíz se debe *nixtamalizar* con cal, procedimiento que además de quitarle el pericarpio o pellejito, eleva la calidad de la proteína más digestible del maíz (Bonfil, 1982: 24). Veamos cómo se preparaba el nixtamal en el pueblo de *Tzapotitlan*.

*- El maíz sirve para los molinos, le ponen nixtamal y a vender. Un nixcomil es un bote de 18 litros, medíamos seis cuartillos de maíz y órale a echarle una feria de cal, la medida del cuartillo era una lata de sardina. Anteriormente las señoras tenían por medida un puño para un cuartillo de maíz. Si se iban a poner cinco cuartillos, las señoras agarraban cinco puños de cal. Lo batían en una cubetita y dejaban que se asentara; la agüita la vaciaban. Iba quedando el residuo de la cal en el calero, lo dejaban que se asentara y ya le echaban la pura agüita al gusto.*

No hay que confundirse, pues los entrevistados usaron la misma palabra *nixcomil* tanto para la preparación del *nixtamal* como para las grandes ollas de barro donde lo preparaban. Don Guadalupe García de 88 años advierte que ahora se usan botes alcohólicos, pero antes se usaban las ollas de *nixcomil* y que:

*- El nixtamal se ponía en unos platos de barro grandototes, que les decían platos putos.*

En algunos lugares de la Cuenca de México donde la tierra es salina, al llover se hacen charcos y al secarse se forman costras. Es el *tequesquite*, todavía hay personas que se dedican a recolectarlo. Y lo venden en tianguis y mercados, sirve para los preparar los frijoles, la calabaza y para disolver la cal del nixtamal:

*- La cal antes no era de calidra, iban a comprar cal de piedra a los tianguis grandes de Coyoacán, Xochimilco, Chalco. Hacían un montoncito de cal y le echaban agua de tequesquite, para que se partiera y se hiciera polvo.*

Las señoras calculaban la cantidad de cal, para que el *nixtamal* quedara *nejo*. *Nejo* quiere decir que la masa sale un tanto amarilla por la cantidad de cal que contiene. Si se quiere masa blanca se tienen que lavar muy bien el *nixtamal*, porque todavía le queda un pellejo. El maíz bien cocido queda blanco, pero si no se pela el grano y se deja con la cáscara, la masa queda amarilla. La masa blanca se usa en *Tzapotitlan* para preparar las gorditas, con manteca y queso. Para evitar que la masa se agriara y se conservara un poco más, necesitaban un *nixtamal nejo* por eso le agregaban más cal. Si se usaba menos cal, la masa era para un consumo inmediato.

*Tlaxcale* es el nombre de la tortilla en náhuatl, en mexicano. En el pueblo se preparaban gorditas triangulares, eran de elote o rellenas de frijol. Se comían con miel de piloncillo y se preparaban sobre hojas de calabaza. Había unas tostadas especiales en *Tzapotitlan*, que se hacían así:

*- Se preparaba nixtamal con maíz maduro, se lleva a moler y se mezclaba con chile ancho, para colorear la masa. Luego se hacía unas memelas, pero al tenderlas en el comal, se rayaban con trocito de elote y quedan esgrafiadas, doraditas y ricas. También preparaban tortillas de masa martajada.*

El maíz colorado se usa para hacer el *pinole*, quien no lo conoce supone que está podrido. Este maíz se tuesta y luego se muele, sirve para preparar un atole que dicen es muy sabroso, al respecto me comentaron que: *- Sólo las viejitas que conocen lo pueden elaborar, porque si se quema, toma un sabor amargo.*

Hay maíz blanco, azul y colorado. Pero si usted siembra cerca maíz azul y blanco dicen que *- se pasa por el aire y sale pinto*. Pues una sola mata pinta a las demás.

Todo se utiliza del maíz, los cabellitos dorados del elote sirven como diurético: *- Los pelitos de elote sirven para el dolor de riñones, se hierven, se dejan serenar y la infusión se bebe en ayunas como agua de tiempo.*

El *chahuixtle*.

En *Tzapotitlan* se le llama *chahuixtle* a un gusano amarillento parecido a una hoja seca. La plaga ataca las hojas cuando hace mucho calor. La mata del maíz apenas alcanza unos treinta o cuarenta centímetros, se va secando y ya no brota el elote. Los campesinos van pelando las hojas y las amontonan, no debe quedar tirada porque la plaga vuelve a subir. Hay que tener cuidado porque:

*- El chahuixtle mata al grano, empieza desde abajo y va a terminar hasta la espiga, lo seca por completo. Orita se ha terminado, porque ya no hay siembras.*

*Antes el aire y los remolinos traiban al chahuixtle. Ahora con tanta vivienda, ya ni remolinos hay. A 'según las personas de aquellos tiempos, los remolinos, los vientos de la tierra, son unas personas, son seres lloviendo, porque a 'según es un hombre el que levanta a todos.*

*Hubo un tiempo -hace más de veinte años- que llegó una plaga que le pusieron soldado. Eso ya no tenía remedio, ni las vacas se lo comían, se comía toda la hoja que es la pastura del rastrojo, no 'más quedaba el tronco. A 'según ese animal lo trajo un eclipse de luna, acabó con todo lo verde, empezó con el pasto, con toda la hierba que encontró, con el maíz, dejó pelón todo. Entonces hubo una bendición del cura, pero no se terminó hasta que se acabó la temporada.*

*Cuando los terrenos que se amarillan, hay que echar veneno, para sacar el ratón, la ardilla o el hurón, porque todavía hay estos animales que sacan el maíz.*

## Bibliografía.

1. Armillas, Pedro (1983), "Jardines en los pantanos". En Rojas, Teresa (editora), *La agricultura chinampera*, México: Universidad Autónoma de Chapingo.
2. Bonfil, Guillermo (1982), *El Maíz*, México: Museo Nacional de Culturas Populares.
3. Niederberger, Christine (1987a), *Paleopaysages et archeologie pre-urbanine du basi de Mexico*, tomos I y II, México: Collection Etudes Mesoaméricaines I-II, Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines.
4. Ortega, Mario (septiembre 2001), *Telefonistas y campesinos e Santiago Tzapotitlan*, México: Escuela Nacional de Antropología e Historia, ponencia.
5. Rojas, Teresa editora (1983), *La agricultura chinampera*, México: Universidad Autónoma de Chapingo.

# Si se pierden las chinampas, muere el alma de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco<sup>1</sup>.

G. Landázuri Benítez

Profesora-investigadora del Depto. de Política y Cultura.

Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México.

## Resumen.

En San Gregorio Atlapulco, la alta fertilidad de los suelos, hizo de la agricultura la principal actividad económica de la localidad e importante abastecedora de hortalizas y flores de la actual Ciudad de México hasta hace unas décadas. Estas cualidades no sólo son relevantes en términos económicos, sino también en el ámbito social y cultural, pues implicó una organización social y familiar que hasta la fecha conserva un acervo de conocimientos aprendido generación tras generación. Su relevancia como zona productora de flores y hortalizas, como las lechugas, rábanos, espinacas, verdolagas..., continúa hasta nuestros días, a pesar de que su extensión se ha reducido considerablemente y sus condiciones están en un deterioro creciente. El clamor general en diversas entrevistas y encuestas realizadas en San Gregorio Atlapulco es la urgencia de enfrentar el problema del agua de los canales, que son la fuente primordial de la producción chinampera. Y es que las chinampas, no sólo son espacios productivos, sino referentes identitarios, geosímbolos, patrimonio cultural y natural, reconocido por la UNESCO. En el caso de la producción chinampera, la constancia de ciertas estrategias familiares campesinas en una población rural urbana, que está siendo devorada por la metrópoli, nos muestra no sólo las implicaciones económicas de la producción de hortalizas y flores, sino también los referentes culturales e identitarios que explican en buena medida la continuación productiva, y el sentido que porta la actividad misma en términos de cohesión familiar y social. Como en muchos lugares que se organizaron en función de una actividad productiva – zonas cañeras, mineras, pesca, por ejemplo- la modificación del espacio productivo o la cancelación de la actividad misma, implica un desgarramiento económico, social y cultural. Este trabajo se propone mostrar muchos de esos aspectos que le dan vida y sentidos a una actividad productiva y a los sujetos que la practican.

Palabras clave: Chinampas, identidad, sociedad, San Gregorio, Xochimilco

## Abstract.

In San Gregorio Atlapulco, high soil fertility, agriculture was the main economic activity of the town and important supplier of vegetables and flowers present City of Mexico until a few decades ago. These qualities are not only relevant in economic terms, but also in the social and cultural field, as implied a social and family organization so far retains a wealth of knowledge learned generation after generation. His prominence as a growing area of flowers and vegetables, such as lettuce, radishes, spinach, purslane ..., continues to this day, despite its size has been considerably reduced and the conditions they are in a deteriorating. The general clamor in interviews and surveys conducted in San Gregorio Atlapulco is the urgency of addressing the problem of water in the canals, which are the primary source of production chinampas. And is that the chinampas, spaces are not only productive but identity references, geosymbols, cultural and natural heritage recognized by UNESCO. In the case of production chinampas, the constancy of certain peasant family strategies in rural and urban populations, being devoured by the metropolis, shows us not only the economics of the production of vegetables and flowers, but also the cultural references and identity that largely explain the productive then and sense carrying the same activity in terms of family and social cohesion. Like many places that were organized in terms of a productive activity - sugarcane areas, mining, fishing, for example modifying the productive space or cancellation of the activity itself, involves an economic, social and cultural tearing. This work aims to show many of these aspects that give life and meaning to a productive activity and subjects who practice it.

Keywords: Chinampas, identity, society, San Gregorio, Xochimilco.

## Introducción.

“El agua es el alma de las chinampas” decía hace unas semanas un cooperativista de las trajineras de Xochimilco y yo agregaría que las chinampas, como ecosistema, ha sido el alma de los pueblos de la zona lacustre de Xochimilco. De allí que si se pierden, no sólo se pierde un espacio productivo, sino todo un acervo de conocimientos, memoria afectiva, patrimonio cultural y natural de la humanidad.

Ya hace algunos años un grupo de jóvenes elaboraron un documental intitulado, “San Gregorio Atlapulco un pueblo que se extingue”.

En San Gregorio Atlapulco, pueblo en el que he centrado mis estudios recientes, la alta fertilidad de los suelos, hizo de la agricultura la principal actividad económica de la localidad e importante abastecedora de hortalizas y flores de la actual Ciudad de México hasta hace unas décadas.

Estas cualidades no sólo son relevantes en términos económicos, sino también en el ámbito sociocultural, pues implicó una organización social y familiar que hasta la fecha conserva un acervo de conocimientos aprendidos generación tras generación.

---

<sup>1</sup> Se retoma material de diversas ponencias y publicaciones de la autora, en ocasiones en coautoría con Liliana López Levi. Ver bibliografía.

Su relevancia como zona productora de flores y hortalizas, como las lechugas, rábanos, espinacas, cilantro, verdolagas y otras especies "gourmet", continúa hasta nuestros días, a pesar de que su extensión se ha reducido considerablemente y sus condiciones están en un deterioro creciente.

El clamor general en diversas entrevistas y encuestas realizadas en San Gregorio Atlapulco es la urgencia de enfrentar el problema del agua de los canales, que son la fuente primordial del sistema de producción chinampero y de frenar el crecimiento de la mancha urbana sobre esa zona.



Figura 1. Cosecha de lechugas, San Gregorio Atlapulco, Xochimilco 2008 (Foto de Gisela Landázuri).

Las chinampas, no sólo son espacios productivos, sino referentes identitarios, geosímbolos, patrimonio cultural y natural, reconocido por la UNESCO. En el caso de la producción chinampera, la constancia de ciertas estrategias familiares campesinas en una población rururbana, que está siendo devorada por la metrópoli, nos muestra no sólo las implicaciones económicas de la producción de hortalizas y flores, sino también los referentes culturales e identitarios que explican en buena medida la continuación productiva, y el sentido que porta la actividad misma en términos de cohesión familiar y social, de relación con la naturaleza.

Como en muchos lugares que se organizaron en función de una actividad productiva – zonas cañeras, mineras, pesca, por ejemplo- la modificación del espacio productivo o la cancelación de la actividad misma, implica un desgarramiento económico, social y cultural.

Este trabajo se propone mostrar muchos de esos aspectos que le dan vida y sentidos a una actividad productiva y a los sujetos que la practican.

## 1. Las chinampas como espacio productivo.

La chinampa como sistema productivo viene desde tiempos prehispánicos y ha sobrevivido por más de quinientos años.

La zona chinampera que se despliega al sur del Valle de México sobre el lago de Xochimilco, es una zona agrícola muy peculiar, por su geología, una llanura lacustre en la que porciones de tierra están circundadas por canales hidráulicos. Este complejo fue construido por la mano humana desde hace siglos, a base de lodo, materiales vegetales y árboles ahuejotes. Su estructura rectangular permitía la humedad por filtración (González, 2010), sin embargo, en la actualidad, debido a las características del suelo y al nivel del agua en los canales, se ha tenido que recurrir al riego y al bombeo de agua.

En San Gregorio Atlapulco, la construcción de las chinampas permitió a la región contar con suelos de alta fertilidad, haciendo de la agricultura la principal actividad económica de la localidad.

Su relevancia como zona productora de flores y hortalizas, continúa hasta nuestros días, a pesar de que la extensión de las chinampas cultivadas se ha reducido considerablemente, ya que se encuentran en un deterioro creciente.

Fue en el siglo XX que una serie de obras hidráulicas, para satisfacer las necesidades de la Ciudad de México, modificaron y dañaron seriamente esta zona: la construcción del acueducto para conducir agua desde los manantiales de Xochimilco hasta la Ciudad de México, los pozos artesanos que succionan el agua de la zona y obras en el Gran Canal de desagüe.

*...antes para bajar a la chinampería tenía que entrar uno con canoa para poder circular o con un buen remo para ir brincando los canales más anchos... todas las chinampas estaban y están divididas por zanjas, pero a raíz de que empezaron los pozos artesanos se acabó el agua, la*



Figura 2. Desagüe en los canales de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco (A, foto de Félix Venancio), y canales contaminados de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco (B, foto de David Jiménez).

*succionaron toda y ahora con el agua que trabajamos es agua tratada. Nada más que a raíz de los temblores también ha surgido otro problema: se ha inclinado la tierra chinampera hacia el ejido, hacia el norte pues, esta parte del sur era más baja (Entrevista a AR).*

El lugar de las chinampas en la historia regional y en el paisaje de la cuenca de México ha marcado una tradición e identidad que va más allá de los grupos campesinos y que ha sido de particular importancia no sólo para San Gregorio Atlapulco, sino para Xochimilco que en 1987 obtuvo el reconocimiento de la UNESCO como "Patrimonio de la Humanidad" y en México, en 1992, como "Área Natural Protegida".

Si bien la fertilidad de esas tierras y la disponibilidad de agua permiten una agricultura de alto rendimiento, la dimensión de las parcelas de 1000 y 2000 m<sup>2</sup> y las formas tradicionales de producción definen pequeñas unidades de producción familiares, a pesar de la importancia del trabajo asalariado que utilizan.

Hay una gran variedad de productores, que se diferencian por su acceso a la tierra (propietarios o arrendatarios), por la inclusión o no del trabajo familiar, por el volumen de su producción, por las vías de comercialización de sus hortalizas, por la contratación temporal o permanente de fuerza de trabajo, por la generación a la que pertenecen, todos ellos comparten una pasión en su relación con la tierra, con la naturaleza y su experiencia condensa un conocimiento milenario en el manejo de la chinampa.

A pesar de que San Gregorio Atlapulco es una zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico, el territorio y su espacio natural están en riesgo ecológico por la pérdida de ríos y manantiales, por el hundimiento del suelo en la región, el deterioro de las tierras agrícolas, la contaminación, la presencia de especies parásitas, las descargas de aguas residuales, agravadas por la permeabilidad del suelo que propicia el contacto de aguas negras con los mantos acuíferos, la pérdida de terrenos agrícolas y su sustitución por espacios habitacionales, los asentamientos irregulares, el cambio en las actividades



Figura 3. San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, 2008 (Foto de Gisela Landázuri).

productivas, en donde se incrementa la población ocupada en actividades secundarias y terciarias (González, 2010).

## 2. Las chinampas como territorio.

En el caso de San Gregorio Atlapulco como en el de muchos pueblos de la ciudad de México que se proclaman originarios, el asunto de arraigo a la tierra, a las costumbres, a la identidad que los hermana con vecinos, parientes y ancestros, ha frenado esa conversión de lo rural a lo urbano.

Si bien ha habido momentos en que se ha abandonado la actividad agrícola chinampera, privilegiando la ocupación laboral urbana, sin embargo, no se ha perdido totalmente la relación con la tierra, de hecho se ha defendido ante el intento de expropiación para uso urbano. Tampoco dejaron de practicarse una serie de actividades sociales y culturales, propias de comunidades rurales, que fortalecen su cohesión social y su identidad, como son las fiestas religiosas populares.

Por cierto, cuando en las últimas décadas, se estrechan las alternativas asalariadas urbanas, se voltea la mirada a las chinampas, como opción económica frente a la crisis.

Por otro lado, es interesante constatar que los miembros de la generación que buscó en la ciudad mejores opciones de vida, no sólo económicas, sino de mayor reconocimiento social, una vez jubilados se vuelcan nuevamente a la producción chinampera, para cuyo desarrollo heredaron conocimientos y habilidades de sus padres y abuelos. Así, el ecosistema chinampero condensa en toda su dimensión la definición de territorio dada por Gilberto Giménez (1998, 5):

*“...el territorio puede ser considerado zona de refugio, como medio de subsistencia, como fuente de recursos, como área geopolíticamente estratégica, como circunscripción político-administrativa, etc.; pero también como paisaje, como belleza natural, como entorno ecológico privilegiado, como objeto de apego afectivo, como tierra natal, como lugar de inscripción de un pasado histórico y de una memoria colectiva y, en fin, como “geosímbolo”.*

## 3. Las chinampas como espacio cultural e identitario.

Las chinampas como espacio cultural e identitario no sólo están asociadas a la producción, sino también a una serie de prácticas y a un conjunto de relaciones que marcan su cultura e identidad.

La preservación de la identidad de San Gregorio Atlapulco se da vía la conservación de su producción chinampera, así como de prácticas como la religiosidad popular, que conllevan formas de organización, colaboración y relaciones sociales comunitarias.

Curiosamente, a mediados del siglo pasado, pareciera que se aceptaba y optaba por el abandono de la agricultura tan menospreciada por quienes marcaban la ruta de progreso, a partir de la urbanización de la zona y profesionalización de sus pobladores. Y sin embargo, tanto las generaciones que se profesionalizaron, como las nuevas generaciones se han sumado a una dinámica de resistencia a partir del



Figura 4. Xochimilco, 1914 (Foto de Manuel Marroqui).

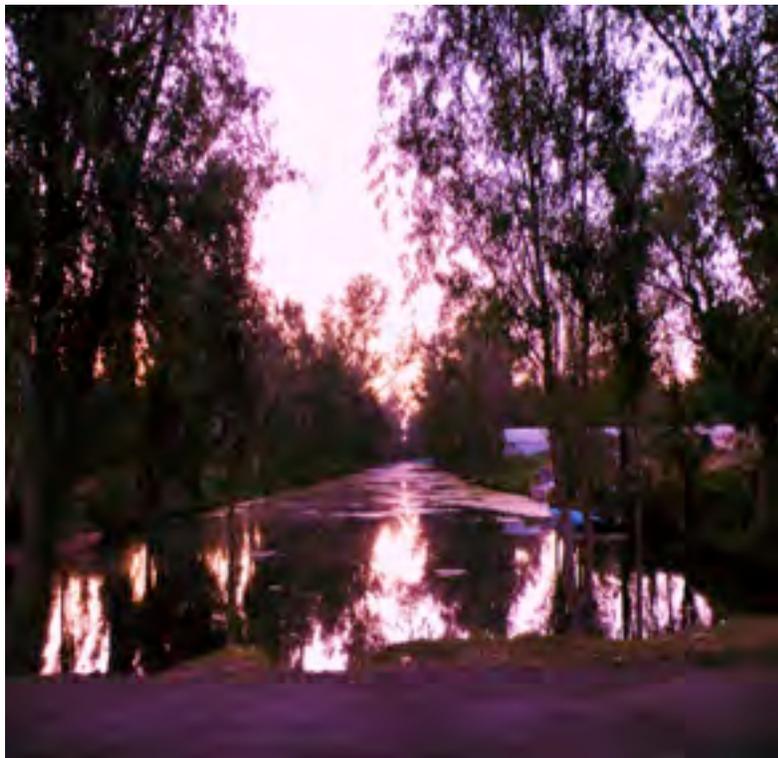


Figura 5. Puente de Urrutia, San Gregorio Atlapulco, Xochimilco (Foto de Gisela Landázuri).

rescate y la transmisión de la cultura pasada en particular de la cultura chinampera como manera de persistir en el futuro para “seguir siendo”.

La defensa del territorio, las prácticas agrícolas, chinampera y de montaña (producción de maíz y pecuaria), su pertenencia a una historia asociada al zapatismo y sus tradiciones ligadas a la religiosidad popular definen su identidad y su cultura campesina.

Si bien la “descampesinización” es evidente, se puede decir que en momentos de crisis los campesinos echan mano creativamente de recursos y conocimientos heredados para apoyar la economía familiar tanto con la producción agrícola chinampera como la de la montaña, en el caso de San Gregorio Atlapulco. La resistencia a la urbanización en esa localidad impidiendo que se sigan asentando más habitantes, originarios y avecindados, en la zona chinampera, ha contribuido a mantener ese espacio agroecológico e

incluso a encontrarle nuevas potencialidades en la producción orgánica, los jardines verticales, en la recuperación de prácticas y conocimientos tradicionales que en esta época están siendo revalorados. En los pueblos de Xochimilco, como San Gregorio Atlapulco, hay conocimientos agrícolas y culturales que no se borran en una generación.

Y lo que podría apuntar a una declinación sin retorno de la producción chinampera, como sucediera hace 50 años, cuando se sustituyó la actividad agrícola por los puestos públicos en la ciudad de México, no ha tenido ese funesto final, aún.

Resulta muy revelador el hecho de que aún varios de quienes encontraron un trabajo permanente en la ciudad, no olvidaron ese espacio productivo y en algunos casos lo recuperaron en diferentes circunstancias. Por ejemplo, en los últimos años, las chinampas han sido una alternativa al desempleo de los jóvenes.

Otras formas de reproducción cultural están asociadas al territorio, en este caso las chinampas perfilan también el paisaje de San Gregorio Atlapulco. En el caso de este pueblo las chinampas constituyen los geosímbolos que estructuran la identidad de sus pobladores estén o no dedicados a la actividad agrícola en las chinampas.

Otras expresiones como las fiestas religiosas populares, una expresión social vinculada a un sistema de cargos o mayordomías que articulan la vida social y la identidad comunitaria, que enlaza elementos católicos con elementos ancestrales de Mesoamérica, son formas de cohesión, pertenencia y anclaje territorial. A ellas se suman grupos de “lechugueros” y chinamperos, como tales, para agradecer o pedir buen temporal a San Gregorio Magno y por qué no también a Tláloc, como responde un conchero, fundador de uno de estos grupos de danzantes que rememoran rituales prehispánicos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Por cierto, F.X. es bisabuelo, abuelo y padre de otros miembros de la Corporación de Concheros de México. O sea, cuatro generaciones mantienen la tradición.

Frente a este panorama, encontramos a lo largo de entrevistas, algunos productores que desean que sus hijos prolonguen esta actividad, que así como ellos heredaron este conocimiento y patrimonio familiar, los hijos lo aprovechen. Sin embargo, hacen énfasis en que los hijos estudien, se preparen para asumir otras actividades, e incluso que por decisión propia asuman o no esta práctica productiva.

Otros, muy pesimistas, auguran un final de la producción chinampera, muy próximo. Calculan que no sobrevivirá más de una o dos décadas. A pesar de la resistencia particular de este pueblo para impedir la invasión urbana en el área, los efectos de la ciudad se cuelan por otros lados: la contaminación de los canales y la extracción del agua de los manantiales que ha bajado el nivel de los canales que sostienen la humedad de esas tierras fértiles.

#### 4. Las chinampas como espacio de cohesión familiar.

Lo campesino, ligado a actividades agropecuarias y a una concepción y dinámica familiares y comunitarias de reproducción social, aflora e imprime su sello a las estrategias "rururbanas" que se hacen presentes tanto a nivel familiar como comunitario.

A nivel familiar algunos de sus miembros combinan y complementan diferentes actividades económicas, como las de servicio, o comerciales en la localidad o en la gran ciudad, con la producción agrícola en las chinampas y en la zona cerril.

En la actualidad, en San Gregorio Atlapulco, como ya se ha mencionado, persisten diversos tipos de productores: arrendatarios, productores familiares, y productores que recurren a la contratación intensiva de fuerza de trabajo asociados a la vez a una división familiar del trabajo y a la combinación de actividades económicas rurales y urbanas. O sea, que las estrategias familiares se han ido adecuando y renovando a los nuevos tiempos, sin que se pierdan ciertos valores y normas interiorizados, de acuerdo a las situaciones internas y externas actuales.

*"Estas opciones se encuentran estructuradas por una división social, sexual y técnica del trabajo, que posibilita o limita a los individuos a desarrollar sus capacidades" (Guzmán, 2005: 46).*

Lo campesino, sigue vigente a partir del trabajo familiar. Las decisiones a tomar en la unidad familiar tendrán que ver con los recursos familiares manos, tiempos, habilidades, tierras y financiamientos disponibles y con el ciclo de vida familiar<sup>3</sup>. Se comparten ingresos, gastos, riesgos a partir de la asignación de diferentes tareas, y responsabilidades a sus miembros.

Como se explicaba, a partir de los años 80 se retoma la producción chinampera, antes abandonada, sin que se renuncie a que las nuevas generaciones, sigan buscando su ascenso social a partir de la educación<sup>4</sup>.

Si bien a los jóvenes y niños se les conduce o apoya para continuar sus estudios, por lo general no se desligan del trabajo en el campo, ya sea en los fines de semana o en sus vacaciones. Las mujeres no solamente cubren las tareas domésticas asignadas socialmente sino que participan directamente en el proceso productivo, tanto al preparar los alimentos para los jornaleros, que son parte del pago por su



Figura 6. La pesca era cotidiana para completar la dieta alimenticia (Foto de Ausencio Gómez).

<sup>3</sup> El ciclo de vida familiar varía según el tamaño de la familia, la edad de sus miembros y sus ocupaciones.

<sup>4</sup> A partir de la integración de San Gregorio Atlapulco a la metrópoli, la actividad agrícola se fue devaluando, y era menospreciada frente a las opciones de trabajo urbano, por la influencia clara de los maestros que venían a enseñar a los indios a hablar, vestir y vivir "como la gente".

trabajo, así como en algunos casos cubriendo tareas directamente en la fase de campo o de comercialización.

En diferentes etapas de la producción, además del trabajo de las mujeres y de los hijos, la división del trabajo se amplía con la colaboración de la familia extensa. Por ejemplo, quienes se encargan de llevar la producción a la Central de Abastos, suman las cajas de hortalizas de hermanos, padres e hijos, e incluso sobrinos, sobre todo cuando la producción no es tan amplia. Así mismo, la asociación o ayuda mutua entre vecinos, quienes se apoyan en el riego, en la cosecha y en el empaque.

La particularidad de las familias chinamperas es que como antaño realizan múltiples actividades, sin embargo muchas de ellas se desarrollan en el espacio urbano de la gran ciudad de México, y en algunos casos contribuyen en mayor medida con el ingreso familiar.

En el caso de los campesinos, cuya reproducción familiar se asienta fundamentalmente en lo que obtienen de las chinampas, su lógica no solamente es económica, dice Armando Bartra, sino también socioeconómica y un factor decisivo, son las necesidades y aspiraciones de la familia *culturalmente determinadas*.

Las estrategias de las unidades familiares campesinas, no sólo tienen objetivos económicos, "sino que contemplan igualmente la reproducción de la familia, la transmisión de conocimientos y de formas de relación con los recursos, de tradiciones, la persistencia de sus pueblos, etc., como bienes no valorados en el mercado" (Guzmán, 2005: 50).

Las chinampas han sido escuelas de aprendizaje, y también de cohesión familiar. A diferencia de quienes solo trabajan en la ciudad y comparten y coinciden muy poco tiempo para convivir en familia, como señalaba una joven que observa las dinámicas familiares de sus compañeros de la ciudad.

En cuanto a las hortalizas que se siembran, éstas sí han ido cambiando, de acuerdo a la demanda; hace algunas décadas se producía maíz en las chinampas y algunas hortalizas, como apio y coliflor, hace 25 años se introdujeron las lechugas, que actualmente constan de muy diversas variedades. Los productores originarios de San Gregorio Atlapulco presumen que ellos domesticaron la verdolaga. También se producen plantas de ornato pero requieren una mayor inversión, por lo que se estima que sólo el 5% se dedica a la floricultura (Anagua, 2006).

En San Gregorio Atlapulco, después de la verdolaga, la lechuga es la hortaliza que más se produce. Escuchemos de boca de don Ausencio Gómez<sup>5</sup> cuáles son las fases de su proceso productivo:

*Desde una canoa, chalupa, como usted la conozca, extraemos con una palita o con una manta circular, se extrae el lodo. Fíjese los canales, lo que nos da la naturaleza. Se hace el almácigo, allí se deposita la semilla, una semillita. Mire el chapincito, se fracciona, y el chapincito tiene el poder de germinar, [mide] tres centímetros, 3 por 3, y... en 8 días germina. Le repito, cómo es tan pródiga la naturaleza. Ésta es lechuga italiana, lechuga sangría, lechuga francesa, lechuga escarola y falta la romana y la orejona. ...se debe de trasplantar, a esta edad, a este tamaño. Y ya mire en un mes, mes y medio, ...ya va al mercado.*

El manejo exige múltiples acciones durante el cultivo de las plantas: el barbecho, la siembra, trasplante, la protección de los brotes con paja, el riego, el deshierbe... un conocimiento ancestral, que ha pasado generación tras generación. Entonces, cabe preguntarse si la persistencia de esta actividad, es sólo una estrategia de diversificación económica o es también una manera de resistencia, de la defensa de su ruralidad, como parte de su cultura e identidad, del alma de un pueblo y por lo tanto de la humanidad misma.

## Conclusiones.

Algunos pueblos originarios insertos en la crisis del campo han logrado sobrevivir. En el caso de San Gregorio Atlapulco, incluso se ha convertido en un lugar de atracción para jornaleros agrícolas de otros

---

<sup>5</sup> Veterinario de formación, gran productor de hortalizas y plantas ornamentales.

estados del país. El modo de vida rural logra pervivir y la riqueza ambiental aún combate la extinción. El pueblo de San Gregorio ha logrado mantener su territorio, su paisaje, su cultura e identidad gracias a su permanente resistencia ante quienes han codiciado sus recursos, gracias a la persistencia a seguir existiendo. Sin embargo, el desequilibrio entre las fuerzas es intenso, las pérdidas se incrementan día a día. La amenaza está siempre presente y nos lleva a cuestionar hasta que punto, la vida rural de la ciudad puede recuperarse. Vivimos un México bárbaro, en el marco de un mundo de barbarie capitalista. La organización de la comunidad es sin duda una opción para generar estrategias de supervivencia y de desarrollo, para lograr la sustentabilidad ambiental de la zona, manteniendo su productividad y fortaleciendo su riqueza natural y cultural; pero las decisiones que hacen falta son también políticas. La codicia del capital inmobiliario que busca expandirse sin racionalidad alguna, la ceguera de los gobiernos frente al México rural amenazan la sobrevivencia de saberes ancestrales, de los cuales hay mucho que aprender en tiempos en que se está volteando a recuperar la producción orgánica, así como a una relación más armoniosa con la naturaleza; y pone en riesgo un ecosistema que alberga cientos de especies animales y vegetales

¿Y nosotros qué podemos aportar para detener esa extinción? Esta es una tarea de todos y hay que asumir la batalla conjuntamente, apoyando las iniciativas de diferentes sectores y grupos locales, sirviendo de enlace, denunciando la situación y aportando argumentos para la defensa de las chinampas.

Diferentes personas o grupos se están proponiendo una cruzada de defensa de la zona chinampera, y sin embargo no están vinculados entre sí, no saben del Foro y trabajan de manera dispersa. Algunos ya no apuestan en la acción gubernamental, sino que están emprendiendo acciones por su cuenta constituyéndose en Asociaciones Civiles (A.C.), para conseguir recursos de otro tipo de instituciones nacionales e internacionales. Quizá también es momento de recuperar prácticas comunitarias como la faena, así como la responsabilidad colectiva para el cuidado del entorno. Podemos colaborar en difundir dichas iniciativas.

#### Bibliografía.

1. Anagua, Alex (2006) *Campesinos metropolitanos: la lucha por la existencia en México* D. F. "Colección Monografías", N° 36. Caracas: Programa Cultura, Comunicación y Transformaciones Sociales, Caracas, CIPOST, FaCES, Universidad Central de Venezuela, 2006.
2. Giménez, G. *Territorio* (1998). *Cultura e Identidades. La región socio-cultural*, mimeografiado, México.
3. González, Alberto et al. (2010). *Las Chinampas de Xochimilco al despuntar el Siglo XXI: Inicio de Catalogación*. México, UAM.
4. Guzmán, Elsa (2005). *Resistencia, permanencia y cambio. Estrategias campesinas de vida en el poniente de Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos / Plaza y Valdés
5. Landázuri, Gisela (2011). "San Gregorio Atlapulco y Santa Cruz Acalpixca. La ruralidad como autoafirmación", en el *Suplemento La Jornada del Campo*, en el diario La Jornada.
6. Landázuri, Gisela (2012a). "Tierra, Identidad y dinámica productiva en las chinampas de San Gregorio Atlapulco, México, en *Chronica Mundi. La tierra y la identidad en México*, Vol. 3-4.
7. Landázuri, Gisela (2012b). *Rural household economic strategies in San Gregorio Atlapulco, an original urban rural village of central Mexico*, ponencia presentada en el Congreso IRSA 2012, Lisboa, Portugal.
8. Landázuri, Gisela (2012c). "La migración marco de marco de exclusión y discriminación en San Gregorio Atlapulco", en *Racismos y otras formas de intolerancia de Norte a Sur en América Latina*, (cocoord. Alicia Castellanos), México, UAM- Juan Pablos. Editores. México.

9. Landázuri, G. y López, L. (2009a). "Entre el arraigo y la exclusión: fragmentaciones sociales, yuxtaposiciones territoriales de San Gregorio Atlapulco, México", en De Almeida M. G. (organizadora), *Territorialidades na América Latina*, UFG-FUNAPE-CNPq-CAPEs, Goiânia, Brasil.
10. Landázuri, G. y López, L. (2009b). "Representaciones del territorio de originarios y avecindados de San Gregorio Atlapulco (México)", en Lozano F. y Ferro J. G. (editores) *Las configuraciones de los territorios rurales en el siglo XXI*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
11. Landázuri, G. y López, L. (2009c). "Transformaciones territoriales, culturales y religiosas en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco", en: Gisela Espinosa y Arturo León (coord.) *El desarrollo local desde la mirada local*, UAM.
12. Landázuri, G. y López, L. (2010a). "Desarrollo y dinámica productiva en las chinampas de San Gregorio Atlapulco, México", en CD *Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural "América Latina: realineamientos políticos y proyectos en disputa"*.
13. Landázuri, G. y López, L. (2010b). "Dos estrategias de vida que se encuentran en un mismo espacio", en L. Concheiro y A. León (coords.) *Pensar el futuro de México. Espacios públicos y estrategias campesinas ante la crisis en México*, UAM-Xochimilco, México.
14. Landázuri, G. y López, L. (2010c). "El campesino entre lo local y lo nacional", en *Actores sociales y dinámicas sociales*, Gisela Landázuri y Liliana López Levi (coords.), Eón- UAM-Xochimilco, México.
15. Landázuri, G. y López, L. (2010d). "San Gregorio Atlapulco. Migración, identidad y arraigo", en J. Fernández, D. Mureddu, G. Pérez y E. Soto Reyes (coords.) *Las Ciencias Sociales y las Humanidades Hoy*, UAM-Xochimilco.
16. Landázuri, G. y López, L. (2012). "La fiesta patronal de San Gregorio Atlapulco, México. Espacio de reproducción cultural e identitaria", en *Ra Kixmhai*. El mundo, el universo o la vida, Vol. 8, Núm. 2, enero-abril, edición especial, coedición Ra-Ximhai-ALAS.

# Sustentabilidad a pequeña escala en el predio El Molino, Iztapalapa.

M. Salazar Molina

Centro de Apoyo a la Organización Comunitaria, A.C.

Colectivo de Agricultura Sustentable a Pequeña Escala de los Proyectos: Tabiguera, UCISV y Cendic El Molino<sup>6</sup>

## Resumen.

Desde 1980 la Unión de Colonos, Inquilinos y solicitantes de vivienda "Libertad" A. C. (UCISV) sección Cananea se han organizado para crear lo que ahora se conoce como la Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC), lugar donde se han instalado proyectos culturales, educativos, de reciclaje, abasto, deportivos, de culto religioso y agricultura sustentable a pequeña escala. Como parte de las experiencias obtenidas, a través de este trabajo se presenta una propuesta de modelo de sustentabilidad, con un enfoque de derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con un ejemplo real, ubicado en el predio El Molino, en él se articulan procesos bioculturales basados en la producción de pollos y conejos, la elaboración de composta y el aprovechamiento del agua de lluvia, además de la organización de encuentros, ferias, y tianguis de productos orgánicos, entre otras muchas actividades. Palabras clave: Sustentabilidad, Movimiento urbano, El Molino, Iztapalapa.

## Abstract.

Since 1980 the Union of Settlers, renters and home seekers "Freedom" AC (UCISV) section Cananea have organised to create what is now known as the Special Development Zone Controlled (ZEDEC), where cultural projects have been installed, educational, recycling, supply, sports, religious worship and small-scale sustainable agriculture. As part of the experience gained through this work a proposal for a model of sustainability, with a focus on economic, social, cultural and environmental rights, with a real example, located on the campus El Molino is presented in it are articulated biocultural processes based on the production of chickens and rabbits, composting and rainwater harvesting, in addition to organising meetings, fairs and flea markets for organic products, among other activities.

Keywords: Sustainability, Urban Movement, El Molino, Iztapalapa.

## I. Antecedentes.

### a) Antecedentes organizativos

La Unión de Colonos, Inquilinos y Solicitantes de Vivienda "LIBERTAD" A.C. (UCISV) Sección CANANEA es una organización social que agrupa a 1088 familias y fue bastión importante del Movimiento Urbano Popular (UPREZ-CONAMUP) en las décadas de los años 80 y 90 del siglo pasado, quienes de 1985 a 1990 construimos por autogestión 1088 viviendas lo que dio como resultado la Unidad Habitacional Cananea, como experiencia exitosa, por el ejercicio del derecho a la vivienda, promovido por el movimiento urbano popular en Iztapalapa, Distrito Federal

De 1987 a 1993 logramos que una franja importante del Predio El Molino fuera declarada *Zona Especial de Desarrollo Controlado ZEDEC* (Diario Oficial, 1993), lugar donde hemos instalado proyectos culturales, educativos, de reciclaje, abasto, deportivos, de culto religioso y de agricultura sustentable a pequeña escala, operados adecuadamente por nuestra organización como una forma de demostrar cómo gestionar comunitariamente el territorio (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 1997).

### b) Antecedentes ecológico ambientales

Desde un principio consideramos la ecología como uno de nuestros componentes más importantes para construir territorio y comunidad, así el 13 de septiembre de 1985 realizamos una marcha de San Lorenzo Tezonco al Predio El Molino para sembrar el primer árbol en un predio de 50 hectáreas, es decir no colocamos la primer piedra de la construcción, sino que sembramos un símbolo de lo que nosotros considerábamos prioritario, la ecología y el medio ambiente.

Posteriormente en el proceso de construcción de nuestra unidad habitacional optamos por construir un drenaje ecológico denominado SIRDO (Sistema Integral de Reciclaje de Desechos Orgánicos) sistema que desde la construcción de las viviendas ya separaba aguas grises de aguas negras las que, de manera paralela, corrían por un sistema de tuberías que descargaban en un filtro de aguas grises que al ser tratadas se obtenía un agua filtrada para regar áreas verdes; las aguas negras eran depositadas en unas

---

<sup>6</sup> Centro de Desarrollo Infantil Comunitario El Molino

cámaras de sedimentación y de ahí (en forma de lodos) a otras cámaras biológicas que al combinarse con desechos orgánicos y por la acción calorífica de los rayos solares se convertirían en abono orgánico. La propuesta era buena, sin embargo la falta de una cultura de manejo del sistema y los problemas legales, de patente, con el Grupo de Tecnología Alternativa (GTA) dieron al traste con esta propuesta y la gente quedó vacunada en contra de cualquier iniciativa de carácter ecológico-ambiental.

## II.- La sustentabilidad a pequeña escala como proceso pedagógico para contribuir al desarrollo de la comunidad

### a) Desarrollo local con sinergia gubernamental

Las actividades antes señaladas, son experiencias que nos llevaron a insertarnos en la iniciativa lanzada por la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC) en 2007 para rescatar espacios ociosos y convertirlos en espacios de producción agroecológica y de construcción de tejido social.

Cinco años de trabajo conjunto entre la SEDEREC y la sociedad civil organizada, han dado como resultado una experiencia exitosa de sustentabilidad a pequeña escala en los tres proyectos de agricultura sustentable a pequeña escala que benefician a 130 niños del CENDIC y a 170 familias del predio, como lo ha reconocido la propia SEDEREC *"nuestros proyectos de agricultura urbana se concentran en un 60 % en la Delegación Iztapalapa, en su zona urbana, ahí tenemos ejemplos muy interesantes, muy exitosos y visitados por muchas personas del país y del extranjero que se agrupan en una sola área que hemos llamado cinturón verde y están ubicados en la Calle de Damiana, al sur de la delegación, en colindancia con las Delegaciones Tláhuac y Xochimilco"* Canabal y Arias (2011).

Proyecto donde se combina el derecho a la alimentación con la soberanía alimentaria, el derecho ambiental con el manejo adecuado del agua de lluvia y el reciclaje de desechos orgánicos para el mejoramiento de suelos y el derecho a la salud con la siembra de plantas medicinales y su transformación en productos para su atención, así como los derechos económicos, al constituirnos en caja de ahorro y crédito solidario y con ello mejorar nuestros ingresos.

### b) El equipo de trabajo

En la década de los 70s José de Molina escribió una canción que decía *"a parir madres latinas a parir más guerrilleros, ellos sembrarán jardines donde había basureros"*, un testimonio de esto, es el equipo de 35 mujeres, niños, jóvenes adultos y adultos mayores que colaboramos solidariamente en tres proyectos: Tabiguera, UCISV y CENDIC El Molino, que han convertido pequeñas áreas en vergeles, en lugares de encuentro entre generaciones y entre géneros y en espacios para construir soberanía alimentaria, rescate de la medicina herbolaria, manejo sustentable de agua, suelo y recursos naturales y promoción de ahorro y crédito solidario y de intercambio de excedentes, es decir *-el bien vivir en manos del pueblo-*.

Las personas que colaboran directamente en los espacios productivos de los proyectos UCISV y Tabiguera son en su mayoría mujeres muy proactivas que se caracterizaron por estar al frente en la lucha por la introducción de servicios, en la década de los 90s del siglo pasado, solamente participaron cinco hombres (Figuras 1-4), que también han jugado un papel muy importante en los procesos de planeación territorial que han dado configuración al predio El Molino, varias de las personas forman parte de otras instancias de organización de la Unidad Habitacional Cananea y algunas de ellas son comerciantes del Mercado Cananea, la edad de los participantes oscila entre los 23 y los 65 años.

Las mujeres que colaboran en el proyecto de agricultura del CENDIC (Figura 5), son en su mayoría mujeres jóvenes descendientes de familias iniciadoras del poblamiento del predio, hace 27 años, por lo cual tienen antecedentes socio-organizativos y conocimiento de lo que implica el trabajo comunitario y la defensa del territorio.

Desde el 2008 se han integrado estudiantes de la UAM y la UNAM como colaboradores en procesos de formación y capacitación. Es importante destacar que las modalidades de involucramiento son como integrantes y como colaboradores, los primeros deben asistir a las asambleas semanales, participar en alguna de las cinco comisiones y en consecuencia se les asigna un espacio para cultivar sus alimentos; los

segundos colaboran en actividades que se les requiera, pero no tienen el compromiso de asistir a reuniones y tampoco en participar en alguna comisión.



Figuras 1 a 4. Diferentes actividades realizadas por el personal que trabaja en UCISV y Tabiquera.

### c) Los objetivos

#### General

Fortalecer el tejido social del predio El Molino a través de la articulación de colectivos que desarrollen procesos económico-ecológico-productivos para atender y ejercer el derecho a la alimentación, a la salud y a un ambiente sano y con ello promover la agroecología, la economía solidaria, las relaciones de equidad de género y entre generaciones, el manejo sustentable de recursos y el control comunitario del territorio.

#### Específicos

- Promover la participación ciudadana en el diseño, ejecución, evaluación de proyectos económico-productivos con énfasis en el ejercicio de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales y teniendo como referente los derechos de la naturaleza.
- Afianzar procesos autogestivos desarrollados en la zona con el fortalecimiento de proyectos instalados para equipamiento comunitario y con ello ejercer el derecho a la ciudad.
- Contribuir a la construcción de tejido social, articulando a colectivos de la zona en la recuperación de espacios públicos y comunitarios

- Mejorar las condiciones de vida y las oportunidades de desarrollo de los habitantes en situaciones de mayor rezago social y degradación urbana.
- Visibilizar el paradigma del desarrollo sustentable a pequeña escala como una forma de compartir la construcción de una sociedad responsable con el ser humano y con la naturaleza

A través de estos proyectos de agricultura sustentable a pequeña escala pretendemos incidir culturalmente para generar un modelo de sociedad *ecológicamente armónico, económicamente eficiente, localmente autosuficiente y socialmente justo* (Carabias, 1995).



Figura 5. Una de las actividades del CENDIC.

### III.- La propuesta: Un Modelo de Sustentabilidad con Enfoque de Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales.

#### a) Ubicación

El predio se encuentra en la región sur oriente de la delegación Iztapalapa. Los referentes para localizarlo son: al norte las colonias Jardines de San Lorenzo y el Molino, al sur poniente el vivero Nezahualcoyotl, al sur oriente la colonia del Mar. Su ubicación es estratégica, en tanto a sus posibilidades de incidencia regional, dentro de la Cuenca de Xochimilco, pues colinda con las delegaciones Xochimilco y Tláhuac y con cercanía a las de Tlalpan y Coyoacán.

#### b) Producción para la sustentabilidad y la vida digna

Se cuenta con una estructura diagramática en donde se señalan las diferentes actividades que se realizan en el predio El Molino, Iztapalapa, basadas en la producción sustentable que favorezca la vida digna de sus habitantes (Figura 6).



Figura 6. Actividades realizadas en el predio El Molino.

### c) Fases del proceso

La propuesta que hemos venido desarrollando consiste en operar un proceso productivo biodinámico y biocultural (Salazar, 2012) en donde se articulan:

- La producción de pequeños animales (pollos y conejos) que están aportando, con su carne y algunos derivados, proteínas a la dieta familiar e ingresos económicos para mejorar la economía familiar y grupal.
- Con el estiércol de los pollos y conejos y con los desechos de cocina, se elabora composta para obtener un sustrato, que sirve como materia prima para la crianza de lombrices y con los desechos intestinales de éstas se obtiene un abono orgánico (lombricomposta) de excelente calidad y ácidos húmicos con los que se elabora un abono orgánico foliar. Esto permite la regeneración de suelos y la obtención de recursos por la venta de los dos diferentes tipos de abono y de lombrices.
- Con el abono orgánico granulado (composta) se promueve el cultivo de plantas medicinales para su posterior transformación en medicinas naturales, y también el cultivo de hortalizas para el consumo familiar y el intercambio solidario. De esta manera se incide en mejorar la salud, la nutrición, el medio ambiente y la economía.
- Se aprovecha el agua pluvial, en época de lluvias, al construir de cisternas de ferrocemento y ollas de captación de agua pluvial, cubiertas con geomembrana, con capacidad de 13 000 y 80 000 litros que sirven para cosechar agua y se utiliza para el riego agrícola.
- Se construyeron melgas o camas altas para un mejor manejo del suelo, a una profundidad de 50 cms, 1.20 mts de ancho y la longitud que permita cada espacio, con ello se permite la integración de personas de la tercera edad para que participen y tengan terapias ocupacionales.
- Con los productos obtenidos en los procesos productivos se participa en Encuentros, Ferias y Tianguis de productores orgánicos fuera del Predio
- Los Colectivos se han articulado para poner en marcha el tianguis orgánico en el Predio, siendo su primer experiencia en diciembre del 2011
- Las madres educadoras del CENDIC El Molino siembran sus propios alimentos, integrando a la niñez del centro educativo al cultivo de hortalizas.

Los colectivos se han conformado en una caja de ahorro y crédito solidario, bajo los principios de la economía solidaria, en donde el ahorro y el crédito se pone al servicio de la salud y la alimentación, adquiriendo una connotación social por el valor de uso que se le da al recurso económico.

### d) Nuestros logros

A través de esta metodología de trabajo estamos logrando:

- Volver a recuperar nuestra capacidad de producción a nivel del núcleo familiar y comunitario;
- Recuperar espacios comunitarios para promover la re-creación, la convivencia desde las perspectivas de la producción de alimentos y plantas medicinales, la formación de suelos, la cosecha de agua y con ello mejorar nuestro medio ambiente;
- Producir para nosotros (75% de lo producido es para autoconsumo) y para el intercambio solidario (25% de lo elaborado es para dinamizar el mercado local), es decir la producción al servicio de la alimentación y la salud: *principios básicos de la economía solidaria*;
- Generar procesos productivos con énfasis en el valor de uso y no en función del valor de cambio; sólo se comercializan los excedentes con un precio justo: *principios básicos de la economía social*;
- Experimentar la equidad en las relaciones entre los géneros y entre las generaciones, en tanto que se comparten responsabilidades en el manejo y operación de los espacios productivos, en la toma de decisiones sobre qué producir, cómo producir y qué se quiere consumir: *principios básicos de la soberanía alimentaria*;

- Apropiarnos de todas las fases del ciclo económico a pequeña escala: Toma de decisiones- Producción-Distribución-Consumo-Reciclaje: *principio básico de la economía ecológica*;
- Desechar el concepto de explotación de los recursos naturales y construir la cultura de manejo integrado y sustentable de la biodiversidad: *principio básico de los derechos de la naturaleza* y finalmente;
- Demostrar que la sustentabilidad, más que un gastado discurso, es una apuesta estratégica para construir una cultura de compromiso y solidaridad con el ser humano, con la sociedad, con la naturaleza y con la cultura: *principio rector de una cultura del bien vivir*.

e) Así nos organizamos como colectivo

A través del tiempo, el grupo ha mantenido un esquema organizativo que le ha permitido distribuir las responsabilidades y la carga de trabajo de cada uno de los integrantes, para poder lograr el éxito en sus funciones (Figura 7).

f) Nuestros principios

- Los Derechos humanos en concordancia con los derechos de la naturaleza.
- El trabajo colectivo como estrategia para la producción agroecológica, la cosecha compartida y la distribución de excedentes vía comercio justo.
- La agroecología, la sustentabilidad, la economía solidaria y el ejercicio ciudadano de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales como ejes rectores para la construcción de identidades comunitarias.
- Predominio de los derechos de la naturaleza y los derechos humanos COMO EJES FUNDAMENTALES DE UNA NUEVA SOCIEDAD.

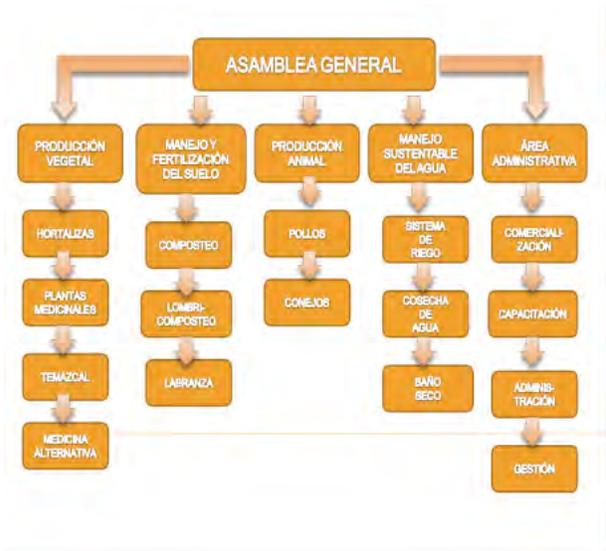


Figura 7. Esquema organizativo del grupo.

IV.- Nuestros siguientes pasos

- Articularnos en el Consejo de Proyectos de Cananea y con el Centro de Apoyo a la Organización Comunitaria, A.C. para afianzar nuestra incidencia territorial en El Molino y en la Zona de San Lorenzo Tezonco, beneficiando así a 45 colonias, barrios y unidades territoriales y desde esta perspectiva promover la construcción de ciudadanía.
- Como producto del trabajo articulado con el Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa y de la Caravana por El Agua Ce Atl que llevamos a cabo en el primer semestre del 2011, hoy somos parte del Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca de Xochimilco y sus Afluentes.
- Ambas estrategias nos permitirán incidir en el Distrito Federal en torno a la Agricultura Sustentable a Pequeña Escala y en las Delegaciones Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa para el manejo sustentable del agua.

V.- Cómo pretendemos fortalecer nuestra presencia en la zona sur-oriente de la ciudad de México

- Dando continuidad a la Caravana por el Agua, la Tierra y El Maíz.

- Promoviendo intercambios de experiencias y talleres de formación de promotor@s de la sustentabilidad, la soberanía alimentaria y la economía solidaria.
- Articulándonos en torno a la formación de la Coalición Agua Para Todos Siempre.
- Concretizando una zona de incidencia para el rescate, saneamiento y programa de manejo sustentable del Canal de Chalco, Canal Nacional y Ciénega Grande y con ello extender acciones para la defensa del zona de patrimonio cultural y natural de la humanidad.

V.- Literatura citada.

1. Diario Oficial, 1993. Acuerdo sobre la declaración de Zona Especial de Desarrollo Controlado El Molino.
2. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 1997. Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Predio el Molino.
3. Canabal B. C. y Arias G. H., 2011. Construyendo ciudades sustentables con agricultura urbana. Red Águila Sección México de Agricultura Urbana, Secretaria de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades. Red Latinoamericana de Investigación Acción en Agricultura Urbana. México
4. Carabias L. J., 1995. El desarrollo sustentable, única opción para la conservación. En Agroecología y Desarrollo Sustentable: 2do.Seminario Internacional de Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo. México p. 7-14
5. Salazar M. M. 2012. Sustentabilidad a pequeña escala con participación comunitaria. En Construyendo otros mundos posibles. Derecho a la ciudad, sustentabilidad y buen vivir en América Latina. Habitat International Coalition, Rosa Luxemburgo Stiftung; Misereor. México.