



# Informe Final Octubre, 2014

Dr. Luis Zambrano González

M. en C. Armando Tovar Garza

Lic. Carlos Sumano Arias

M. en C. Cristina Ayala Azcárraga

M. en C. Maya Rubio Lozano

Ing. Miguel Antonio Trejo Castillo

# Rehabilitación de la red chinampera y del hábitat de especies nativas de Xochimilco.

## Índice

Resumen Ejecutivo .....	1
1. Monitoreo ambiental .....	2
1.1 Introducción .....	2
1.2 Monitoreo continuo de la calidad del agua .....	2
1.3 Monitoreo estacional de las variables bióticas y abióticas .....	10
1.4 Resultados .....	15
1.4.1 Parámetros fisicoquímicos .....	15
1.4.2 Censo de axolotes ( <i>Ambystoma mexicanum</i> ) .....	28
1.4.3 Interpretación de dos años de colecta .....	30
2. Chinampas Refugios .....	35
2.1 Introducción .....	35
2.2 Resultados .....	35
2.3 Taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica” .....	35
2.4 Rehabilitación de zanjas .....	43
2.5 Abonos orgánicos .....	48
2.6 Biofertilizantes .....	57
2.7 Análisis de suelo .....	62
2.8 Influencia de los principales parámetros sobre las actividades agrícolas .....	66
2.8.1 ph del suelo y sodicidad .....	66
2.8.2 Conductividad eléctrica .....	70
2.8.3 Carbonatos .....	71
2.9 Análisis de abonos orgánicos y hortalizas para evaluar metales pesados, coliformes fecales y huevos de helminto .....	77
2.10 Uso y elaboración de abonos orgánicos fermentados .....	84
2.11 Calidad de hortalizas .....	85
2.12 Suelo .....	85
2.13 Refugios .....	85
3. Estimación de la abundancia y densidad poblacional de las poblaciones de tilapia en los canales de la zona lacustre de Xochimilco .....	88
3.1 Introducción .....	88
3.2 Marca y recaptura de <i>Oreochromis niloticus</i> .....	89
3.3 Análisis de datos .....	93
3.4 Resultados .....	94
3.5 Discusión .....	96
4. Conclusión .....	99

5. Referencias bibliográficas ..... 101

Anexo I. Tabla de variables medidas durante los tres años de colecta en las diferentes zonas del sistema lacustre de Xochimilco.

Anexo II. Programa del taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.

Anexo III. Lista de asistentes al taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.

Anexo IV. Solicitud de excavadora a la jefatura delegacional de Xochimilco CESAC.

Anexo V. Análisis de los principales parámetros sobre las actividades agrícolas.

Anexo VI. Análisis de contaminantes en hortalizas y abonos orgánicos.

Anexo VII. Diagnóstico de la fertilidad del suelo.

Anexo VIII. Tabla de parámetros del suelo.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este informe presenta los avances del programa “Rehabilitación de la red chinampera y del hábitat de especies nativas de Xochimilco”, el cual representa la tercera etapa del proyecto anteriormente llamado “Programa de Análisis y Restauración del Sistema Lacustre de Xochimilco y del Ajolote”. Las tres principales líneas de acción de este trabajo incluyeron el monitoreo ambiental del sistema lacustre, la relación chinampa-refugio y el análisis poblacional de peces exóticos presentes en el humedal de Xochimilco.

Respecto a la calidad de agua, se tomaron datos fisicoquímicos del lago, realizándose un monitoreo continuo y un monitoreo estacional del sistema lacustre. Estos datos corroboraron la regionalización propuesta por Merlo en 2010, seccionando la Zona Lacustre de Xochimilco en seis zonas, las cuales incluyen a los Ejidos de San Gregorio. Estos datos fueron integrados a la base de datos de previos estudios, por lo que estarán disponibles en la red para su consulta pública una vez que la Unidad de Informática para la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM así lo disponga.

Con el fin de promover el modelo chinampa-refugio, se realizó un taller con los productores de la zona lacustre de Xochimilco y público en general para informar acerca de las actividades a realizarse en el proyecto. Además, se incluyó información teórica y práctica sobre la elaboración de abonos orgánicos, biofertilizantes y controladores de plagas y enfermedades. Esta actividad permitió establecer relación con productores locales, con los cuales se realizó la apertura de 200 metros de zanjas para la creación de refugios de axolotes. Para evaluar la relación chinampa-refugio, se llevó a cabo el análisis del suelo, hortalizas y abonos orgánicos, el cual arrojó resultados positivos, demostrando que este modelo resulta beneficioso para la conservación del axolote, así como para aumentar la productividad local.

La retroalimentación positiva que existe entre la simbiosis chinampa-refugio le permite a Xochimilco presentar dos realidades paralelas, la del Xochimilco turístico, contaminado y la de los pequeños apantles rehabilitados que conservan la agricultura tradicional y al axolote.

# **MONITOREO AMBIENTAL DEL SISTEMA LACUSTRE**

## **Introducción**

Con la creciente presión que la Ciudad de México ejerce sobre la Zona Lacustre de Xochimilco, el estudio de la calidad de agua del sistema se ha vuelto una necesidad. Por esto, desde hace 3 años, el Laboratorio de Restauración Ecológica, del Instituto de Biología de la UNAM, ha elaborado una base de datos fisicoquímicos, por medio de la cual, se monitorea la calidad del agua de diferentes zonas de este humedal. Para esta etapa del proyecto, se realizaron dos tipos de análisis, un monitoreo continuo de las variables fisicoquímicas y un monitoreo estacional de variables bióticas y abióticas. Los resultados de ambos se presentan a continuación.

### **1. Monitoreo continuo de la calidad del agua**

A lo largo de dos años, se ha realizado un monitoreo continuo del Sistema Lacustre de Xochimilco a partir de la instalación de las sondas en 5 sitios de muestreo dentro del Área Natural Protegida. Esta elección se realizó tomando como referencia la zonificación propuesta por Merlo (2010), la cual establece cinco zonas de acuerdo a los diferentes usos de suelo, calidad del agua y grado de perturbación: A: Chinampera, B: Urbana, C: Turística, D: Chinampera-Urbana, E: Parque y F: Pista de Remo y Canotaje. Debido a que la zona del Ejido de San Gregorio Atlapulco es un sitio donde confluye la escorrentía de las partes altas y tiene conexión directa con las aguas provenientes del Pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, se decidió incorporar al monitoreo esta zona a la cual se le denominó Zona J: Chinampera tecnificada. La zona E corresponde al Parque Ecológico de Xochimilco, sitio de acceso restringido, por lo que se decidió excluir del monitoreo (Fig. 1).



Figura 1. Señalización de los canales muestreados y su zona correspondiente.

### **Zona A**

Es una zona donde el uso de suelo se encuentra destinado principalmente a la agricultura a través de chinampas en su mayoría a cielo abierto. En la zona se observa la presencia de algunas chinampas con actividad ganadera y actividades turísticas y de recreación, como campos de fútbol. Dentro de esta zona, prácticamente no existen áreas urbanizadas. Los cultivos que sobresalen en esta zona son de maíz (*Zea Mays*), lechuga (*Lactuca sativa*), alelí (*Cheiranthus cheiri*), verdolagas (*Portulaca oleracea*) y acelgas (*Beta vulgaris*).

### **Zona B**

Actualmente esta zona presenta una importante influencia de asentamientos urbanos, siendo la parte sur la más afectada, en las inmediaciones de los canales de Cruxitla y de Apatlaco, que además tienen una influencia del agua de la zona turística de Caltongo. Hacia la parte norte, rumbo a la laguna de Tezhuilo y canal Ampampilco, se conserva una importante área dedicada a la chinampería a cielo abierto a pesar de la existencia de algunas chinampas con invernaderos. Por esto, es una de las zonas más productivas y conservadas. En esta parte, se pueden observar cultivos de nopal, verdolagas, jitomate, lechuga y calabaza.

También se localiza en esta zona el sitio “Canal Nacional”, una zona que solía destacarse por ser uno de los canales con mejor calidad de agua, sin embargo, actualmente se ha alterado debido al entubamiento de

sus últimos ojos de agua. Esto es el resultado del aumento en el número de asentamientos urbanos en el área circundante y por el paso de agua de Apatlaco a Canal Nacional, consecuencia de la conexión de ambos canales en los últimos años.

### **Zona C**

Esta zona se encuentra completamente urbanizada debido a que la principal actividad económica de sus habitantes está dedicada a ofrecer servicios para los turistas, así como el cultivo para venta de flores y plantas de ornato a través de invernaderos. La calidad del agua es mala debido a la alta concentración de contaminantes que entran directo a los canales a través de las descargas de las casas y la basura generada por el turismo. Es poco común encontrar especies nativas en esta zona. En esta zona, se encuentra el canal denominado “el 27”, en el cual se encuentra una importante entrada de agua proveniente de plantas de tratamiento, lo cual le confiere al canal transparencia y buenos niveles de oxígeno. Estas condiciones crean un hábitat favorable para el refugio de peces de talla pequeña.

### **Zona D**

En esta zona se sigue practicando la chinampería como su actividad principal. Sin embargo, a diferencia de la zona A, presenta zonas urbanizadas así como algunas chinampas abandonadas o dedicadas a actividades recreativas como clubes deportivos. Además, hacia la zona de la laguna del Toro y Amelaco, se observa un incremento de las chinampas con asentamientos urbanos, situación probablemente dada por la cercanía a las colonias ya urbanizadas. Esta zona actualmente se encuentra dividida por una compuerta que separa la Laguna del Toro y sus canales circundantes de canal Chicoco.

### **Zona F**

Esta zona está conformada por dos canales aislados del resto de Xochimilco y no presentan chinampas en sus alrededores ni áreas habitacionales. El nivel del agua de los canales es mantenido a través del agua proveniente de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La única actividad que se realiza es el entrenamiento deportivo. A pesar de la cantidad de peces que se reportan en ambos canales por la prohibición de actividades pesqueras, esta zona es conocida por albergar una importante población de axolotes (*Ambystoma mexicanum*).

### **Zona J**

Esta zona está conformada por el Pueblo de San Gregorio Atlapulco. En este sitio se localizan la mayor parte de los ejidos del Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, la mayoría de ellos se encuentran abandonados o bien son propensos a inundaciones. Se practica la chinampería tradicional a cielo abierto y funciona como regulador de la cantidad de contaminantes que son transportados a los canales. La calidad

del agua de esta zona está determinada por la cantidad de agroquímicos que sean utilizados y vertidos a los canales principales.

Para el monitoreo continuo del sistema lacustre se utilizaron cinco sondas multiparamétricas marca YSI modelo 6600 v2 (Fig. 2), las cuales tienen la capacidad de medir diversos parámetros como son: Oxígeno disuelto óptico, porcentaje de Saturación de Oxígeno, Conductividad, Conductancia específica, Salinidad, Resistividad, Temperatura, pH, Potencial Óxido-reducción, Sólidos disueltos totales, Profundidad y Turbidez. Para la realización de este proyecto se solicitó la adquisición de sensores ópticos para equipar las sondas adquiridas en previos proyectos. Hasta el día de hoy, el proveedor no ha entregado al Laboratorio de Restauración Ecológica los sensores solicitados debido a que el distribuidor en México se declaró en bancarota y fue necesario reiniciar los trámites de compra interna directamente con el proveedor en Estados Unidos.



Figura 2. Sonda multiparamétrica YSI.

Para este proyecto se instalaron las sondas en cuatro puntos de los canales y se utilizó una quinta sonda para apoyo en el censo de axolote, objetivo incluido en esta etapa. Dos de las cuatro sondas usadas para la caracterización fisicoquímica sólo cuentan con los sensores de temperatura y pH, por lo que en algunos meses, los datos obtenidos correspondientes al tiempo de este proyecto comprenden sólo esos dos parámetros.

Siguiendo la experiencia obtenida en proyectos anteriores, las sondas fueron instaladas dentro de jaulas metálicas. Esto para resguardar de manera segura las sondas YSI, las cuales se encuentran ancladas al sedimento de los canales (Fig. 3).



Figura 3. Jaulas metálicas para resguardo de sondas YSI.

Los cinco puntos de monitoreo constante elegidos se describen a continuación:

Sitio Cihualcóatl. Ubicado en un canal adyacente al canal Almoloya, dentro de la zona A. Este sitio está destinado principalmente al cultivo de maíz (*Zea mays*), flores de ornato y hortalizas. Se encuentra rodeado por una serie de tres apantles y un canal principal. En el sitio predominan el zhacaltule (*Schoenoplectus americanus* y *S. Tabernaemontani*), altamisa (*Bidens laevis*), lirio (*Eichhornia crassipes*) y paragüitas (*Hydrocotyle ranunculoides*, *H. verticillata*). Las coordenadas geográficas de la ubicación de la sonda son: X: 489791.14 Y: 2131391.26 (Fig. 4).



Figura 4. Imagen del sitio Cihualcoatl.

2.- Sitio La Santísima. Ubicado en el canal La Santísima, dentro de la zona B. Es una zona con un alto grado de urbanización y cuyas actividades humanas afectan directamente a los canales. No hay presencia de chinampas activas. En el sitio predominan el floripondio (*Brugmansia* sp.), nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) bugambilia (*Bougainvillea glabra*), ahuejote (*Salix bonplandiana*), lirio, tepozán (*Buddleia cordata*), paragüitas y cola de borrego (*Myriophyllum aquaticum*). Las coordenadas geográficas de la ubicación de la sonda son: X: 490175.96 Y: 2130021.29 (Fig. 5).



Figura 5. Imagen del sitio La Santísima.

3.- Sitio Santana. Ubicado en el canal Tezhuilo dentro de la zona B, aproximadamente a 100 metros de la Isla de las Muñecas (Laguna de Tlicuili). Es un sistema de tres chinampas piloto en el que se llevan a cabo acciones de rehabilitación mediante la apertura y desazolve de los apantles, así como la reconversión al cultivo tradicional evitando el uso de agroquímicos, favoreciendo además la infiltración del agua. En estas chinampas se cultivan principalmente lechugas, verdolagas y acelgas, entre otras hortalizas. En el sitio predomina la cola de borrego, lirio, chilillo (*Polygonum punctatum*), lentejilla (*Lemna* sp.), lechuga de agua, berro y paragüitas. Las coordenadas geográficas de la ubicación de la sonda son: X: 490760.51 Y: 2131024.04 (Fig. 6).



Figura 6. Imagen del sitio Santana.

4.- Sitio Cuemanco. Ubicado en el canal de Cuemanco dentro de la zona D, alrededor de 500 m. de distancia del Embarcadero del mismo nombre. Se encuentra en un sistema de chinampas productivas a cielo abierto que utilizan las técnicas tradicionales de chinampería. Los cultivos que se siembran son hortalizas y flores. Además, se encuentra cercana a grandes tulares y manchones extensos de ninfa. Las coordenadas geográficas de la ubicación de la sonda son X: 19°16'57.28"N Y: 99° 6'7.16"O (Fig. 7).



Figura 7. Imagen del sitio Cuemanco.

5.- Sitio San Gregorio. Se ubica muy cerca del Pueblo de San Gregorio Atlapulco. El sitio está dedicado principalmente a la chinampería tradicional, predominan el lirio, pasto (Fam. Poaceae) , Lemna (*Lemna gibba*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), paragüitas y zhacaltule. Es un importante sitio para llevar a

cabo el continuo monitoreo de la calidad del agua, puesto que se encuentra cerca de una de las entradas de agua al sistema proveniente de la planta de tratamiento de San Luis Tlaxialtemalco. Las coordenadas geográficas de la ubicación de la sonda son: X: 494955.09 Y: 2130017.75 (Figura 8). Este sitio no fue monitoreado durante esta etapa.



Figura 8. Imagen del sitio San Gregorio.

En cada sitio fue necesario llevar a cabo la limpieza constante, esto con la finalidad de que no existieran interferencias o bien fueran las menos posibles en la obtención de información por medio de las sondas (Fig. 9). Dentro de las interferencias que pueden darse cabe señalar principalmente aquellas relacionadas con el crecimiento excesivo de la vegetación terrestre y/o acuática, lo cual puede llegar a cubrir la superficie del agua evitando que la sonda registre correctamente la cantidad de luz que pueda penetrar la columna de agua.

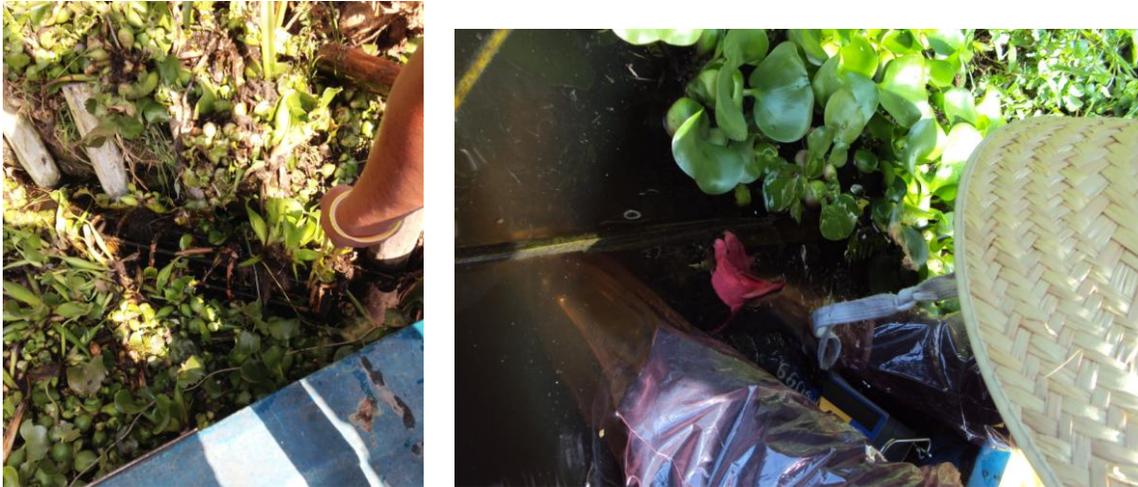


Figura 9. Limpieza de los sitios de las sondas.

Una vez instaladas las sondas, estas tomaron registros de 20 a 30 días cada media hora. Transcurrido este lapso, las sondas fueron sacadas para la obtención de datos, así como para su lavado, mantenimiento y recalibración. Esto lleva alrededor de 3-4 días antes de poder reingresarlas a los puntos de monitoreo.

Debido a que no todas las sondas cuentan con todos los sensores, se realizan rotaciones de sondas entre los sitios para tratar de obtener todos los parámetros al menos una vez cada mes. Los registros obtenidos del monitoreo continuo son subidos a una página de internet vinculada con la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO).

La utilización de este sofisticado equipo de medición ha permitido la obtención de información precisa y confiable sobre parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua, lo cual es la base de la comprensión del funcionamiento de distintas regiones del sistema lacustre de Xochimilco. Esta información, permitirá que se encaminen decisiones a futuro para la recuperación del ecosistema con una base científica, decisiones orientadas a brindar soluciones a largo plazo.

## **2. Monitoreo estacional de las variables bióticas y abióticas**

Durante el periodo de febrero a mayo de 2014 se realizó una colecta de variables bióticas y monitoreo de calidad de agua en canales dentro de la Zona Lacustre de Xochimilco. Los datos colectados, se incluyeron a los resultados obtenidos en previas colectas que formaron parte de anteriores etapas de monitoreo ambiental.

Las colectas abarcaron en total 33 canales ubicados en cinco de las seis zonas de la regionalización de Merlo (2010), dejándose fuera el monitoreo de la zona E ya que su jurisdicción le pertenece al Parque Ecológico de Xochimilco. De acuerdo a proyectos previos, se intentó abarcar otros canales no

considerados anteriormente teniendo como objetivo tener una caracterización más amplia del sistema. Por otra parte, en algunos canales no se pudieron tomar todas las variables, principalmente se dificultó el monitoreo de calidad de agua debido a que no fue posible ingresar a los sitios.

Los canales muestreados en la Zona Lacustre de Xochimilco durante los meses de este proyecto fueron Pista de Remo y Canotaje Virgilio Uribe y su pista de retroceso, Cuemanco, El Bordo, Japón, Chicoco, Güerolodo, laguna y canal de Tlilac, Ampampilco, Paso del Águila, laguna y canal de Tezhuilo, Costepexpan, San Pedro, Amelaco, Laguna del Toro, Toltenco, Tlicuilli, La Asunción, El infiernito, Castillo, laguna y canal La Virgen, Santa Cruz, Xaltocan, Caltongo, Turístico, Nativitas, Tochipa, Canal de Nacional, Apatlaco y Cruxtitla (Tabla 1).

Tabla 1. Zonas y canales correspondientes muestreados.

<b>ZONA A</b>	<b>ZONA B</b>	<b>ZONA C</b>	<b>ZONA D</b>	<b>ZONA F</b>
Laguna de la Virgen	Laguna de Tezhuilo	Laguna de Caltongo	Laguna del Toro	Pista de remo y canotaje
La Virgen	Costepexpan	Xaltocan	Chicoco	
El Bordo	San Pedro	Sta. Cruz	Cuemanco	
Güerolodo	Tochitla	Nativitas	Amelaco	
Atizapa	Tezhuilo	Caltongo	Toltenco	
Laguna de Tlilac	Ampampilco		Tlicuilli	
Paso del Águila	Castillo			
Chicoco	La Asunción			
	El infiernito			
	Apatlaco			
	Canal Nacional			

En cada uno de los puntos de colecta se caracterizó la vegetación acuática presente y se realizaron colectas de vertebrados acuáticos, macroinvertebrados acuáticos y zooplancton. Además, se monitorearon las variables fisicoquímicas como Oxígeno disuelto, Porcentaje de Saturación de Oxígeno, Conductividad, Salinidad, Temperatura, pH, Sólidos Disueltos Totales, Turbidez, Profundidad y Transparencia.

En cada canal se colectó en 3 puntos de muestreo, uno al inicio, otro a la mitad y el tercero al final del canal (Fig. 10). En cada punto se registraron las coordenadas geográficas con un GPS marca Garmin y se colectaron macroinvertebrados acuáticos, peces de pequeña talla y zooplancton. Este tipo de colecta permite reconocer gradientes de perturbación de acuerdo a la presencia/ausencia de especies e identificar su posible relación con el uso de suelo.

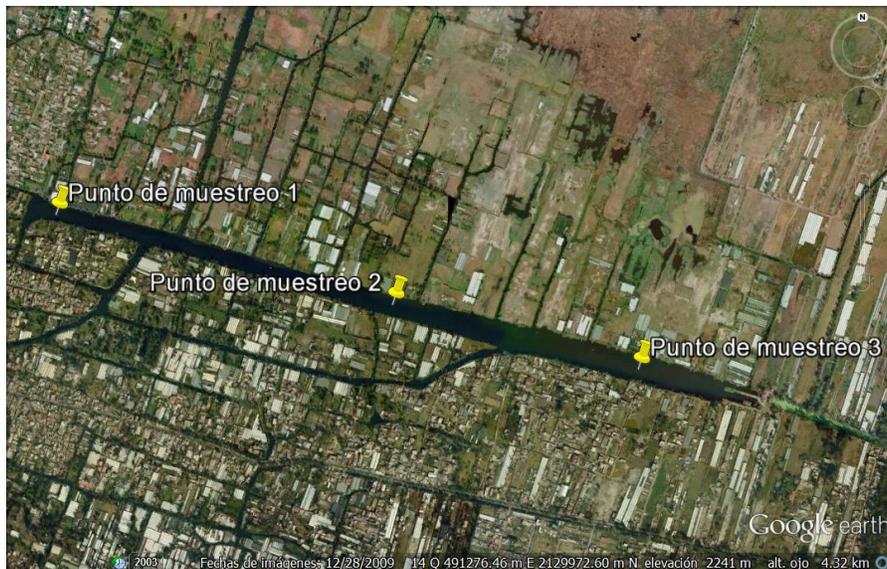


Figura 10. Ejemplificación de los 3 puntos de muestreo de un canal.

Para la colecta de macroinvertebrados se utilizaron redes de cuchara de diferentes formas de 30 cm por lado con una malla de 300  $\mu\text{m}$  (Fig. 11). Se realizaron 10 lances por sitio de muestreo superficiales, no rebasando los 30 cm de profundidad y la longitud de estos arrastres no fue mayor a 50 cm. Los organismos colectados fueron almacenados en bolsas de plástico herméticas y se fijaron con etanol al 70% para su posterior conteo e identificación en el Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM.



Figura 11. Red de cuchara para la colecta de macroinvertebrados acuáticos.

Por su parte, los peces pequeños fueron colectados utilizando una red de triángulo de 1.5 m de largo por lado (Fig. 12). Se realizaron tres arrastres por sitio para estandarizar el muestreo. Los arrastres se llevaron a cabo en las paredes de las chinampas ya que los peces de talla pequeña suelen refugiarse en las raíces de los ahuejotes y/o casuarinas.

Los ejemplares obtenidos fueron almacenados en bolsas de plástico herméticas y fijados con etanol al 70%. Posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM para su identificación y conteo.



Figura 12. Red de triángulo para la colecta de peces de talla pequeña.

Para la colecta de zooplancton se filtraron 20 litros de agua con una red de 150  $\mu\text{m}$ . La muestra obtenida fue colocada en tubos para centrifuga de 50 ml y fijada con formol al 10% (Fig. 13). Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM para su posterior conteo.



Figura 13. Colecta de zooplancton.

Para el monitoreo de variables fisicoquímicas se utilizó una sonda multiparamétrica marca YSI modelo 6600 v2, mientras que la profundidad y la transparencia fueron obtenidas mediante un Disco de Secchi (Fig. 14).



Figura 14. Determinación de la transparencia y profundidad del agua en los sitios de muestreo.

## **Resultados**

### ***Parámetros fisicoquímicos***

Mediante el análisis de las variables bióticas y abióticas de los canales de Xochimilco se identificaron los sitios con mayor grado de perturbación. Así, como parte del proyecto “Análisis del Estado de Conservación Ecológica del Sistema Lacustre Chinampero de la Superficie Reconocida por la UNESCO como Sitio Patrimonio de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta”, realizado en el 2014 en colaboración con el Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA), se identificó la influencia de las distintas actividades que se realizan en las inmediaciones de los canales y los diferentes usos de suelo que modifican el comportamiento de las variables a nivel local.

En términos generales, los resultados promedio de los fisicoquímicos tuvieron un comportamiento similar entre los canales monitoreados, siendo la temperatura y el pH son los parámetros que se mantuvieron más homogéneos (Fig. 15).

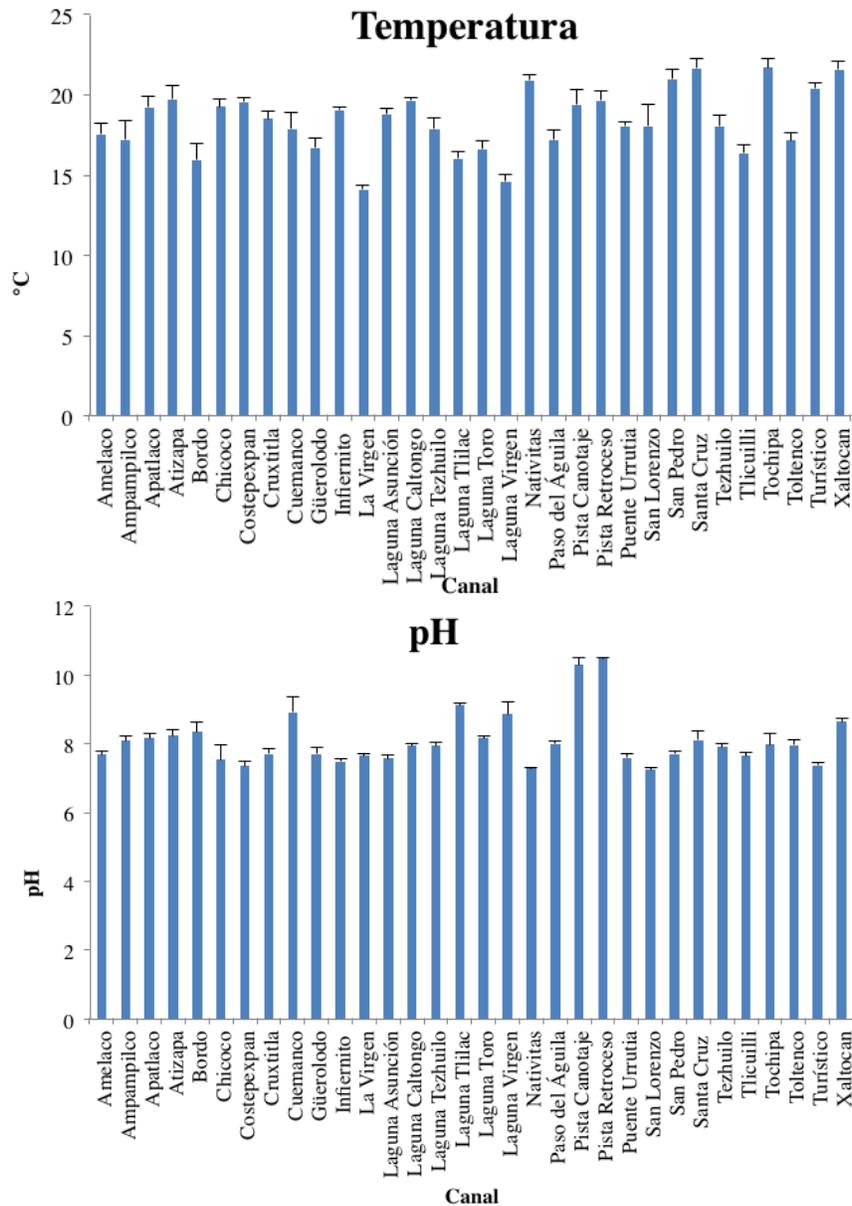


Fig. 15. Valores promedio de temperatura y pH registrados en los canales monitoreados.

Las variaciones en la temperatura se deben principalmente a la profundidad y la cobertura vegetal presente en cada canal, así como la nubosidad y la incidencia solar a la hora del muestreo. En cuanto al pH, algunos canales presentaron valores altos por arriba de 10 relacionados con la gran densidad poblacional de peces. Por su parte, la conductividad no rebasó los 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . No obstante, algunos canales como El Bordo y Cuemanco, presentaron valores altos mayores a los 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  lo que se puede deber a que son sitios que presentan entrada de material alóctono incrementando los niveles de iones y sólidos disueltos en el agua. Además, en el caso específico del Bordo, se observó que es un sitio que frecuentemente se utiliza para

carga y descarga de diferentes materiales como cascajo, abonos y minerales cuyos remanentes en el suelo, son lixiviados en el agua lo que aumenta los niveles de conductividad sustancialmente.

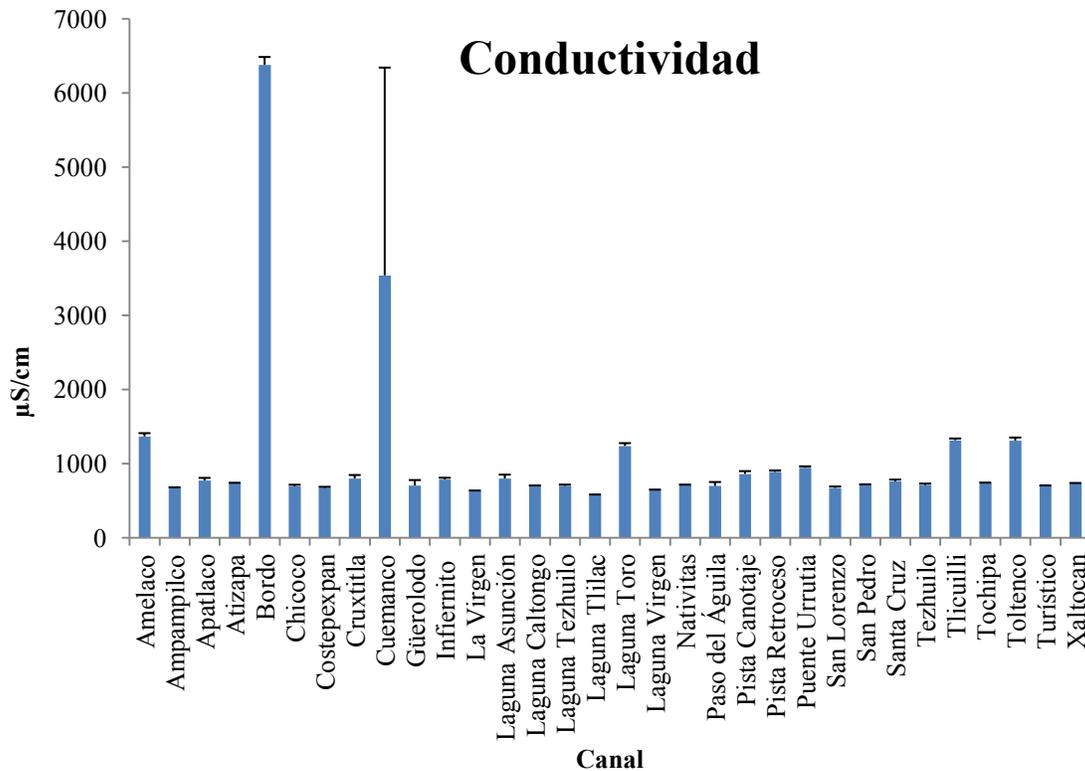
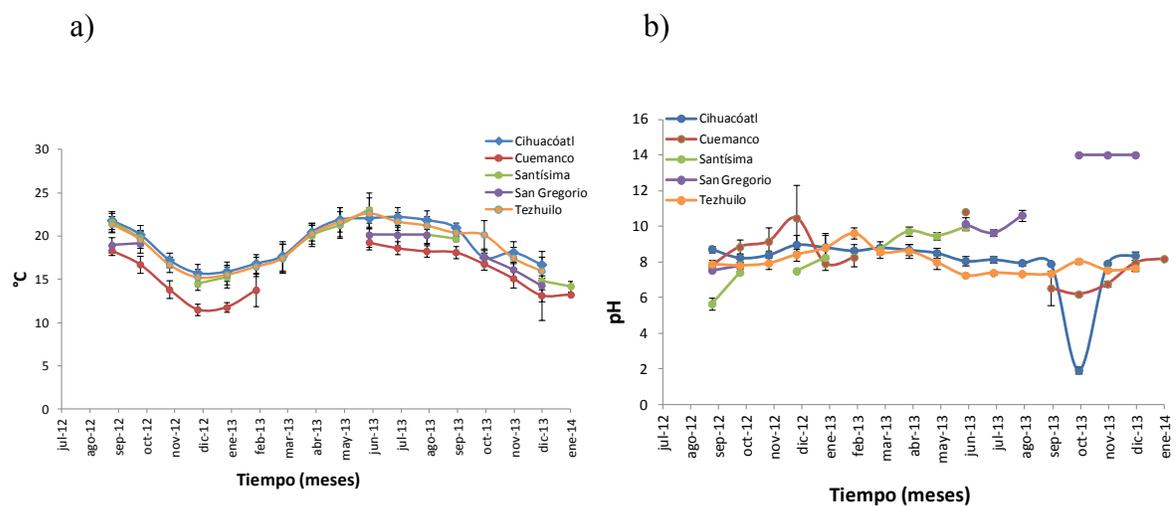


Figura 16. Valores promedio de la conductividad de los canales monitoreados.

A continuación se presenta un resumen de los datos que se extrajeron de las sondas multiparamétricas a lo largo de dos años de monitoreo continuo (Fig. 17 a – f).



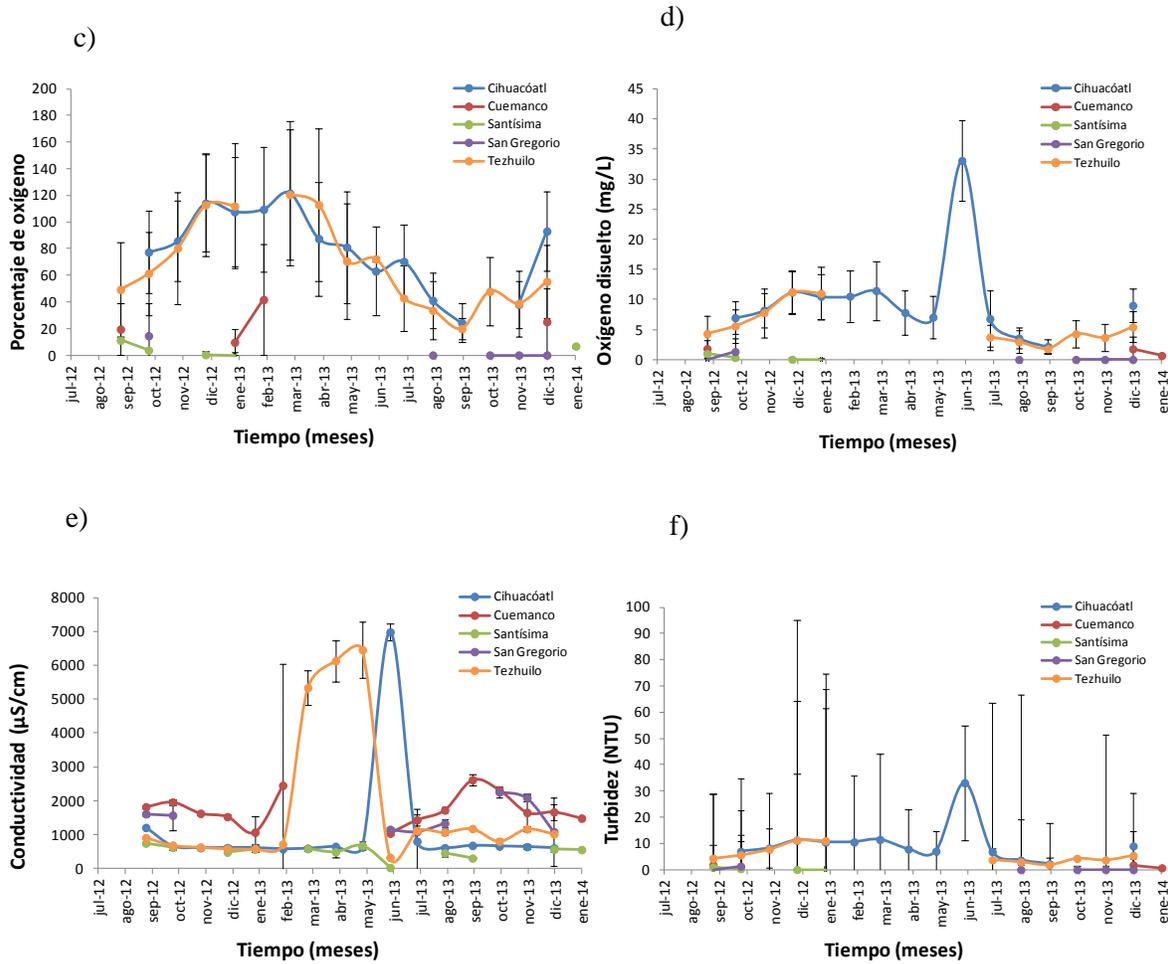


Figura 17. Valores promedio con su desviación estándar registrados en cinco sitios de muestreo continuo desde el año 2012, hasta el 2014.

A continuación, se presentan los resultados de este proyecto junto con los obtenidos en etapas anteriores, resumiéndose dos años de colectas estacionales de variables bióticas y abióticas en el sistema lacustre. Los resultados de macroinvertebrados y peces se presentan en tablas que indican la presencia/ausencia de cada especie en los distintos canales, señalándose el año de colecta (tablas 2 – 14). En cuanto al zooplancton, se reporta la abundancia promedio por zona en cada año (Fig. 18).

Tabla 2. Vertebrados encontrados en la zona A en dos años de colectas.

ZONA	A													
	SITIO		BORDO		GÜEROLODO		LAGUNA TLILAC		ATIZAPA	LA VIRGEN	LAGUNA VIRGEN		PASO ÁGUILA	
ESPECIE (N.Común / N.Científico)	11	13-14	11	13-14	11	13-14	13-14	13-14	13-14	12	13-14	11	13-14	11
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓	⊙	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	✓
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓	⊙	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> )**	✓	⊙	⊙	✓	✓	✓	⊙	✓	⊙	✓	✓	✓	✓	⊙
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	✓	✓	⊙	⊙	✓	✓	✓	✓	⊙	✓	⊙	✓	✓	⊙
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	✓	⊙	⊙	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	⊙	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	⊙	⊙
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	⊙	⊙	⊙	✓	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	✓
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	✓
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

⊙ Ausente    ✓ Presente

Tabla 3. Vertebrados encontrados en la zona B en dos años de colectas.

ZONA	B								
	SITIO		AMPAMPILCO	INFIERNITO	LAGUNA ASUNCIÓN	COSTEPEXPAN	SAN LORENZO	TOCHIPA	SAN PEDRO
ESPECIE (N.Común / N.Científico)	11	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊙	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> )**	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	✓
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	✓	✓	⊙	✓	⊙	⊙	✓	✓	✓
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	✓	⊙	✓	✓	⊙	⊙	✓	⊙	✓
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	⊙	⊙	✓	✓	⊙	⊙	✓	⊙	✓
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

⊙ Ausente    ✓ Presente

ZONA	B									
	SITIO	LAGUNA TEZHUILO	TEZHUILO		APATLACO		CRUXTITLA	LA SANTISIMA		PUENTE DE URRUTIA
ESPECIE (N.Común / N.Científico)	13-14	11	13-14	11	13-14	13-14	11	13-14	12	13-14
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊙	⊙
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊙	✓	⊙	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊙	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> )**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	⊙	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	⊙
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	⊙	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	⊙
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	⊙	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	✓	⊙
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	✓	⊙	✓	✓	⊙	✓	⊙	✓	⊙	⊙
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	⊙	⊙	⊙	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

... Continuación...    ⊙ Ausente    ✓ Presente

Tabla 4. Vertebrados encontrados en la zona C en dos años de colectas.

ZONA SITIO	C								
	CALTONGO		TURISTICO	XALTOCAN		NATIVITAS	SANTA CRUZ		27
ESPECIE (N.Común / N.Científico)	11	13-14	13-14	11	13-14	13-14	11	13-14	11
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> )**	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	⊖	✓	✓	✓
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	⊖	⊖	✓	⊖	✓	⊖	⊖	✓	✓
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	⊖	⊖	✓	✓	✓	✓	⊖	✓	⊖
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	⊖	✓	✓	⊖	✓	✓	✓	⊖	⊖
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
	⊖ Ausente					✓ Presente			

Tabla 5. Vertebrados encontrados en la zona D en dos años de colectas.

ZONA SITIO	D										
	CUEMANCO			LAGUNA		AMELACO		TOLTENCO	TLICUILLI	CHICOCO	
ESPECIE (N.Común / N.Científico)	11	12	13-14	12	13-14	12	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊖	✓	
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	✓	✓	✓	⊖	⊖	✓	✓	⊖	⊖	⊖	
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⊖	
Charal ( <i>Menidia jordani</i> )**	✓	✓	✓	✓	⊖	⊖	⊖	✓	⊖	✓	
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	✓	⊖	✓	✓	✓	✓	⊖	✓	⊖	✓	
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	✓	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	✓	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	✓	⊖	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	✓	⊖	⊖	⊖	✓	⊖	⊖	✓	⊖	⊖	
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	✓	⊖	⊖	
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊖	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	
	⊖ Ausente					✓ Presente					

Tabla 6. Vertebrados encontrados en la zona J en dos años de colectas.

ZONA J		
SITIO	San Gregorio (Canal San Sebastián)	
	11	12
<b>ESPECIE (N.Común / N.Científico)</b>		
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊖	✓
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> ) **	⊖	⊖
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	⊖	✓
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	⊖	⊖
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊖	⊖
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊖	⊖
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	⊖	⊖
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊖	⊖
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	⊖	⊖
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	⊖	⊖
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊖	⊖
	⊖ Ausente	✓ Presente

Tabla 7. Vertebrados encontrados en la zona F en esta colecta.

SITIO	ZONA F	
	PISTA DE REMO	RETROCESO
<b>ESPECIE (N.Común / N.Científico)</b>	13-14	13-14
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	✓	✓
Tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	⊖	⊖
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	✓	✓
Charal ( <i>Menidia jordani</i> ) **	✓	✓
Burro ( <i>Goodea atripinnis</i> )	✓	✓
Espada ( <i>Xiphophorus hellerii</i> )	⊖	⊖
Lobina negra ( <i>Micropterus salmoides</i> )	⊖	⊖
Carpa Japonesa ( <i>Carassius auratus</i> )	⊖	⊖
Guatopote ( <i>Poeciliopsis gracilis</i> )	⊖	⊖
Mexcalpique ( <i>Girardinichthys viviparus</i> ) **	⊖	✓
Guatopote manchado ( <i>Heterandria bimaculata</i> )	✓	✓
Guppys ( <i>Poecilia reticulata</i> )	⊖	✓
Moto ( <i>Cyprinus sp.</i> )	⊖	⊖
	⊖ Ausente	✓ Presente

Tabla 8. Macroinvertebrados encontrados en la zona A en dos años de colectas.

ZONA		A																						
SITIO	BORDO			GÜEROLODO			LAGUNA TLILAC			ATIZAPA			LA VIRGEN			LAGUNA VIRGEN			PASO ÁGUILA			JAPÓN		
Familia	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14
Tipulidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
Chironomidae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hyaella	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓
Isopoda	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ischnura	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x
Acrididae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Physa	x	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x
Belostomatidae	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x
Dystiscidae	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x
Eristalis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aeshnidae	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x
Cambarellus	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓
Buena	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓
Culicidae	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓
Corixidae	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veliidae	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Helopdella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x
Hydrophilidae	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x
Caecydotea	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Erpophodella	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Noctuidae	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Coenagrionidae	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Baetidae	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crambidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Isotomidae	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓
Staphilinidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gerridae	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 9. Macroinvertebrados encontrados en la zona B en dos años de colectas.

ZONA		B																																					
SITIO	AMPAMPILCO			INFIERNITO			LAGUNA ASUNCIÓN			COSTEPEXPAN			SAN LORENZO			TOCHIPA			SAN PEDRO			LAGUNA TEZHUILO			TEZHUILO			APATLACO			CRUXTITLA			LA SANTISIMA			PUENTE DE URRUTIA		
Familia	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14			
Tipulidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Chironomidae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Hyaella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Isopoda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Ischnura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Acrididae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Physa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Belostomatidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓			
Dystiscidae	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Eristalis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Aeshnidae	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓			
Cambarellus	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Buena	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Culicidae	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Corixidae	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Veliidae	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Helopdella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Hydrophilidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Caecydotea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Erpophodella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Noctuidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Coenagrionidae	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓		
Baetidae	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x		
Crambidae	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Isotomidae	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓		
Staphilinidae	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Gerridae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Tabla 10. Macroinvertebrados encontrados en la zona C en dos años de colectas.

ZONA C																		
SITIO	CALTONGO			TURISTICO			XALTOCAN			NATIVITAS			SANTA CRUZ			27		
Familia	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14
Tipulidae	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x
Chironomidae	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓
Hyalella	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓
Isopoda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x
Ischnura	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x
Acrididae	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Physa	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
Belostomatidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓
Dystiscidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eristalis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aeshnidae	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambarellus	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Buena	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x
Culicidae	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Corixidae	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x
Velidae	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x
Helopdella	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hydrophilidae	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Caecydotea	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Erphodella	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Noctuidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Coenagrionidae	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Baetidae	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crambidae	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x
Isotomidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Staphilinidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gerridae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 11. Macroinvertebrados encontrados en la zona D en dos años de colectas.

ZONA D																		
SITIO	CUEMANCO			LAGUNA			AMELACO			TOLTENCO			TLICUILLI			CHICOCO		
Familia	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14	11	12	13-14
Tipulidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chironomidae	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Hyalella	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x	x	x
Isopoda	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ischnura	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	x
Acrididae	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Physa	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
Belostomatidae	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓
Dystiscidae	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓
Eristalis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x
Aeshnidae	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambarellus	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	✓	✓
Buena	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
Culicidae	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Corixidae	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
Veliidae	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓
Helopdella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hydrophilidae	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x
Caecydotea	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x
Erphodella	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Noctuidae	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
Coenagrionidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓
Baetidae	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓
Crambidae	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	✓
Isotomidae	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	✓
Staphilinidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gerridae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 12. Macroinvertebrados encontrados en la zona F en dos años de colectas.

ZONA		F	
SITIO	PISTA DE REMO	RETROCESO	
Familia	13-14	13-14	
Tipulidae	x	x	
Chironomidae	✓	✓	
Hyaella	x	x	
Isopoda	x	x	
Ischnura	x	x	
Acrididae	x	x	
Physa	x	x	
Belostomatidae	✓	✓	
Dystiscidae	✓	✓	
Eristalis	x	x	
Aeshnidae	✓	✓	
Cambarellus	✓	✓	
Buenoa	x	x	
Culicidae	x	x	
Corixidae	✓	✓	
Veliidae	✓	✓	
Helopdella	x	x	
Hydrophilidae	x	x	
Caecydotea	x	x	
Erphodella	x	x	
Noctuidae	x	x	
Coenagrionidae	✓	✓	
Baetidae	✓	✓	
Crambidae	x	x	
Isotomidae	x	x	
Staphilinidae	x	x	
Gerridae	x	x	

Tabla 13. Macroinvertebrados encontrados en la zona G y H en dos años de colectas.

ZONA G			ZONA H		
SITIO	Ciénega Grande		SITIO	Ciénega Chica	
Familia o Género	12	13-14	Familia o Género	12	13-14
Tipulidae	x	x	Tipulidae	x	x
Chironomidae	✓	✓	Chironomidae	✓	✓
Hyaella	✓	x	Hyaella	x	✓
Isopoda	x	x	Isopoda	x	x
Ischnura	x	x	Ischnura	✓	✓
Acrididae	x	x	Acrididae	x	x
Physa	✓	x	Physa	x	✓
Belostomatidae	✓	x	Belostomatidae	✓	x
Dystiscidae	✓	✓	Dystiscidae	x	x
Eristalis	x	x	Eristalis	x	x
Aeshnidae	✓	✓	Aeshnidae	x	x
Cambarellus	x	x	Cambarellus	x	x
Buena	✓	x	Buena	✓	✓
Culicidae	✓	x	Culicidae	x	x
Corixidae	✓	✓	Corixidae	✓	✓
Veliidae	x	x	Veliidae	x	x
Helopdella	✓	✓	Helopdella	x	x
Hydrophilidae	✓	✓	Hydrophilidae	x	x
Caecydotea	x	x	Caecydotea	x	x
Erphodella	x	x	Erphodella	x	x
Noctuidae	x	x	Noctuidae	x	x
Coenagrionidae	x	✓	Coenagrionidae	x	✓
Baetidae	x	x	Baetidae	x	x
Crambidae	x	x	Crambidae	x	x
Isotomidae	x	x	Isotomidae	x	x
Staphilinidae	x	✓	Staphilinidae	x	x
Gerridae	x	x	Gerridae	x	x

Tabla 14. Macroinvertebrados encontrados en la zona I y J en dos años de colectas.

ZONA I					ZONA J		
SITIO	Pueblo San Luis Tlaxialtemalco		San Luis (Canal Nacional)		SITIO	San Gregorio (Canal San Sebastián)	
	12	13-14	12	13-14		12	13-14
Tipulidae	x	x	x	x	Tipulidae	x	x
Chironomidae	x	✓	✓	✓	Chironomidae	x	✓
Hyaella	✓	✓	✓	✓	Hyaella	✓	x
Isopoda	✓	x	x	x	Isopoda	x	x
Ischnura	x	x	✓	✓	Ischnura	✓	✓
Acrididae	x	x	x	x	Acrididae	x	x
Physa	✓	x	✓	x	Physa	✓	✓
Belostomatidae	✓	✓	✓	✓	Belostomatidae	✓	x
Dystiscidae	x	x	✓	✓	Dystiscidae	x	x
Eristalis	x	x	x	x	Eristalis	x	x
Aeshnidae	x	x	x	x	Aeshnidae	✓	x
Cambarellus	x	x	✓	x	Cambarellus	x	x
Buenoa	x	x	x	x	Buenoa	x	x
Culicidae	x	x	✓	✓	Culicidae	x	x
Corixidae	x	✓	✓	✓	Corixidae	x	✓
Veliidae	x	x	✓	x	Veliidae	✓	✓
Helopdella	x	x	x	x	Helopdella	x	x
Hydrophilidae	✓	✓	✓	✓	Hydrophilidae	✓	✓
Caecydotea	✓	✓	x	✓	Caecydotea	x	x
Erphodella	x	x	x	x	Erphodella	x	x
Noctuidae	x	x	✓	x	Noctuidae	x	x
Coenagrionidae	x	✓	x	x	Coenagrionidae	✓	✓
Baetidae	x	x	x	✓	Baetidae	x	x
Crambidae	x	x	x	x	Crambidae	x	x
Isotomidae	x	x	x	x	Isotomidae	x	x
Staphilinidae	x	x	x	x	Staphilinidae	x	x
Gerridae	x	x	x	x	Gerridae	x	x

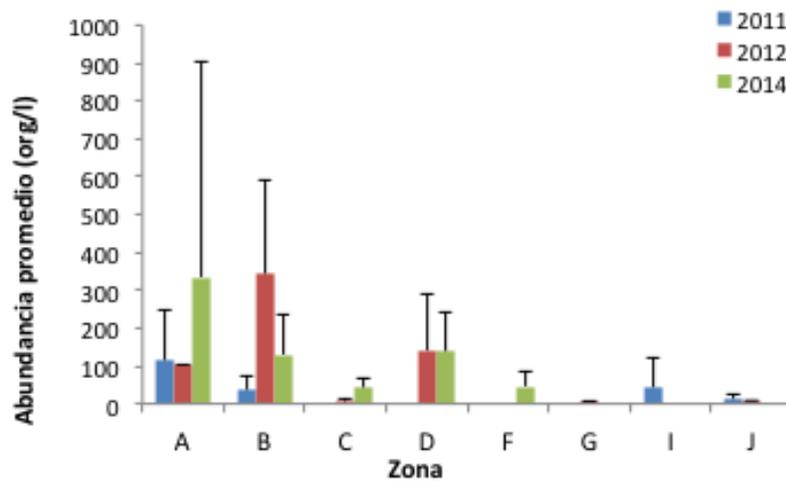


Figura 18. Abundancia promedio de zooplancton en cada una de las zonas de colecta.

### ***Censo de axolotes (*Ambystoma mexicanum*) en el sistema lacustre***

Esta actividad buscó conocer los canales donde todavía existe presencia del axolote así como determinar las condiciones de los canales en los cuales se encuentra presente. Para esto se monitoreó la posible presencia de axolotes a lo largo de 32 canales, separando los puntos de muestreo cada 10 metros en promedio. Cada uno de estos puntos fueron georeferenciados. Además, se registraron los datos de la captura incidental de peces: especie, número de individuos de cada especie, peso y longitud total de cada individuo (Fig. 19). Esta información permite evaluar la estructura y distribución de peces de cada canal y su posible relación con las variables ambientales, así como con la presencia del axolote.



Figura 19. Captura incidental en el monitoreo de axolote.

Para la colecta de axolotes se utilizó una atarraya con luz de malla de 2 pulg. (Fig. 20). Los organismos capturados fueron medidos con un ictiómetro de 400 mm ( $\pm 1$ ) y pesados con una balanza de 2 Kg ( $\pm 0.1$ ) marca Ohaus.



Figura 20. Atarraya para la colecta de axolotes.

Además de los censos diurnos en los canales, se realizaron seis sondeos nocturnos para intensificar el muestreo debido a que en el día no se registraron avistamientos. Los sondeos nocturnos se realizaron en la Pista de Remo y Canotaje, Canal Nacional, Laguna de Tlilac, Laguna de la Virgen, Cuemanco y Apatlaco.

En total se registraron siete avistamientos y una captura de un individuo macho que midió 28 cm. y pesó 153 g. (Fig. 21). Los avistamientos fueron registrados tres en la Laguna de La Virgen, uno en la Laguna de Tlilac, uno en el canal Cuemanco, uno en Canal Nacional y uno en la Pista de Remo y Canotaje. El axolote colectado se capturó en la Pista de Remo y Canotaje Virgilio Uribe y fue trasladado a la colonia del Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología para su resguardo, donde se le dio tratamiento médico ya que presentaba una enfermedad en la piel.



Figura 21. Axolote colectado.

Para calcular la abundancia de axolotes en los canales de Xochimilco, se consideró el número de lances y el área abarcada por la red. Con esto, y considerando que solo se realizó una colecta, se estimó una población total de 0.03 axolotes por  $\text{km}^2$  con un error de cálculo del 0.4%.

Los resultados obtenidos, indican que la situación del axolote es precaria. De los más de 24 km de canales sondeados, sólo se registró presencia de axolote en la temporada de secas, durante los sondeos nocturnos. Debido a la biología del axolote, se sugiere que este incremento en la actividad de la especie se encuentra relacionado con la época reproductiva y el forrajeo nocturno para disminuir los riesgos de depredación.

### ***Interpretación de dos años de monitoreo ambiental en la zona lacustre de Xochimilco***

Los resultados obtenidos muestran que la temperatura es homogénea en todo el sistema e indican una estacionalidad definida. Esto es común debido a que la capacidad calorífica del agua funciona como un regulador de microclima y mantiene las temperaturas constantes. Sin embargo, el sitio Cuemanco fue el que presentó las menores temperaturas a lo largo del tiempo de monitoreo, lo cual se puede traducir en mejores condiciones ambientales para las especies nativas, puesto que temperaturas por arriba de los 20°C pueden causarle estrés a dichas especies incrementando su susceptibilidad a enfermedades.

Por otra parte, si bien Tezhuilo, Cihuacóatl y Cuemanco muestran valores aceptables y homogéneos de pH, San Gregorio y la Santísima presentan valores muy cambiantes durante los dos años, registrando valores extremos en algunas temporadas. La Santísima, al ser una zona urbana, presenta descargas directas de residuos caseros ricos en hidróxidos en el cuerpo de agua, lo que puede modificar drásticamente los niveles de pH. Por su parte, San Gregorio es un sitio de chinampería tecnificada que utiliza una gran variedad de agroquímicos que entran al sistema y modifican los valores de este parámetro.

Respecto a la conductividad, se observaron valores bajos dentro de un rango aceptable ( $<1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la mayoría de los meses. Sin embargo, entre marzo y julio del 2013 se presentó un incremento considerable en ambas sondas de la zona B y un comportamiento similar en la sonda de la zona D. Usualmente cuando comienzan las lluvias, la conductividad se incrementa debido al arrastre de compuestos carbonatados; sin embargo, el hecho de que todas las sondas se comporten de forma similar, indica que las causas de los cambios comprenden un origen local así como un origen regional debido al agua que entra al sistema directamente de las plantas de tratamiento. Esto corrobora que la conductividad suele ser un parámetro que puede ser modificado fácilmente por las actividades humanas. Cuando los chinamperos fertilizan, fumigan o abonan, los lixiviados asociados pueden subir los niveles de iones disueltos en el agua, lo cual incrementa la conductividad en cuestión de días.

En cuanto a los niveles de Oxígeno presente en el sistema lacustre, los resultados muestran que éste no es un factor que limite la distribución de las poblaciones de las especies (por lo menos, en los canales primarios), ya que no se observaron valores de anoxia. Las únicas dos excepciones a esto se presentaron en San Gregorio y la Santísima, sitios que por sus extremadamente bajos niveles de Oxígeno, sugieren tener un alto grado de perturbación. Los niveles de oxígeno suelen estar por arriba de los 4 mg/L en los canales primarios. Esto puede deberse a su morfología ya que al ser anchos, permiten la acción del viento y por tanto la oxigenación de la columna de agua. Asimismo, estos canales presentan el paso continuo de canoas de remo y con motor, lo cual puede explicar que haya una variación en los datos registrados, ya que

fácilmente se pueden incrementar los valores cuando pasa un transporte moviendo el agua. Es posible que midiendo la demanda biológica de Oxígeno (DBO) y la demanda química de Oxígeno (DBQ) se pueda tener mayor claridad acerca del comportamiento del porcentaje de Oxígeno y el Oxígeno disuelto.

Los resultados obtenidos de la colecta de las variables bióticas durante este año permiten corroborar la regionalización propuesta por Merlo (2010). Esta caracterización de las variables bióticas de los principales canales del sistema lacustre, hace posible reconocer zonas conservadas y zonas con altos grados de perturbación o susceptibles, lo cual permite establecer acciones de rehabilitación y recuperación particulares para cada zona o canal.

De esta forma, se identificó que la zona A es la más conservada y que, a su vez, presenta la menor abundancia de peces introducidos (carpa y tilapia). Esto resulta importante porque demuestra que los programas de extracción están funcionando y la disminución de las especies de peces exóticos permite que las especies nativas desplazadas recuperen su hábitat gradualmente, lo cual se ve reflejado en algunos canales que en años anteriores no presentaron presencia de charal (*Menidia humboldtianum*) y en el 2014 sí (ej. Güerolodo y Laguna de la Virgen). Además, se encontró que la abundancia de zooplancton aumentó considerablemente en este año, lo cual también está favorecido por la disminución de la tilapia y carpa. A su vez, la zona D sobresalió por la presencia y abundancia de este pez nativo (charal), cuya sensibilidad a los altos niveles de contaminación lo hacen una especie indicadora de calidad de agua. Durante el muestreo estacional a lo largo de dos años, se ha observado que el canal de Cuemanco alberga una población estable e importante de charales, haciendo fundamental seguir realizando esfuerzos para la disminución de tilapia, carpa y otros peces introducidos como el burro (*Goodea atripinnis*). Esta última especie ha mostrado un incremento en su abundancia en dicho canal, por lo que uno de los principales objetivos debe ser evaluar el efecto ecológico de esta especie en el sistema, identificar sus posibles efectos negativos futuros y disminuir su población en el corto plazo.

Por otra parte, los valores promedio de las variables fisicoquímicas de la zona D fueron afectados por los canales del lado de la Laguna del Toro (Amelaco, Toltenco y Tlicuilli). Esta área actualmente se encuentra separada del resto del sistema lacustre mediante una compuerta que limita el intercambio de agua. En esta zona no se observan chinampas trabajadas y el aumento de asentamientos irregulares muestra efectos adversos perceptibles en el agua de los canales. Sumado a esto, el área se encuentra muy cerca de uno de los barrios más conflictivos de Xochimilco debido a su gran número de asentamientos urbanos: Amalacachico; lo que dificulta realizar monitoreos en los canales de forma segura. Estos muestreos son necesarios para comprender el comportamiento y la dinámica del área y así sugerir programas inmediatos

para detener el aumento de los asentamientos irregulares y controlar de las descargas directas de residuos urbanos a los canales.

La zona B se identifica como una zona de transición, por lo que su calidad de agua depende de la cercanía a las zonas urbanas y de asentamientos irregulares. Al norte de la zona, en los límites con la zona A (Ampampilco, Tezhuilo, Paso del Águila, entre otros) todavía se cuenta con chinampas tradicionales y se encuentra una alta abundancia de peces de pequeña talla y zooplancton, lo implica una mejor calidad de agua y se traduce en una mayor disponibilidad de alimento para los axolotes que puedan estar presentes en la zona. En la parte sur, se observa un crecimiento de los asentamientos humanos y el canal de Apatlaco actualmente parece ser el límite entre las chinampas trabajadas y las chinampas con uso de suelo habitacional. En esta zona se encuentra inmerso uno de los asentamientos irregulares más grandes que desembocan en la laguna de la Asunción y en canal San Lorenzo. Esto hace que estos canales presenten una peor calidad del agua respecto al resto de los canales de de la zona, y la abundancia de organismos acuáticos, vertebrados e invertebrados es muy baja. Su cercanía con la Zona B trae como consecuencia que ésta zona sea considerada una de las más perturbadas. En crucial la toma de acciones inmediatas para limitar el crecimiento de los asentamientos humanos y recuperar la calidad del agua de la zona.

Por su parte, la zona C mostró ser la menos conservada. La presencia de asentamientos urbanos y pérdida de chinampas tradicionales es muy marcada. Además, la abundancia de especies introducidas es muy alta, por lo que la perturbación ecológica es clara. Esta zona presenta manchones de vegetación propicios para el establecimiento de zooplancton y macroinvertebrados acuáticos, sin embargo, la cantidad y diversidad de ambos grupos fue muy baja. Además, fue la zona con mayor cantidad de nitratos, lo cual sugiere un aporte importante de materia orgánica por descargas directas de desechos humanos al sistema, esto causado por el uso de suelo presente, el cual está enfocado al préstamos de servicios turísticos como baños, puestos de comida, venta de animales (generalmente de manera ilegal) y venta de plantas y flores producidas con gran cantidad de agroquímicos.

La zona F se comporta aisladamente al resto del sistema lacustre. No presenta una alta riqueza de organismos y la abundancia de peces introducidos es muy alta, pero no cuenta con perturbaciones antropogénicas como el resto de las zonas. Además, la presencia de axolote sugiere que el grado de conservación de esta zona es moderado o incluso podría ser alto. La ocurrencia de esta especie nativa hace urgente la toma de medidas para rehabilitar el canal y proteger a la población de axolotes que alberga. Para esto, debe considerar a corto plazo que los programas de extracción de peces exóticos se incluyan en esta zona pues actualmente las políticas de administración de la pista de remo y canotaje no están vinculadas a

las actividades y programas de recuperación del humedal y las autoridades no permiten la entrada de los grupos registrados de pescadores para el control de estas especies invasoras. Además, es importante prohibir la entrada de pescadores no regularizados, ya que se han presentado capturas clandestinas de axolotes y sus huevos para su venta en el mercado negro o bien para su reproducción y posterior liberación en los canales sin apearse a ningún protocolo autorizado o lineamiento. Se tiene registro de diversos grupos que han participado en estas actividades, siendo una de las más recurrentes a este tipo de prácticas la organización denominada Michmani.

En cuanto a la zona J, a lo largo de dos años se han observado perturbaciones similares a las de la zona C, con la diferencia de que incluso la abundancia de especies introducidas fue muy baja. Esto, aunado a la baja calidad de agua, expone que es posible que los niveles de contaminación por agroquímicos estén limitando la riqueza de especies presentes en el área. Actualmente existe una conexión entre la Ciénega Grande y los canales de San Gregorio, por lo que se ha dado un paso de especímenes de un sistema a otro aumentando la perturbación del sitio. Además, la Ciénega Grande es un vasoregulador por lo que su calidad de agua es muy variable. Resulta fundamental controlar el uso de agroquímicos en las chinampas para disminuir los niveles de estos contaminantes en el cuerpo de agua.

La colecta de datos durante dos años de monitoreo ambiental permite hacer una caracterización de las distintas zonas en el sistema lacustre y proponer acciones de acuerdo a los distintos problemas identificados en cada sitio. Las sondas multiparamétricas son instrumentos de monitoreo que aportan valiosa información de manera continua, lo cual permite reconocer efectos específicos de algunas de las actividades en el sistema. A nivel local, se pueden asociar los usos de suelo con los distintos parámetros obtenidos y evaluar patrones en el comportamiento y dinámica de los canales que permitan estimar fenómenos y hacer un manejo más adecuado del sistema de acuerdo a la temporalidad del mismo. Por esto, el balance muestra que el costo del monitoreo continuo es bajo en comparación con la información que aporta, haciendo importante aumentar los puntos de monitoreo extendiendo su distribución a otras zonas o canales en conflicto.

A su vez, el monitoreo de las variables bióticas en los diferentes canales es indispensable para comprender a largo plazo la dinámica y estructura poblacional de las especies, así como vincular los efectos ecológicos y humanos con dichas estructuras. Además, los resultados que se observan a través del tiempo son la mejor herramienta para evaluar el éxito y eficacia de las acciones tomadas para la rehabilitación del sistema lacustre, pues la sola presencia de especies es un indicador de las condiciones ambientales. Para reforzar el diagnóstico, es necesario contar con una mayor representatividad de los canales, ya que la heterogeneidad

del humedal indica que las condiciones locales tienen una fuerte influencia en la distribución de las especies. Por lo tanto, se sugiere continuar con el monitoreo de los canales colectados en el futuro.

## ***CHINAMPAS Y REFUGIOS***

### **Introducción**

Una de las características que colocan a Xochimilco como Patrimonio Mundial es la práctica de la chinampería. Por esto se buscó continuar y ampliar el modelo integral de desarrollo social y conservación de la biodiversidad chinampa-refugio, incluyendo la participación de productores locales. Para esto, se desarrollaron técnicas sostenibles de producción y acciones de recuperación física de hábitat y de especies nativas, como el axolote.

### **Resultados**

#### ***Taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”***

Este taller fue propuesto con la finalidad de convocar a productores de la zona lacustre de Xochimilco y público en general para informar acerca de las actividades a realizarse en el proyecto de “REHABILITACIÓN DE LA RED CHINAMPERA Y DEL HÁBITAT DE ESPECIES NATIVAS DE XOCHIMILCO”. En este taller incluyó información teórica y práctica sobre la elaboración de abonos orgánicos, biofertilizantes y controladores de plagas y enfermedades. La convocatoria fue abierta mediante carteles y lonas colocadas en diversos puntos de la zona lacustre, diversos embarcaderos, capillas en los barrios y varios puntos de la parroquia y el mercado en el centro de Xochimilco (Fig. 22).

Dentro del taller, la información teórica buscó proporcionar un panorama general sobre los impactos de la Agricultura Industrial y el uso de Agroquímicos en el lago de Xochimilco así como en los cultivos (Anexo II). También se mencionó la importancia de implementar esquemas de producción orgánica para evitar impactos negativos sobre el ecosistema, haciendo énfasis en que Xochimilco es Zona de conservación y por lo tanto es necesario implementar técnicas productivas acordes al sitio. De forma general se reconocieron los fundamentos de la producción orgánica y la importancia de los minerales, materia orgánica y microbiología en el bienestar y funcionamiento de los sistemas agrícolas (Fig. 23).

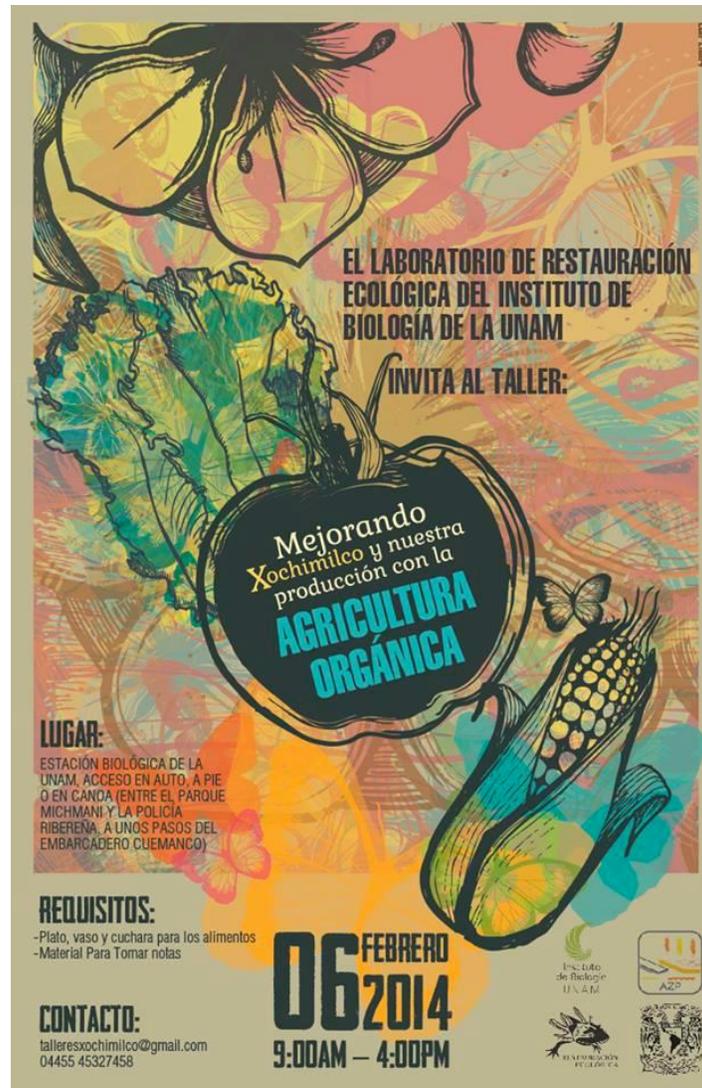


Figura 22. Cartel de promoción del taller de agricultura orgánica.





Figura 23. Presentación teórica en el taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.

Con el fin de tener un acercamiento a la producción de abonos orgánicos y biofertilizantes se elaboraron 400 kilogramos de abonos orgánicos y 200 litros de biofertilizantes, además de la reproducción de 200 kilogramos de microorganismos de montaña, estos últimos, son diversos grupos funcionales de bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios que son colectados en una determinada región, la finalidad es, restaurar la microbiología de los suelos y promover el mejor desarrollo de las plantas. Del mismo modo, con apoyo de los asistentes, se realizó la producción de un controlador de plagas y enfermedades a base de hierbas aromáticas (Fig. 24).





Figura 24. Actividades prácticas en el taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.

A este taller asistieron 85 participantes, de los cuales se registraron 25 productores de la zona lacustre de Xochimilco y Tláhuac, así como productores independientes del grupo Yolcan, habitantes de la delegación Xochimilco interesados en el tema y alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Nacional Autónoma de México (Anexo III).

Con la finalidad de incentivar actividades productivas sustentables y promover el modelo chinampa-refugio como una estrategia para el mejoramiento y conservación de la Zona Patrimonio, se realizaron alrededor de 130 visitas en la zona lacustre de Xochimilco. El proceso de vinculación inicio identificando chinampas en producción, posteriormente se expuso el proyecto a los propietarios de los espacios identificados y se les invito al taller, en días posteriores a la realización del mismo se acordaron actividades en los diferentes espacios identificados como viables para realizar las actividades establecidas en el proyecto y por último, se dio seguimiento a la elaboración y aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes (Fig. 25).

No fue posible para todos los productores asistir al taller, sin embargo, por el interés que manifestaron en las visitas previas a la realización del mismo se llevaron a cabo diversas actividades con ellos, incluyendo algunos productos para el control de plagas y enfermedades (Fig. 26).



Figura 25. Actividades realizadas definir productores asociados al proyecto.



Figura 26. Recorrido para evaluación de plagas y enfermedades en plantas ornamentales.

El número total de productores con los cuales se estableció relación y se realizaron diversas actividades fue de 17 (Fig. 27). Los datos de éstos productores y coordenadas donde se realizaron las actividades se presentan en la tabla 15.

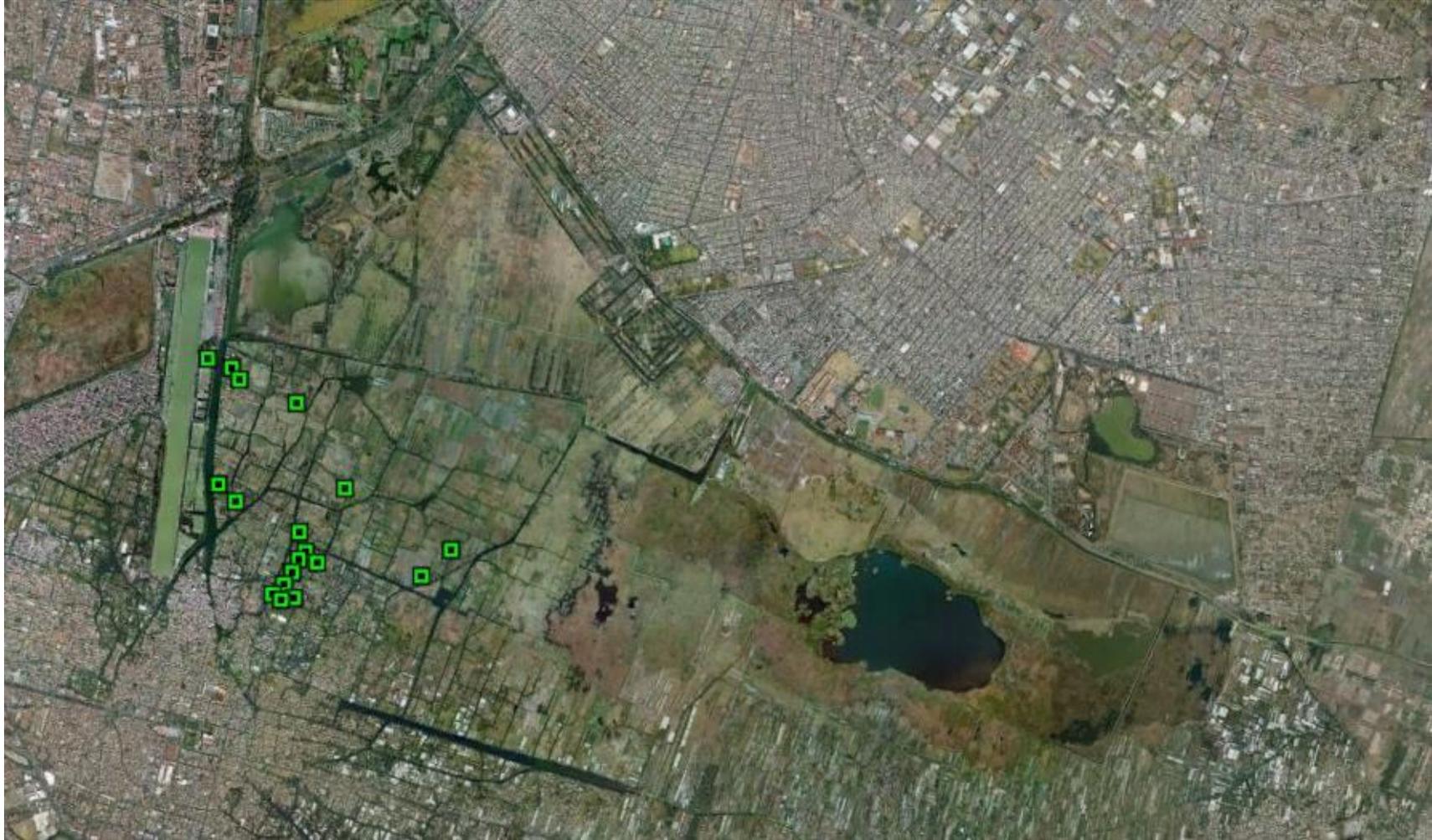


Figura 27. Sitios donde se promueve la unidad Chinampa-Refugio como estrategia para la conservación y restauración de la Zona Patrimonio.

Tabla 15. Relación de productores vinculados al proyecto de “Rehabilitación de la Red Chinampera y del Hábitat de Especies Nativas de Xochimilco”.

<b>Productores contactados</b>	<b>Ubicación (Coordenadas UTM)</b>	<b>Actividades Realizadas</b>
Estación biológica UNAM	14 Q 489207.42 m E 2132384.68 m N	Acopio y resguardo de materiales, realización del Taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”, elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizante.
Gregorio de la Cruz	14 Q 489364.91 m E 2132330.32 m N	Elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes.
Fernando de la cruz	14 Q 489417.11 m E 2132257.13 m N	Elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes.
Luciano García	14 Q 489792.00 m E 2132118.00 m N	Rehabilitación de zanjas y entrega de abonos orgánicos.
Pedro Méndez	14 Q 489304.64 m E 2131578.54 m N	Elaboración de caldo de ceniza con jabón para el control de pulgón en coliflor, caldo sulfocalcico para control de hongos en espinaca, reproducción de microorganismos para inocular abonos orgánicos y biofertilizantes, elaboración de abono orgánico fermentado y biofertilizantes. Múltiples visitas para aplicación de productos elaborados, evaluación y tratamiento de problemáticas asociadas a la producción.
Rogelio López	14 Q 489421.03 m E 2131471.81 m N	Elaboración de biofertilizantes y abonos orgánicos fermentados, aplicación de caldo sulfocalcico.
Fabián Romero	14 Q 489841.27 m E 2131290.45 m N	Elaboración de biofertilizantes.
Marco Antonio del Valle	14 Q 490127.00 m E 2131580.00 m N	Aplicación de bicarbonato de sodio para control de mildiu en calabaza, elaboración de biofertilizante y abonos orgánicos, aplicación de biofertilizantes y caldo sulfocalcico.
Lucio Usobiaga	14 Q 489884.94 m E 2131166.03 m N	Se le proporciono material para elaboración de abonos orgánicos.
Cutberto Bermúdez	14 Q 489803.14 m E 2131029.30 m N	Elaboración de biofertilizantes y abonos orgánicos fermentados.
Fernando Coquis	14 Q 489752.31 m E 2130952.49 m N	Se le proporciono material para elaboración de abonos orgánicos.

Fidel Flores	14 Q 489962.83 m E 2131097.14 m N	Elaboración de caldo sulfocalcico, elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes, siembra de hortalizas en almácigos, aplicación de abonos orgánicos y siembra de tomate
Juan Cristóbal	14 Q 489740.00 m E 2130921.00 m N	Elaboración de biofertilizantes y abonos orgánicos fermentados.
Miguel Cristóbal Cortez	14 Q 489679.00 m E 2130884.00 m N	Elaboración de biofertilizantes y abonos orgánicos fermentados.
Anastasio Medina	14 Q 489737.06 m E 2130850.03 m N	Elaboración de biofertilizantes.
Felipe Trejo	14 Q 489820.13 m E 2130865.17 m N	Elaboración de biofertilizante.
Víctor Velasco	14 Q 490641.42 m E 2131034.69 m N	Elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes.
Anastasio Santana	14 Q 490827.15 m E 2131209.37 m N	Elaboración de caldo sulfocalcico elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes, aplicación de microorganismos, biofertilizantes y caldo sulfocalcico y rehabilitación de Zanjas.

Algunas actividades complementarias a la producción de abonos orgánicos y biofertilizantes encaminadas a la conservación y mejoramiento de la zona patrimonio realizadas en los diversos espacios fueron las siguientes:

- Visitas frecuentes para identificación y tratamiento de problemáticas asociadas a la producción.
- Recomendaciones para tratamiento de plagas y enfermedades (Fig. 28a).
- Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes (Fig. 28b).
- Siembras y trasplantes de hortalizas.



Figura 28a. Elaboración de caldo ceniza para control de pulgones; 28b. Aplicación de microorganismos para el control de hongos en epazote.

### ***Rehabilitación de Zanjas***

Con la finalidad de impulsar el modelo chinampa-refugio, se realizaron cinco salidas para evaluar los sitios que podrían ser habilitados como refugios, en las cuales se decidió llevar a cabo la rehabilitación de 200 metros lineales de zanjas para la creación de refugios de axolotes (Anexo IV). En cada uno de estos sitios se realizaron diversas actividades descritas continuación.

#### **1. Paso del águila**

**Ubicación:** 19°16'26.50"N, 99° 5'3.11"O

**Propietario:** Anastasio Santana

Se rehabilitaron 80 metros lineales de zanja (Fig. 29). El sitio se encontraba cubierto por ramas, pasto y vegetación acuática. Las actividades realizadas incluyen el desorillado, retiro de pasto, ramas y hierbas, corte y retiro de raíces junto con vegetación acuática (Fig. 30).

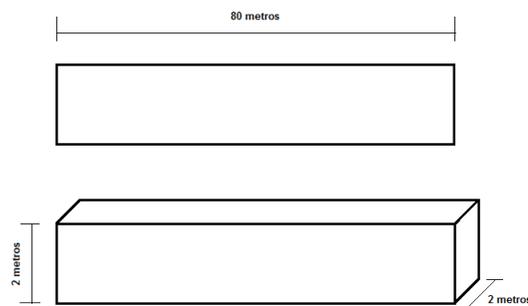


Figura 29. Características morfométricas (ancho, profundidad y largo) de la zanja “Paso del Águila” del sitio.



Figura 30. Rehabilitación de la zanja “Paso del Águila”.

## 2. Laguna de Tlicuili (Isla de las Muñecas)

**Ubicación:** 19°16'30.49"N, 99° 5'13.82" 99° 5'13.37"O

**Propietario:** Anastasio Santana

Se rehabilitaron 100 metros lineales de zanja (Figura 31). El sitio se encontraba cubierto por ramas, pasto y tierra que se había desbordado de las orillas de la zanja. Las actividades realizadas incluyen desorillado, retiro de pasto, ramas y hierbas, además se retiró tierra que cubría la zanja.

En el sitio las actividades de rehabilitación se realizaron antes de lo programado por lo que únicamente se cuenta con fotografías de la zanja al finalizar las actividades de acondicionamiento (Figura 32).

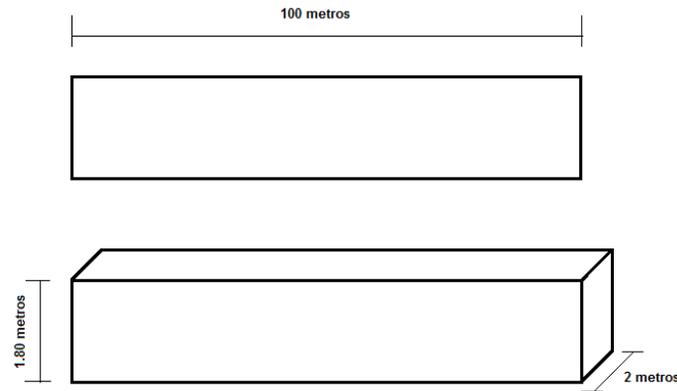


Figura 31. Características morfométricas (ancho, profundidad y largo) de la zanja “Laguna de Tlicuili” del sitio.



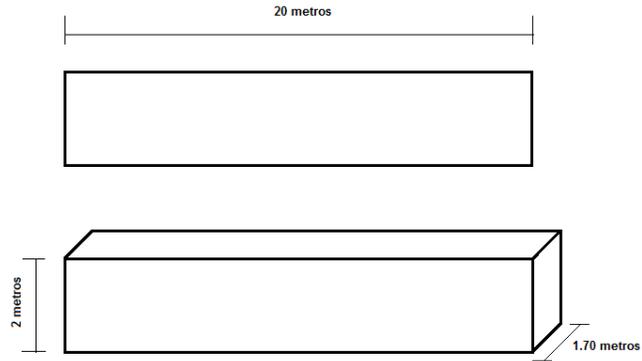
Figura 32. Rehabilitación de la zanja “Laguna de Tlicuili”.

### 3. Tlilac

**Ubicación:** 19°16'56.93"N, 99° 5'48.60"O

**Propietario:**

Se rehabilitaron 20 metros lineales de zanja (Fig. 33). El sitio se encontraba cubierto por ramas, pasto y xacaltule. El sitio generalmente se encuentra húmedo pero sin agua superficial. Las actividades realizadas incluyen desorillado, retiro de pasto, ramas y hierbas. Además se eliminó sedimento y tierra para dejar una profundidad de 1 metro ente el nivel del agua y el fondo de la zanja. Se elaboró y coloco una compuerta para permitir el ingreso de agua, evitando el paso de carpas y tilapias (Fig. 34).



### Construcción y colocación de compuertas

Para construcción y colocación de las compuertas fueron necesarios los siguientes materiales:

- Polines de madera de 7.5 x 7.5 cm x 2.50m
- Tubo de pvc flexible de ½ “
- Clavos de 6”
- Clavos de 3”
- Malla sombra al 90%
- Serruchos 14”
- Seguetas con arco 24”
- Machetes 22”
- Martillos 16 oz.
- Marro de 12 lbs
- Palas cuadradas 27”
- Palas carboneras 29 ½”
- Flexometro

Las actividades necesarias para la colocación de compuerta fueron:

- Compra, traslado y descargar materiales.
- Cargar de materiales a canoa y traslado hacia la chinampa.
- Medición de ancho y profundidad de bordos en zanjas para definir perímetro de compuertas y largo de postes de apoyo.
- Corte de polines según medidas necesarias en cada sitio.

- Ensamble de estructura de compuertas de acuerdo a las medidas previamente establecidas.
- Medición y corte de malla sombra para cubrir el ancho de las compuertas previamente ensambladas.
- Medición y corte de tubo necesario para cubrir el perímetro de la compuerta.
- Asegurar malla en el perímetro de la compuerta con tubo flexible y clavos.
- Reducción de base de compuertas para facilitar el anclado.
- Anclaje y fijación de compuertas.
- Apertura de bordos para permitir el paso de agua e impedir el paso de especies exóticas.

Figura 33. Características morfométricas (ancho, profundidad y largo) de la zanja “Tilac” del sitio.





Figura 34. Rehabilitación de la zanja “Tilac” y colocación de la compuerta.

### ***Abonos Orgánicos***

Con el fin de mejorar la producción agrícola en las chinampas en el corto plazo y eliminar el uso de agroquímicos en la Zona Patrimonio se propone la elaboración de abonos orgánicos fermentados. La tesis central de la elaboración de abonos orgánicos fermentados se basa en obtener por medio de un

proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos un material parcialmente estable de lenta descomposición que es capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir a la tierra.

Los abonos orgánicos representan múltiples beneficios, entre los que se enumeran:

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores.
- Pueden elaborarse en pequeños o grandes volúmenes, según las condiciones económicas y necesidades de cada producto.
- Los materiales se consiguen localmente.
- Activan rizobacterias promotoras de crecimiento y bioprotección.
- Se autorregulan agentes patógenos en el sustrato por medio de inoculación biológica natural.
- Su elaboración y aplicación no presenta riesgos para el ambiente y salud de productores y consumidores.
- Mejora la permeabilidad de los suelos, aireación y porosidad.
- Favorece la colonización del suelo por la macro y micro organismos en las capas más profundas.
- Favorecen la biodiversidad de la fauna y flora, contribuyendo a la estabilidad ambiental.

En total se elaboraron 16.8 Toneladas de abonos orgánicos fermentados con distintos productores, los chinamperos y sitios se presentan en la tabla 16.

Tabla 16. Relación de productores vinculados al proyecto de “Rehabilitación de la Red Chinampera y del Hábitat de Especies Nativas de Xochimilco”.

<b>Productor</b>	<b>Cantidad elaborada</b>	<b>Coordenadas</b>
Estación biológica UNAM	800 Kilogramos	19°17'6.62"N; 99° 6'9.79"O
Gregorio de la Cruz	3 Toneladas	19°17'4.85"N; 99° 6'4.39"O
Fernando de la Cruz	2 Toneladas	19°17'2.47"N; 99° 6'2.60"O
Pedro Méndez	1.5 Toneladas	19°16'40.39"N; 99° 6'6.44"O
Miguel Cristóbal Cortez	700 Kilogramos	19°16'17.81"N; 99° 5'53.57"O
Juan Cristóbal	700 Kilogramos	19°16'22.53"N; 99° 5'49.35"O
Cutberto Bermúdez	400 Kilogramos	19°16'25.31"N; 99° 5'48.02"O
Rogelio López	500 Kilogramos	19°16'36.92"N; 99° 6'2.45"O
Fidel Flores	2 Toneladas	19°16'24.74"N; 99° 5'43.88"O
Marco Antonio del Valle	1 Tonelada	19°16'40.63"N; 99° 5'38.25"O
Lucio Usabiaga	1 Tonelada	19°16'26.98"N; 99° 5'46.55"O
Fernando Coquis	1 Tonelada	19°16'20.03"N; 99° 5'51.09"O
Víctor Velasco	1 Tonelada	19°16'22.72"N; 99° 5'20.63"O
Anastasio Santana	1 Tonelada	19°16'28.41"N; 99° 5'14.27"O
<b>Total</b>	<b>16.8 Toneladas</b>	

### 1) Acopio de materiales

Se acondicionó espacio para el acopio de material y la elaboración de abonos orgánicos dentro de la estación a cargo del Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM, en Cuemanco (Fig. 35).



Figura 35. Actividades de recepción, envasado y acopio de materiales para abonos orgánicos.

## 2) Elaboración de abonos orgánicos

Los ingredientes pueden variar según la zona donde se elaboren los abonos y la disponibilidad de materiales, recursos y tiempo disponible. En este caso, los materiales utilizados para la elaboración de los abonos orgánicos fueron:

- Cascarilla de Arroz.
- Estiércol de Caballo.
- Levadura para pan.
- Melaza.
- Cisco de carbón.
- Harina de roca.

El proceso de elaboración de abonos orgánicos fermentados siempre está abierto a incorporar la experiencia de los productores locales, cuidando siempre que los ingredientes estén tan triturados como sea posible. Este proceso se debe realizar en un espacio cubierto de lluvia y sol para que los factores climatológicos no intervengan el proceso de maduración de la mezcla.

Las proporciones recomendadas en la mezcla de ingredientes son las siguientes:

- 20 costales de tierra (sustrato).
- 20 costales de cascarilla.
- 20 Costales de Estiércol.
- 2 Costales de carbón Vegetal.
- 1 Kg de Levadura para pan.
- 25 – 50Kg de harina de roca.
- 1 Galón de melaza (4 galones de jugo de caña o 4 Kg de piloncillo).
- Agua suficiente para humedecer la mezcla ciudadano que al tener incorporados todos los materiales se tome un puño de la mezcla y al apretarlo no escurra agua entre los dedos.

A continuación se detalla el proceso de elaboración paso por paso:

- Extender 5 costales de estiércol en la zona donde se elaborara el abono.
- Sobre el estiércol extender 5 costales de cascarilla de arroz.

- Sobre la cascarilla extender 5 costales de tierra.
- Incorporar medio costal de carbón.
- Agregar de 5 a 8 Kg de harina de roca.
- Incorporar agua mezclada con melaza.

Una vez incorporados estos ingredientes se repite el procedimiento hasta terminar todos los ingredientes que se tienen. Concluido el proceso de elaboración, inicia el aumento de la actividad microbiológica y por tanto el aumento de temperatura, es muy importante monitorear constantemente la mezcla para mantener la temperatura en el rango de 50°C a 55°C porque este factor puede limitar la disponibilidad de oxígeno y humedad.

La mezcla se humedece solo al principio de la preparación teniendo en cuenta la recomendación hecha en las proporciones de los ingredientes. En caso se identificar un exceso de humedad se incorpora más cascarilla y/o harina de roca hasta conseguir que la mezcla este húmeda pero que ésta no escurra.

La mezcla debe tener un máximo 2.5 metros de ancho y 1.40 metros de alto para favorecer la oxigenación de la mezcla evitando que la temperatura rebase los 60 grados centígrados. Esta mezcla debe ser volteada una o dos veces al día, principalmente al iniciar el aumento de temperatura. Con el paso de los días, la temperatura comenzará a disminuir paulatinamente, por lo que los volteos deberán ser menos frecuentes hasta que se estabilice la temperatura. Para acelerar el proceso final de fermentación se puede disminuir la altura del montón de abono a partir del tercer día hasta lograr una altura de 30 a 50 cm al octavo día, en unos 15 días el abono estará listo y podrá ser almacenado o utilizado (Fig. 36).





Figura 36. Elaboración de abonos orgánicos con diversos productores.

### 3) Aplicación

La cantidad de abonos utilizados depende de diversos factores como la fertilidad original de la zona de cultivo, las necesidades del cultivo establecido y el clima de la zona. La aplicación depende de la experiencia adquirida en la práctica, por lo que es importante realizar pruebas piloto y aplicar de acuerdo a observaciones y resultados. Para hortalizas, algunas recomendaciones generales de aplicación se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Recomendaciones generales de aplicación de abonos orgánicos en hortalizas.

<b>Tipo de hortaliza</b>	<b>Gramos</b>
Hortalizas de hoja (Espinaca, Lechuga, Cilantro, Perejil..)	50 – 80
Hortalizas de cabeza (Brócoli, Coliflor....)	80 – 125
Hortalizas de varios cortes (Jitomate, Tomate, chile...)	125 – 250

En el caso de Xochimilco, los abonos orgánicos se utilizaron forma que el productor no realizara actividades extra que demandaran una mayor cantidad de mano de obra. De esta forma, el empleo de los abonos orgánicos se adecuó a las prácticas de cultivo realizadas normalmente.

Una manera común de realizar el trasplante de algunos cultivos como tomate, jitomate, chile, incluso maíz, consiste en formar surcos o camas de siembra dependiendo de la especie de que se trate. Posteriormente se realiza una serie de hoyos o cepas sobre el bordo del surco o sobre la cama de siembra distanciados cada 30, 40 o 50 cm de aproximadamente 10 cm de profundidad por 20 cm de diámetro. En estos agujeros se vacía lodo obtenido del fondo del canal para la posterior siembra de la plántula. Esto garantiza que haya humedad suficiente en la zona de raíces y favorecer su arraigo.

En esta práctica de trasplante con lodo se integró la adición de abono orgánico a cada hoyo justo antes de vaciar el lodo en él, de manera que el abono quedó cubierto por el lodo, con lo que los nutrientes contenidos en el abono estuvieron al alcance de la zona de raíces de la plántula. Para esto se colocaron aproximadamente 80 gramos de abono orgánico por cada hoyo. Esta no es la única forma en que se han estado empleando los abonos orgánicos, ya que existen otras formas locales de uso. Ejemplo de esto es la aplicación de una capa delgada de abono esparcido sobre el suelo donde se siembran cultivos cuya semilla se esparce al voleo (verdolaga, rábano y zanahoria o de manera “mateada” en otros cultivos como espinaca, lechuga). Cada productor está haciendo aplicaciones de acuerdo a la experiencia que han tenido en el manejo de sus cultivos y evaluando la mejor manera de utilizar los abonos (Fig. 37).



Figura 37. Abonos orgánicos cubiertos con lodo para siembra de hortalizas.

### ***Biofertilizantes***

Con el fin de complementar la nutrición de cultivos y promover la microbiología benéfica, se elaboraron biofertilizantes en diferentes sitios. Para enriquecer el contenido de los biofertilizantes se prepararon 90 kilogramos de fosfitos, mezcla de cascarilla de arroz, harina de hueso y harina de roca calcinados. Esta mezcla se caracteriza por su alto contenido calcio, fosforo y silicio, lo cual favorece la correcta nutrición de los cultivos.

#### **1) Elaboración de biofertilizantes**

La elaboración de biofertilizantes busca complementar la nutrición de cultivos donde se aplican abonos orgánicos así como mejorar la capacidad productiva con insumos locales, ofrecer opciones prácticas y sencillas para la elaboración de abonos. Estos biofertilizantes aportan macro y micronutrientes a los cultivos y compensan deficiencias en la nutrición, por lo que contribuyen a nutrir, recuperar y reactivar la vida de los suelos así como a estimular la protección de los cultivos

contra el ataque de insectos y enfermedades. En total se elaboraron 2,300 litros de biofertilizante con distintos productores (Tabla 18).

Tabla 18. Relación de productores vinculados al proyecto de “Rehabilitación de la Red Chinampera y del Hábitat de Especies Nativas de Xochimilco” con los cuales se elaboraron 2,300 litros de biofertilizante.

<b>Productor</b>	<b>Cantidad elaborada</b>	<b>Coordenadas</b>
Estación biológica UNAM	600 Litros	19°17'6.62"N; 99° 6'9.79"O
Gregorio de la Cruz	100 Litros	19°17'4.85"N; 99° 6'4.39"O
Fernando de la Cruz	100 Litros	19°17'2.47"N; 99° 6'2.60"O
Pedro Méndez	200 Litros	19°16'40.39"N; 99° 6'6.44"O
Miguel Cristóbal Cortez	100 Litros	19°16'17.81"N; 99° 5'53.57"O
Juan Cristóbal	100 Litros	19°16'22.53"N; 99° 5'49.35"O
Cutberto Bermúdez	100 Litros	19°16'25.31"N; 99° 5'48.02"O
Rogelio López	100 Litros	19°16'36.92"N; 99° 6'2.45"O
Fidel Flores	200 Litros	19°16'24.74"N; 99° 5'43.88"O
Marco Antonio del Valle	200 Litros	19°16'40.63"N; 99° 5'38.25"O
Anastasio Medina	100 Litros	19°16'16.70"N; 99° 5'51.61"O
Felipe Trejo	100 Litros	19°16'17.19"N; 99° 5'48.76"O
Víctor Velasco	200 Litros	19°16'22.72"N; 99° 5'20.63"O
Anastasio Santana	100 Litros	19°16'28.41"N; 99° 5'14.27"O
<b>Total</b>	<b>2, 300 Litros</b>	

Los para este proceso de elaboración son:

- Contenedores de plástico de 100 y 200 litros
- Estiércol fresco de vaca
- Levadura para pan
- Fosfitos
- Harina de roca
- Agua potable
- Leche fresca
- Melaza

En un recipiente de plástico se colocan 65 litros de agua potable, 31 kg de estiércol fresco de vaca, 2-3 Kg de harina de roca, de 2 a 3 Kg de fosfitos y se revuelve hasta lograr una mezcla homogénea. En una cubeta con 10 litros de agua se disuelven 1.5 litros de leche o 5 litros de suero y 3 kg de melaza, de 2 a 3 Kg de fosfitos y se agregan al recipiente donde se encuentra el estiércol, el recipiente se cierra herméticamente colocando una manguera para la expulsión de gases. Se agrega agua limpia hasta completar 100 Litros. Se tapa herméticamente el tambo verificando que existe expulsión de gases y no hay entrada de Oxígeno (Fig. 38). Por último, se debe esperar un tiempo mínimo de 30 días para poder utilizarlo. Es importante verificar que ha terminado la expulsión de gases, lo cual indica que el biofertilizante está listo. Este proceso puede prolongarse hasta por 120 días. La elaboración del biofertilizante debe realizarse en un lugar protegido del sol y la lluvia ya que estos factores pueden influir en el proceso. El biofertilizante finalizado debe tener olor a fermentación y color ámbar brillante translucido, verificando que no tenga olor a putrefacción o color azul violeta. El color del biofertilizante puede variar dependiendo del color inicial del estiércol por lo que se recomienda tener especial atención en el olor y el aspecto brillante del preparado.

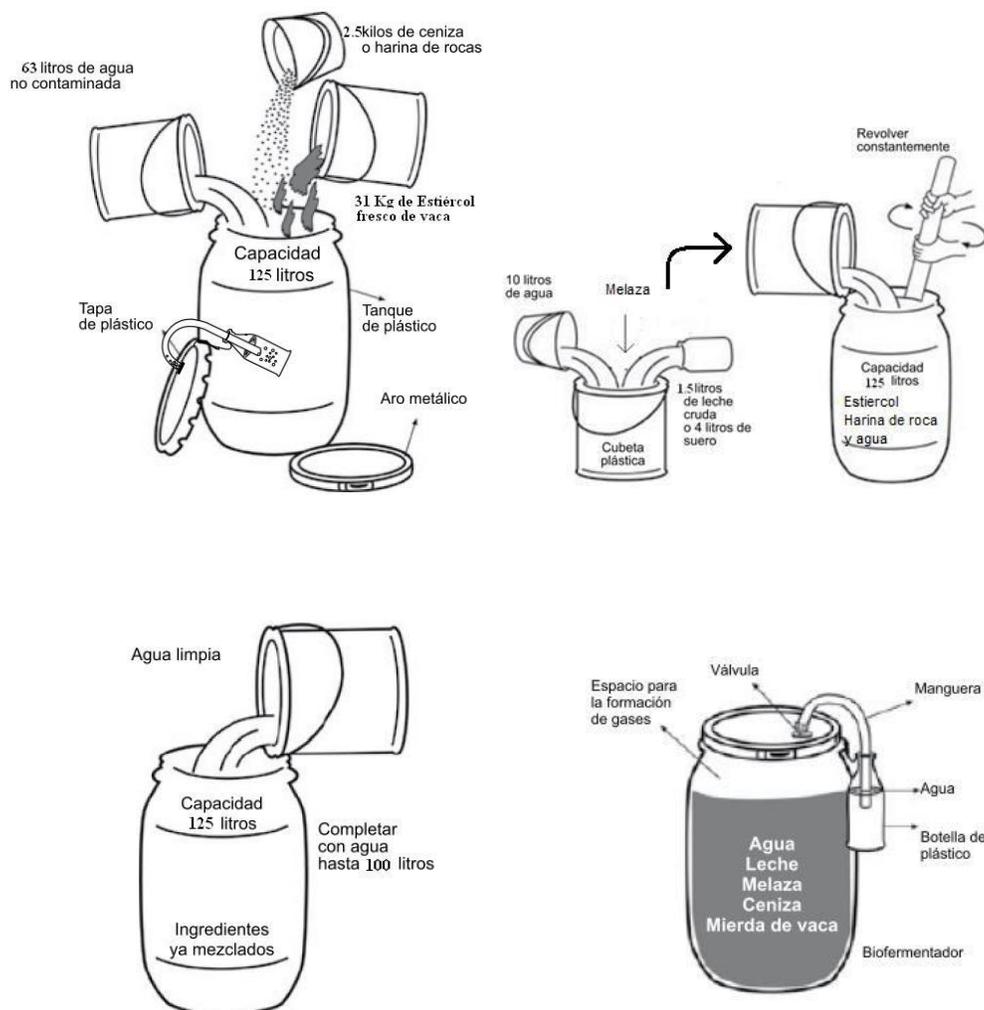


Figura 38. Procedimiento utilizado para la elaboración de biofertilizantes. Fuente: El ABC de la agricultura Orgánica.

## 2) Aplicación

Las aplicaciones deben realizarse por la mañana antes de las 10 a.m. o por la tarde después de las 4 p.m. ya que en estos horarios las plantas asimilan mejor los nutrientes que el biofertilizante les aporta. Además, en este momento la pérdida de agua por evaporación es mínima. La aplicación se realiza preferentemente en el envés de las hojas, también puede aplicarse directamente sobre el suelo o en los abonos. Aunque las concentraciones y periodos de aplicación pueden variar

dependiendo el tipo de cultivo, se realizan aplicaciones en concentración de 500 ml a 1 litro de biofertilizante por cada mochila de 20 litros (Fig. 39).



Figura 39. Elaboración de biofertilizantes con diversos productores.

### *Análisis de suelo*

El suelo es un sistema vivo de enorme complejidad donde se llevan a cabo infinidad de procesos e interacciones entre la fracción mineral, orgánica, gaseosa, líquida y microbiológica. En el suelo hay procesos físicos, químicos y biológicos de intercambio de energía, de formación de nuevos compuestos a partir de la desintegración de otros, reacciones de oxidación-reducción, de intercambio catiónico. Esto hace posible que el suelo sea la base de cualquier actividad agrícola y su estudio se hace necesario para la correcta implementación de prácticas de manejo agronómico que contrarresten los factores restrictivos que puedan existir, lo cual resulta en más y mejores cosechas.

El análisis de fertilidad de suelos tiene dos objetivos esenciales: determinar si existen limitantes que impidan que el cultivo exprese todo su potencial de rendimiento y conocer los niveles de disponibilidad de los nutrimentos. Este conocimiento ayuda a decidir si se agregan estos elementos en la forma de fertilizantes, abonos o enmiendas, a qué dosis y con qué fuentes, así como a predecir la necesidad de suministrar algunos elementos por la vía foliar durante el desarrollo del cultivo.

Para la recolección de muestras de suelo y abono orgánico se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

- Pala recta
- Cubeta de plástico de 19 L
- Lona de plástico de 1 m<sup>2</sup>
- Bolsas de plástico transparente de 30x40 cm
- Etiquetas adheribles
- Lápiz
- Cinta adhesiva

Para realizar los análisis de fertilidad del suelo se muestrearon cinco parcelas pertenecientes a cuatro productores distintos ubicadas en tres parajes diferentes. Esto con la finalidad de hacer un muestreo representativo de todo el área de influencia del presente proyecto (Tabla 19). La elección de las parcelas se realizó de esta manera con la finalidad de detectar posibles variaciones en las propiedades del suelo según la ubicación geográfica de la parcela y el historial de manejo de la misma.

Tabla 19. Lista de las parcelas muestreadas y descripción general del manejo que realiza comúnmente el propietario.

<b>Productor</b>	<b>Chinampa</b>	<b>Paraje</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Manejo</b>
Pedro Méndez	Cuemanco 1	Cuemanco	Calabacita	Adición de materiales orgánicos.
Pedro Méndez	Cuemanco 2	Cuemanco	Lechuga	Adición de materiales orgánicos.
Fidel Flores	Invernadero	Ampampilco	Varios	Poca adición de materiales orgánicos, suelo muy deteriorado.
Lucio Yolcan	Los nopales	Ampampilco	Varios	Adición de abono tipo bocashi y materiales orgánicos.
Anastasio Santana	(Las muñecas)	Tezhuilo	Verdolaga	Adición constante de estiércol y materiales orgánicos.

Para la recolección de muestras se siguieron los siguientes pasos:

*1. Inspección visual del terreno*

En promedio las parcelas tienen una superficie de 400 m<sup>2</sup>. En base a la inspección visual del terreno se determinó tomar 11 submuestras para conformar una muestra compuesta.

*2. Intensidad de muestreo*

Dado que la superficie de las parcelas es relativamente pequeña, se tomaron once submuestras representativas distribuidas en todo el terreno (Fig. 40) y alejadas tres metros de las orillas para conseguir mayor precisión en el análisis.

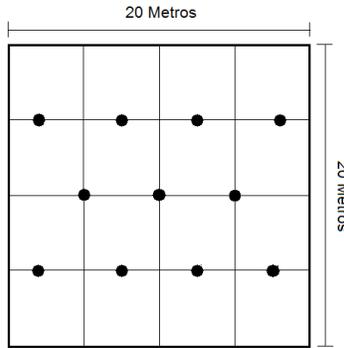


Figura 40. Distribución espacial de puntos de muestreo.

*1. Recolección de submuestras*

Una vez elegidos los sitios de muestreo de cada parcela, se recolectaron las submuestras con una pala recta como se indica en la Figura 2, de tal manera que se tomó una porción de suelo de espesor uniforme de los primeros 30 cm de profundidad (Figura 41), perfil donde se desarrollan la mayor cantidad de raíces de las hortalizas. Las once submuestras se depositaron en una cubeta de plástico de 19 L para obtener una muestra compuesta.

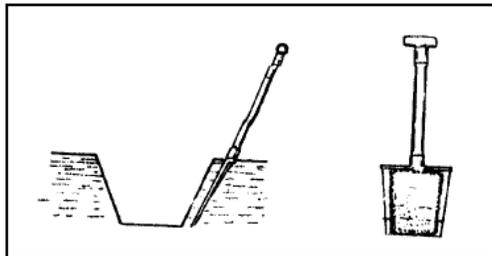


Figura 41. Técnica para la recolección de muestras con pala recta.

#### 4. Obtención de la muestra compuesta

Para la obtención de la muestra compuesta se mezclaron cuidadosamente las once submuestras sobre una lona de plástico siguiendo el método de cuarteos diagonales (Figura 42). Este proceso se realizó sobre una lona de plástico limpia, libre de residuos, mezclando con cuidado las submuestras para homogeneizarlas. Se distribuyó la mezcla de suelo formando un círculo que dividimos en cuatro cuadrantes. Se eliminaron los cuadrantes opuestos (los blancos en la Figura 42) y los otros dos restantes se volvieron a mezclar. Este procedimiento se repitió hasta reducir la muestra a 1 kg por cada parcela. Durante el proceso de reducción de la muestra se eliminaron los restos de materiales orgánicos frescos, así como piedras y gravas. El resto de la muestra se guardó como una reserva en caso de extravío de las muestras. Cada muestra se empacó en bolsas de plástico nuevas y se sellaron perfectamente.

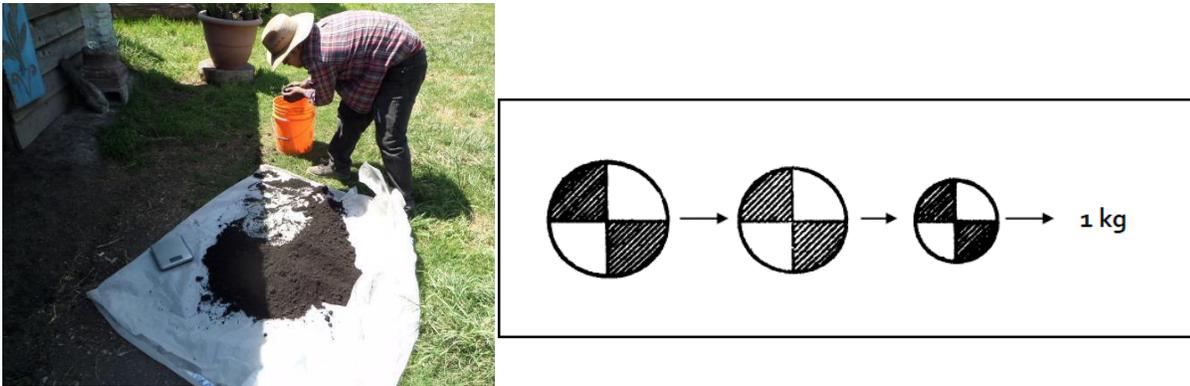


Figura 42. Mezcla de las once submuestras para la obtención final de una muestra compuesta.

#### 5. Identificación de las muestras

Una vez empacadas, las muestras fueron etiquetadas para su identificación con los datos correspondientes al lugar, fecha, productor, profundidad de muestreo y cultivos establecidos, tal como lo solicita el laboratorio de nutrición vegetal Fertilab (Figura 43). De esta manera es posible llevar el control de las muestras y facilitar la organización de la información. Las muestras fueron enviadas por paquetería al laboratorio de Fertilab, ubicado en Celaya, Guanajuato.



Figura 43. Elaboración de etiquetas para la identificación de muestras.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio Fertilidad de Suelos S. de RL. (Fertilab) acreditados por la Norma ISO-9001:2008 y el North American Proficiency Testing Program (NAPT) en Estados Unidos.

***Influencia de los principales parámetros sobre las actividades agrícolas.***

**1. pH del suelo y sodicidad.**

El pH de suelo se relaciona con la disponibilidad nutrimental y con la presencia de aluminio libre que resulta toxico para el desarrollo del cultivo. Como referencia para determinar el impacto que tiene el valor del pH del suelo en el desarrollo de los cultivos se retoma lo mencionado por Castellanos *et al.* (2000) en la tabla 20, donde se describen las características del suelo de acuerdo al pH que se detecte en el análisis y su implicación en el crecimiento de las plantas.

Tabla 20. Niveles de pH en el suelo y su implicación en la fertilidad del suelo (Adaptado de Castellanos *et al.*, 2000).

pH	Características del suelo
> 9.0	Un pH tan elevado del suelo solo podría explicarse por la presencia de muy elevados niveles de sodio intercambiable, lo que hace al suelo inexplorable para la agricultura. Se debe a la presencia de carbonato de sodio, una sal muy tóxica que afecta gravemente el crecimiento del cultivo.
8.2-9.0	Es muy posible que el suelo presente niveles excesivos de sodio, particularmente si el pH es mayor de 8.4.

7.0-8.1	Posible presencia de carbonatos, revisar niveles de P, Fe, Zn, Mn y Cu, pues en pH alcalino se reduce su disponibilidad.
6.0-6.5	Condición ideal de pH (Excepto en el caso de los <i>Andosoles</i> ).
5.5-6.0	En la parte baja de este rango bajo estamos en el umbral de que se presenten problemas de Al <sup>+++</sup> Intercambiable. (Excepto en el caso de <i>Andosoles</i> , donde el Al <sup>+++</sup> puede ser un problema aun a pH mayor).
4.5-5.5	Muy ácido, presencia de Al <sup>+++</sup> Intercambiable en cantidades apreciables, lo que provoca toxicidad para el cultivo y afecta el rendimiento. Revisar el nivel de Al Intercambiable y si no se analizó, mandar a analizar esta catión. Requiere encalado, por lo que hay que determinar la dosis más apropiada, revisar niveles de P disponible y es factible que ocurran problemas de disponibilidad de Mo.
<4.5	Suelo extremadamente ácido con alta saturación de aluminio y necesariamente requiere encalado para poder producir satisfactoriamente, aun en el caso de cultivos tolerantes a la acidez. Revisar posible deficiencia de K, Ca, Mg, P y Mo o un posible exceso de Mn, aunque este problema solo se presenta en algunos suelos del trópico.

De acuerdo con diversos autores, entre ellos Velasco *et al.* (2012), la mayoría de las especies cultivadas se desarrollan mejor en suelos con pH de 5.5 y se presentan dificultades para el crecimiento y desarrollo de los cultivos cuando los valores de pH del suelo se alejan de estos valores en la escala, tanto si se inclina hacia valores fuertemente ácidos o fuertemente alcalinos como el caso de los suelos de la zona chinampera. Esto se debe a que con valores extremos de pH en el suelo, muchos de los elementos esenciales para las plantas se tornan poco disponibles y no pueden ser absorbidos por las raíces presentándose deficiencias nutrimentales en los tejidos vegetales y limitando su desarrollo. En la figura 44 se muestra gráficamente en términos generales la disponibilidad para las plantas de elementos según el pH del suelo, cada elemento se presenta con una barra de color que se torna delgada en los valores de pH donde presenta una limitada disponibilidad, y se vuelve ancha en aquellos rangos de pH donde está disponible para las plantas.

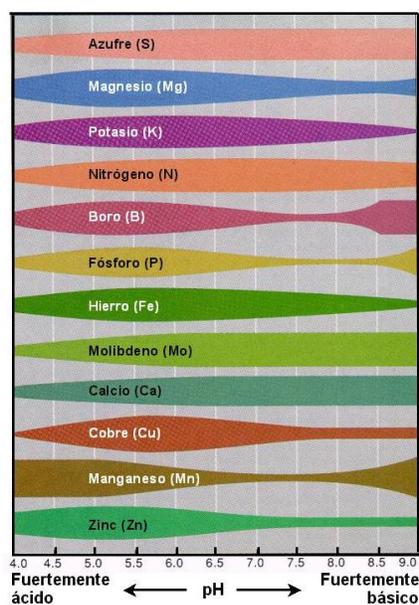


Figura 44. Rangos de pH en los cuales las plantas absorben los nutrientes. Fuente: Velasco *et al* 2012.

Por otro lado, la sodicidad es un parámetro que relaciona la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo y la cantidad de sodio contenido en el mismo. El resultado de esta relación es el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) que puede limitar el desarrollo de cultivos (Tabla 21). Los resultados del análisis de suelo proporcionan el valor del contenido de Sodio como elemento puro (Na) sin presentar asociación con otros elementos comunes como el Cloro.

Tabla 21. Efecto del porcentaje de Sodio intercambiable (PSI) en la fertilidad del suelo (Adaptado de Castellanos *et al*, 2000).

PSI	Características del suelo
0-5%	Libre de sodio. Sin problemas de manejo y no requiere de aplicaciones masivas de Calcio o formadores de Calcio en el suelo.
5-10%	Ligeramente sódico en suelos de textura media a fina. Es posible que sea necesario darle mantenimiento con aplicaciones de Yeso agrícola.
10-15%	Moderadamente sódico. Será necesario hacer aplicaciones de Yeso.

15-20%	Suelo francamente sódico. Es posible que estén ocurriendo problemas de permeabilidad en el campo. Normalmente el pH de un suelo con este nivel de sodio es elevado. Es necesario rehabilitar el suelo con aplicaciones de Yeso agrícola para que pueda producir satisfactoriamente.
20-30%	Suelo muy sódico, es necesario rehabilitarlo con aplicaciones de Yeso agrícola para poder hacer una extrapolación rentable del terreno.
más de 30%	Suelo extremadamente sódico que no puede ser explotado sin ser rehabilitado con aplicaciones masivas de una fuente de Calcio o formador de Calcio cuando el suelo es calcáreo. Es necesario determinar la dosis a aplicar y luego se requiere hacer lavado de la sal de sulfato de sodio que se formará al reaccionar el yeso con el sodio.

En el caso de Xochimilco, el pH de los suelos en la zona chinampera es fuertemente alcalino en el 80% de las muestras, con valores que oscilan entre 8.24 y 8.52. Este parámetro está correlacionado con el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), donde los valores obtenidos clasifican a los suelos de la zona chinampera como ligeramente sódicos, moderadamente sódicos y muy sódicos. Ejemplo de esto se observó en la parcela de Fidel Flores, cuyo suelo posee un 21.6% de PSI. Al ser una chinampa cubierta con plástico, sin ventilación y con postes de 1.50 metros de altura, la temperatura es elevada al interior de la cubierta. Esto causa un afloramiento del sodio en forma de salitre desde el lecho lacustre hacia la superficie. Esta chinampa es improductiva debido a la cantidad de sal soluble en el suelo, esto genera presión osmótica ya que la sal absorbe el agua y no las plantas (Tabla 22).

Tabla 22. Valores de pH y PSI de los suelos muestreados en Xochimilco.

Productor	Parcela	% Materia Orgánica (MO)	pH	Clasificación	PSI	Clasificación
Pedro Méndez	Cuemanco 1	13.3	8.52	Fuertemente alcalino	13.7	Moderadamente sódico
Pedro Méndez	Cuemanco 2	15.9	8.37	Fuertemente alcalino	14.3	Moderadamente sódico
Lucio	Los	14.1	8.24	Fuertemente	7.01	Ligeramente

Yolcan	nopales			alcalino		sódico
Anastasio Santana	Las muñecas	15.0	7.85	Moderadamente alcalino	6.07	Ligeramente sódico
Fidel Flores	Invernadero	11.9	8.25	Fuertemente alcalino	21.6	Muy sódico

Se recomienda la utilización de yeso (Sulfato de Calcio,  $\text{CaSO}_4$ ) para la rehabilitación de los suelos de chinampa con alto Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI). La forma más económica de realizar este proceso es añadir Calcio por medio de yeso. El Calcio reemplazará al Sodio presente en la arcilla formando Sulfato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), lo cual permite que el Sodio sea lavado del suelo con agua de baja en sales. No se recomienda la utilización de cal agrícola (Carbonato de Calcio  $\text{CaCO}_3$ ) debido a que carece del Sulfato indispensable para poder eliminar el Sodio del suelo.

## 2. Conductividad Eléctrica o Salinidad (CE)

Este parámetro indica la presencia de sales en el suelo y se expresa en dS/m (decisiemens por metro). Los efectos generales de la salinidad condicionan la capacidad de absorber agua, es decir, las plantas tiene que hacer un mayor esfuerzo para extraer agua del suelo. Pueden existir efectos específicos que se refieren a la toxicidad derivada de un ion específico como cloro, boro, entre otros, derivados de la aplicación de fertilizantes altamente solubles, para este caso consideramos únicamente los efectos generales y no específicos que la Conductividad Eléctrica (CE) tiene sobre el suelo (Tabla 23).

Tabla 23. Parámetros de referencia para la conductividad eléctrica (ce) del suelo (Adaptado de Castellanos *et al*, 2000).

CE	Características del suelo
< 2 dS/m	Suelo libre de sales, condición ideal para producir cualquier cultivo.
2-4 dS/m	Suelo ligeramente salino, es posible que se afecte el rendimiento de cultivos sensibles.
4-6 dS/m	Suelo moderadamente salino, el rendimiento de la mayoría de los cultivos se afecta. En el caso de los cultivos tolerantes el efecto es menor, pero en los cultivos susceptibles el daño puede ser muy severo.
6-8 dS/m	Suelo salino, el rendimiento de la mayoría de los cultivos se afecta, en el caso de los cultivos tolerantes el efecto es menor.
8-12 dS/m	Suelo muy salino, difícil de explotar en tales condiciones, requiere lavado. No obstante algunos cultivos muy tolerantes podrían explotarse si el nivel de sales está en la parte baja de este rango. Para estos cultivos el uso de sistemas de riego por goteo podrían facilitar el uso de suelos con un nivel de salinidad en la parte baja de este rango, pero de entrada

	se debe aceptar que aun en el caso de cultivos tolerantes habrá una reducción en el rendimiento en comparación con un suelo libre de sales.
<b>&gt; 12 dS/m</b>	Suelo extremadamente salino, normalmente no crece cultivo en ese suelo. Es necesario rehabilitarlo mediante lavado con agua de razonable calidad (baja en sales).

### 3. Carbonatos

La presencia de carbonatos en el suelo condiciona la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas, a continuación se presenta la influencia de este parámetro en la nutrición vegetal.

Tabla 24. Porcentajes de carbonatos en el suelo y su implicación en la disponibilidad de otros elementos para las plantas (Adaptado de Castellanos *et al*, 2000).

<b>Carbonatos</b>	<b>Características del suelo</b>
<b>0-2%</b>	Suelo prácticamente libre de carbonatos. En estos suelos no es recomendable la aplicación de ácidos por ningún motivo dado a que por su baja capacidad de amortiguamiento un exceso de ácido puede provocar un efecto contrario en el suelo y pasar bruscamente de un pH alcalino a uno ácido.
<b>2-5%</b>	Suelo ligeramente calcáreo, requiere manejo de fuentes de nutrientes de reacción ácida, como los sulfatos, siempre que sea posible. Revisar posibles problemas con Fe y Zn.
<b>5-10%</b>	Suelo moderadamente calcáreo, requiere manejo de fuentes de nutrientes de reacción ácida, como los sulfatos, siempre que sea posible. Revisar posibles problemas con Fe, Zn, Mn o Cu.
<b>10-20%</b>	Suelo calcáreo, revisar posibles problemas de fijación de P y prever una baja disponibilidad de Fe, Zn, Mn o Cu. Revisar el nivel de estos micronutrientes, mediante el método DTPA.
<b>20-40%</b>	Suelo altamente calcáreo, revisar posibles problemas de fijación de P y prever una baja disponibilidad de Fe, Zn, Mn o Cu. Revisar el nivel de estos micronutrientes, mediante el método DTPA. En estos suelos se recomienda usar solo fuentes de reacción ácida para aminorar el efecto de la alta concentración de carbonatos.
<b>&gt; 40%</b>	Suelo extremadamente calcáreo, problemas con fijación de P y muy seguras deficiencias de Fe, Zn, Cu o Mn, revisar el nivel de estos micronutrientes. En estos suelos se recomienda usar solo fuentes de reacción ácida para aminorar el efecto de la alta concentración de carbonatos.

En los análisis a los suelos de Xochimilco, se observa que los suelos de la parcela de Fidel Flores tienen mayor conductividad eléctrica con 22.8 dS/m, muy por encima del resto de las muestras. Esto indica que el suelo en este sitio se distingue por poseer una alta salinidad. Respecto a las concentraciones de carbonatos, los análisis de suelo ubican a las muestras de la zona chinampera en la categoría de “moderadamente calcáreos”. Probablemente el Sodio se encuentra como Carbonato de Sodio, lo cual justifica esta clasificación. La elevada concentración de carbonatos puede ocasionar problemas con la disponibilidad de elementos como el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn) y Cobre (Cu) (Tabla 25).

Tabla 25. Salinidad y contenido de carbonatos en cinco suelos muestreados de Xochimilco.

<b>Productor</b>	<b>Parcela</b>	<b>Salinidad o CE (dS/m)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Carbonatos (%)</b>	<b>Clasificación</b>
Pedro Méndez	Cuemanco 1	12.1	Muy salino	6.01	Moderadamente calcáreo
Pedro Méndez	Cuemanco 2	11.9	Muy salino	6.91	Moderadamente calcáreo
Lucio Yolcan	Los nopales	4.87	Moderadamente salino	6.91	Moderadamente calcáreo
Anastasio Santana	Las muñecas	7.19	Salino	6.78	Moderadamente calcáreo
Fidel Flores	Invernadero	22.8	Extremadamente salino	7.04	Moderadamente calcáreo

En lo referente al contenido de elementos esenciales en el suelo tales como N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Ca, Mg, S, Fe; los suelos de las chinampas presentan cantidades muy abundantes, en niveles moderadamente altos a muy altos (con excepción de manganeso y cobre para la chinampa de Lucio), condición poco frecuente en la mayoría de las regiones agrícolas del país. La disponibilidad de estos elementos se ve limitada por las altas concentraciones de sodio reportadas anteriormente (Tabla 26).

Tabla 26. Elementos esenciales que se reportan como deficientes en los suelos de Xochimilco.

<b>Productor</b>	<b>Parcela</b>	<b>Elemento (ppm)</b>	<b>Clasificación</b>
Pedro Méndez	Cuemanco 1	Mn (3.59)	Bajo
Pedro Méndez	Cuemanco 2	-	-

Lucio Yolcan	Los nopales	Mn (4.57) Cu (0.77)	Moderadamente bajo
Anastasio Santana	Las muñecas	Mn (4.53)	Bajo
Fidel Flores	Invernadero	Mn (2.70)	Bajo

Los factores limitantes para el desarrollo óptimo de los cultivos en la zona chinampera se relacionan con el alto contenido de sodio (Na), elevados niveles de pH, alto Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), elevados niveles de salinidad y suelos con características moderadamente calcáreas. Estas condiciones se presentan entre los 0 y 30 cm de profundidad y están determinadas principalmente por dos factores; la presencia de un manto freático muy superficial, entre 90 cm y 1.0 metros y la mala calidad del agua de riego.

La adición constante de materia orgánica en los suelos de la zona puede estar contrarrestando el efecto nocivo derivado de los altos contenidos de sodio (Na). Las parcelas de Lucio y Anastasio Santana registran los valores más bajos de pH y PSI de las muestras tomadas, en el primer caso, Lucio incorpora de manera frecuente abono orgánico tipo bocashi y en el segundo caso, Anastasio Santana incorpora frecuentemente restos de cosechas, estiércol y eventualmente lodo como elementos para la nutrición de cultivos y mejoramiento de suelos. Las parcelas de Pedro Méndez aunque registran valores de pH más elevados que la parcela de Fidel Flores, tienen valores de PSI inferiores, condición derivada de la incorporación de materia orgánica en su terreno como una práctica frecuente. Esto indica que la adición constante de materia orgánica a los suelos de la chinampa, además del alto contenido de materia propia de los suelos de la zona, funciona como un “amortiguador” frente a la elevada concentración de sodio. Esto puede hacerse más eficiente con un adecuado manejo del agua de riego, cuidando que la salinidad del agua sea baja.

### **Muestreo de abono orgánico tipo bocashi**

La propuesta de manejo de la unidad chinampa-refugio incluye la elaboración de abono orgánico elaborado de acuerdo a las recomendaciones del ABC de la agricultura orgánica. La finalidad esto es proveer a los cultivos los nutrientes necesarios para su desarrollo a través de una fuente económica y fácil de elaborar por los mismos productores. Esto además mejora los suelos y aumenta las cosechas. Determinar la cantidad de nutrientes presentes en los abonos elaborados y las propiedades físico-químicas de los mismos permiten evaluar la viabilidad de su aplicación y ofrece información oportuna

para corregir deficiencias. Las muestras analizadas provienen de los productores Pedro Méndez, Fidel Flores y del abono elaborado en la Estación Biológica de la UNAM. El criterio para analizar solamente tres muestras fue por considerarlos como muy contrastantes entre sí, principalmente por la calidad del sustrato utilizado en su elaboración, pues el suelo utilizado como sustrato, proveniente de la parcela de Fidel Flores es el que presentaba mayor contenido de salitre lo cual es evidente a simple vista, no así el sustrato de la parcela de Pedro Méndez que provenía de la descomposición de restos de cosecha y pasto.

Para la obtención de las muestras de abono tipo bocashi se siguieron estos pasos:

### *1. Obtención de la muestra*

Consistió en tomar una porción de 500 g de abono tipo bocashi de los productores mencionados y empacarlos en bolsas nuevas de plástico transparente. Esta muestra se colectó directamente del montículo formado por el abono orgánico tomando 10 submuestras de 50 g a lo largo, ancho y profundo del montón, distribuidas aleatoriamente hasta conformar una muestra compuesta de 500 g. En un caso el abono orgánico ya había sido almacenado en costales por parte del productor y fue necesario abrir los costales y tomar submuestras de la parte central de 10 costales hasta componer una muestra de 500 g.

### *2. Etiquetado de las muestras*

Las muestras fueron etiquetadas según los datos solicitados por Fertilab en la tarjeta de identificación para análisis de composta (Fig. 44 Izq.) y enviados por paquetería al laboratorio ubicado en Celaya, Guanajuato.

Una vez finalizada la elaboración de los abonos orgánicos se tomaron muestras de 500 gramos con los productores antes mencionados, se empacaron en bolsas plásticas y se etiquetaron para enviarlas al laboratorio (Fig. 44 Der.).



Figura 44. Izq. Ficha de identificación para análisis de abono orgánico. Der. Muestras de suelo y abono orgánico tipo bocashi empacadas y etiquetadas para enviarse al laboratorio.

Con base en los resultados de los análisis, se concluye que el abono de mejor calidad fue elaborado con el productor Pedro Méndez, ya que presenta elevado contenido de nutrientes y bajos valores de pH, Conductividad Eléctrica (CE) y sodio. Es importante resaltar que uno de los materiales necesarios para la elaboración del abono orgánico es “tierra” (sustrato) o algún material que sustituya este sustrato. En el caso del material empleado para el abono orgánico tipo bocashi con Pedro Méndez, el sustrato provenía de una pila de materiales orgánicos en descomposición (composta tradicional conocida como “tlazolpino”), a diferencia de los abonos de la Estación Biológica y de Fidel Flores. En el primer caso, se carece de sustrato de calidad pues se ubica sobre una zona de relleno con escombros y en el segundo caso se tomó sustrato de la misma parcela, que presentaba un contenido alto de salitre (Tabla 27). De esta forma podemos considerar esta variable como la principal causa ya que el resto de los materiales utilizados en la elaboración del abono procedían del mismo lote en los tres casos.

Podemos decir que no existe un abono orgánico tipo bocashi ideal o estándar, ya que las propiedades fisicoquímicas de cada abono dependen de los materiales utilizados en su elaboración, lo cual da resultados variables. En diferentes partes del mundo se utilizan otros materiales para la elaboración de abonos (pulpa de café, restos de cosechas de plátano, desechos agroindustriales y estiércoles diversos según la disponibilidad local). Es importante que la elaboración de abonos utilice materiales locales, lo cual disminuye los costos energéticos y monetarios. Cada productor está en posibilidades de innovar de acuerdo a su criterio. El mejor abono es aquel que puede ser elaborado con los recursos locales y con la creatividad de cada productor.

Tabla 27. Propiedades físicas y químicas de los abonos elaborados en los tres sitios distintos.

Elemento	Unidades	Productor		
		Estación biológica UNAM	Fidel Flores	Pedro Méndez
pH		8.40	8.00	7.90
Conductividad Eléctrica	dSm <sup>l</sup>	2.90	13.9	7.62
Nitrógeno total	%	0.71	1.06	1.34
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.34	0.72	1.10
Potasio	%	0.57	1.20	1.11
Calcio	%	0.97	2.22	2.17
Magnesio	%	0.86	1.07	0.85
Sodio	%	0.60	1.28	0.84
Azufre	%	0.15	1.09	0.64
Hierro	ppm	14196	6164	7572
Cobre	ppm	19.0	21.0	26.4
Manganeso	ppm	246	165	204
Zinc	ppm	50.0	71.6	97.9
Boro	ppm	18.6	76.4	50.4
Humedad	%	12.6	21.9	25.0
Materia Orgánica	%	22.7	53.8	51.2
Cenizas	%	77.3	46.2	48.8
Carbono orgánico	%	13.2	31.2	29.7
Relación C/N		16.1	22.9	16.6

Los abonos orgánicos elaborados presentan contenidos aceptables de nutrientes pero su calidad se ve afectada por la cantidad de sodio contenida en el sustrato utilizado durante la elaboración, ya que proviene del mismo suelo chinampero. Esto se ve reflejado en el pH altamente alcalino, por lo cual, será necesario considerar para su elaboración aquellos materiales distintos al suelo de las chinampas que tengan un pH menos alcalino. Del mismo modo, será necesario considerar la pertinencia de incluir otras técnicas de compostaje que prescindan del uso del suelo de las chinampas como uno de sus ingredientes. Para el caso específico de los biofertilizantes, sería recomendable la realización de análisis fisicoquímicos y poder hacer inferencias para hacer más eficiente su uso.

***Análisis de abonos orgánicos y hortalizas para evaluar metales pesados, coliformes fecales y huevos de helminto.***

Debido a los efectos tóxicos de los metales pesados sobre la salud humana, se considera conveniente realizar evaluaciones de estos elementos en los alimentos que son producidos en la zona lacustre de Xochimilco. Algunos elementos como el Zinc (Zn), el cobre (Cu) y el Cromo (Cr) son micronutrientes necesarios para el funcionamiento de las células vegetales y solo resultan tóxicos en función de su concentración. Otros elementos como el Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) no son necesarios para la realización de funciones metabólicas de las plantas. Sin embargo, aún en pequeñas cantidades, estos metales resultan tóxicos para los humanos e incluso pueden tener impactos negativos en los procesos metabólicos de las plantas, ocasionando problemas como inhibición de la germinación o clorosis.

Los riesgos biológicos asociados a los productos hortícolas se relacionan con el uso de agua de riego, el uso de biosólidos como abono sin tratamiento o con tratamiento inapropiado, la presencia de animales en las áreas de cultivo, la proximidad a zonas de acumulación de aguas residuales y inadecuada higiene de las instalaciones. Por esto y con el fin de evaluar la presencia de contaminantes en las hortalizas y abonos provenientes de la zona lacustre de Xochimilco, así como la posible influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes sobre la presencia de metales pesados en los cultivos fueron realizadas diversas pruebas.

Para obtener valores promedio para los análisis, las muestras fueron colectadas por triplicado en cada una de las chinampas muestreadas, el promedio de los valores obtenidos para el contenido de Plomo (Pb) en las muestras de hortalizas se presenta en la sección de evaluación por requerir de atención especial.

En tres chinampas se tomaron muestras por triplicado, las muestras de lechuga corresponden a la chinampa de Pedro Méndez, las muestras de rábano fueron colectadas de la chinampa de Anastasio Santana y las muestras de Espinaca fueron colectadas en la chinampa de Lucio Usabiaga. Se colectaron 500g de cada cultivo que fueron empacados en bolsas de plástico y etiquetados, las muestras fueron almacenadas bajo refrigeración y trasladadas a laboratorio para su análisis (Fig. 45). Se empleó este criterio debido a que, cada una de las especies tiene un hábito de crecimiento distinto y la parte aprovechable del cultivo también es distinta; por ejemplo, en la lechuga y espinaca se aprovechan las hojas mientras que en el rábano se utiliza la raíz. De esta forma, se puede observar si es que existe

alguna diferencia de acumulación de metales pesados de acuerdo a la morfología y metabolismo de cada especie. Este método arroja un resultado parcial, por lo que se propone dar seguimiento mediante monitoreos posteriores.



Figura 45. Toma de muestras y empaque para envío a laboratorio.

Los análisis se realizaron en el laboratorio Investigación y Desarrollo de Estudios de Calidad del Agua (IDECA S.A. de C.V.), con número de acreditación EMA: AG-010-154/12.

Las Normas utilizadas para la obtención de los diversos parámetros fueron NMX-AA113SCFI-1999, NMX-AA-42-1987, NMX-AA-051-SCFI-200, NMX-AA-044-SCFI-2001. Los resultados incluyen nueve parámetros, de los cuales, tres corresponden a contaminantes microbiológicos y seis a metales pesados (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados de laboratorio de 9 muestras de hortalizas.

Muestra de hortalizas										Evaluación
Cultivo Analizado	Parámetro									
	Huevos de Helmintho HH/g	Coliformes fecales NMP/g	Salmonella mg/Kg	Arsénico mg/Kg	Cadmio mg/Kg	Cobre mg/kg	Cromo mg/Kg	Mercurio mg/Kg	Plomo mg/kg	
Lechuga 1	0	< 3	< 3	< 0.001	< 0.01	< 0.02	< 0.09	< 0.01	0,44	✓
Lechuga 2	0	≥ 1 100	< 3	< 0.001	< 0.01	< 0.06	< 0.09	< 0.01	0,5	✓
Lechuga 3	0	20	< 3	< 0.001	< 0.01	< 0.02	< 0.09	< 0.01	0,28	✓
Rábanos 1	0	< 3	< 3	< 0.001	< 0.01	0,02	< 0.09	< 0.001	0,37	✓
Rábanos 2	0	< 3	< 3	< 0.001	< 0.01	0,28	< 0.09	< 0.001	0,73	
Rábanos 3	0	< 3	< 3	< 0.001	< 0.01	0,17	< 0.09	< 0.001	0,47	✓
Espinacas 1	0	< 3	< 3	0,002	< 0.01	0,43	< 0.09	< 0.001	0,57	
Espinacas 2	0	< 3	< 3	0,002	< 0.01	0,38	< 0.09	< 0.001	0,34	✓
Espinacas 3	0	< 3	0	0,002	< 0.01	1,73	< 0.09	< 0.001	0,26	✓

Debido a una enfermedad fungosa, la cosecha de espinacas se perdió, lo cual hizo imposible repetir el ensayo para el mes de Julio. Los parámetros analizados en esta ocasión fueron únicamente contenido de Salmonella y Plomo (Tabla 29), este último por ser el parámetro que encontramos fuera de norma en los ensayos anteriores.

Tabla 29. Ensayos de laboratorio de 6 muestras de hortalizas colectadas en Julio de 2014

Muestra de hortalizas			Evaluación
	Parámetro		
Cultivo Analizado	Salmonella mg/Kg	Plomo mg/kg	
Lechuga 1	< 3	0,24	✓
Lechuga 2	< 3	0,75	
Lechuga 3	< 3	0,89	
Rábanos 1	< 3	<0.2	✓
Rábanos 2	< 3	<0.2	✓
Rábanos 3	< 3	<0.2	✓

### Metales pesados

Debido a que no se encontró información específica sobre el contenido de metales pesados permitido en México, el análisis se basa en la información obtenida del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno Español, con la información obtenida se elaboró una tabla con los niveles máximos permitidos por diversas legislaciones en el mundo para los diferentes metales pesados evaluados en las muestras (Tabla 30).

Tabla 30. Elaboración propia en base a la información obtenida en

<http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>

Elemento	Límite Máximo Permitido mg/kg	Tipo de producto	Legislación
<b>As</b> Arsénico	0,2	Hortalizas, patata....	Rusia
<b>Cd</b> Cadmio	0,2	Hortalizas de hoja	CODEX FAO

<b>Cd</b> Cadmio	0,5	Hortalizas de bulbo	CODEX FAO
<b>Co</b> Cobalto	10	Hortalizas	Finlandia
<b>Cr</b> Cromo	0,1	Cualquier alimento	Brasil
<b>Pb</b> Plomo	0,5	Hortalizas	Brasil
<b>Hg</b> Mercurio	0,01	Cualquier otro alimento	Brasil
<b>Cu</b> Cobre	10	Frutas, hortalizas.....	Brasil

Las muestras presentaron resultados por debajo de los límites máximos permitidos en las diferentes legislaciones con excepción del contenido de Plomo para los análisis realizados en rábanos, los resultados obtenidos fueron 0.406 mg/Kg promedio en lechugas, de 0.52 mg/Kg promedio en rábanos y de 0.39 mg/kg promedio en espinacas.

En los ensayos realizados en el mes de abril (Tabla 28) encontramos que el contenido de Plomo promedio en los ensayos realizados en lechugas es de 0.62 mg/Kg, lo cual está por encima de la norma.

Los ensayos realizados durante el proyecto pretenden ofrecer una idea más precisa sobre los contaminantes que requieren atención. Ejemplo de esto es el Plomo, alrededor del cual se sugiere realizar investigaciones detalladas para determinar la fuente de contaminación. La presencia de este contaminante constituye un grave riesgo para la salud pública, ya que puede provocar retraso en el desarrollo mental e intelectual de los niños, así como hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos. Otro ejemplo de esto es la presencia de Cadmio, el cual igualmente representa un riesgo para la salud humana al provocar afecciones renales, alteraciones óseas y fallos del aparato reproductor.

### **Contaminantes microbiológicos**

Para la evaluación de los contaminantes microbiológicos se tomó como base para los límites máximos permitidos la información obtenida del artículo “Calidad microbiológica del jitomate (*Lycopersicon esculentum mill*), en la central de abastos de Ecatepec, edo. de México”, que a su vez, retoma los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (Fig. 46).

Parámetro microbiológico	Límites microbiológicos				
	Satisfactorio		Insatisfactorio		Potencialmente dañino
	m	M	m	M	M
a. **Bacterias mesófilas aerobias	100	100 000		> 100 000	—
b. *Bacterias coliformes totales		<10 000		≥ 10 000	—
c. *Bacterias coliformes fecales		< 1 000	≥ 1 000		—
d. * <i>Escherichia coli</i>	<20	20	< 100	≥100	≥ 10 000
e. <i>Salmonella</i>	0	0	≥ 0	≥ 0	≥ 0

\*\*Expresadas en UFC/g (Unidades Formadoras de Colonias)  
\* Expresadas en NMP/g (Número Más Probable)  
m= límite mínimo  
M= límite máximo

Figura 46. Límites microbiológicos en hortalizas frescas. Organización Mundial de la Salud, 2004.

El contenido de Huevos de Helminto para todas las muestras fue de 0 HH/g por lo que no representa riesgos. Para el caso de coliformes fecales, los niveles presentes en las muestras están por debajo del límite máximo permitido (Fig. 47). En cuanto a la *Salmonella*, los análisis demuestran que las muestras se encuentran por debajo de los límites de detección del método, por lo tanto, los niveles son aceptables.

CLASE	INDICADOR BACTERIOLOGICO DE CONTAMINACION	PATOGENOS	PARASITOS
		Coliformes fecales NMP/g en base seca	<i>Salmonella spp.</i> NMP/g en base seca
<b>A</b>	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 1(a)
<b>B</b>	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 10
<b>C</b>	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

(a) Huevos de helmintos viables  
NMP número más probable

Figura 47. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos. NOM-004-SEMARNAT-2002.

### Abonos orgánicos

Con la finalidad de evaluar la presencia de contaminantes en los abonos orgánicos elaborados y su posible influencia en los niveles de contaminantes en hortalizas se realizaron 3 análisis en diferentes espacios. Las Normas utilizadas para la obtención de los diversos parámetros fueron NMX-AA113SCFI-1999, NMX-AA-42-1987, NMX-AA-051-SCFI-200, NMX-AA-044-SCFI-2001. Los

resultados incluyen 3 muestras de abonos orgánicos en diferentes espacios con evaluación de 9 parámetros, 3 microbiológicos y 6 de metales pesados (Tabla 31).

Tabla 31. Resultados de laboratorio de tres muestras de abonos orgánicos.

	Parámetro								
C-0362-1 B1	0	≥ 2	< 3	<	46	10.9	<	<	13.1
C-0362-2 B2	0	≥ 2	< 3	<	0.41	8.58	<	<	18.8
C-0362-3 B3	0	< 3	< 3	<	0.48	8.19	<	<	29.5

La evaluación de los parámetros se realizó con base a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, PROTECCIÓN AMBIENTAL –LODOS Y BIOSOLIDOS-ESPECIFICACIONES Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL, que establece los límites máximos permitidos para metales pesados en abonos orgánicos y límites máximos permitidos para patógenos y parásitos en lodos y biosolidos (Fig. 48).

CONTAMINANTE (determinados en forma total)	EXCELENTES mg/kg en base seca	BUENOS mg/kg en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

Figura 48. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosolidos. NOM-004-SEMARNAT-2002.

De acuerdo al tipo de biosolidos el parámetro que corresponde a los abonos orgánicos es el contenido en la categoría C ya que se trata de mejoradores de suelos y uso agrícola (Fig. 49).

TIPO	CLASE	APROVECHAMIENTO
EXCELENTE	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación</li> <li>• Los establecidos para clase B y C</li> </ul>
EXCELENTE O BUENO	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación</li> <li>• Los establecidos para clase C</li> </ul>
EXCELENTE O BUENO	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos forestales</li> <li>• Mejoramientos de suelos</li> <li>• Usos agrícolas</li> </ul>

Figura 49. Tipo de aprovechamiento de biosolidos. NOM-004-SEMARNAT-2002.

Considerando los parámetros establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002, no existe ningún riesgo por el uso de abonos orgánicos fermentados, ya que todos los parámetros obtenidos se encuentran muy por debajo de los límites máximos permitidos. En el caso de metales pesados y contaminantes microbiológicos, éstos fueron clasificados en la categoría de excelente en la clase C para Uso forestal, Mejoramiento de suelos y usos agrícolas, respecto a contaminantes microbiológicos y muy por debajo de los límites máximos permitidos para metales pesados.

#### **Uso y/o elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados**

En la unidad Chinampa-Refugio se propone el uso de abonos orgánicos, por lo que se han realizado evaluaciones para conocer el contenido de metales pesados y contaminantes microbiológicos en los mismos. De esta manera, puede descartarse o confirmarse la influencia de este tipo de abono en el contenido final de contaminantes en hortalizas. Los parámetros para evaluar los límites máximos permitidos de contaminantes para los abonos orgánicos deben realizarse de conformidad con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, PROTECCIÓN AMBIENTAL – LODOS Y BIOSOLIDOS-ESPECIFICACIONES Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL. En los ensayos realizados en el proyecto se observó que la presencia de contaminantes en los abonos orgánicos elaborados está por debajo de los niveles máximos permitidos y no representan riesgos. Por esto, este

tipo de abonos puede ser utilizado con seguridad en el manejo de la unidad Chinampa-Refugio de acuerdo a las especificaciones establecidas en el apartado correspondiente.

### **Calidad de hortalizas**

Debido a que el destino final de la mayoría de los productos agrícolas es el consumo humano, resulta conveniente cuidar el contenido de metales pesados y contaminantes microbiológicos en los mismos. Con la información obtenida en el análisis de contaminantes en hortalizas se identificó que el contenido de Plomo (Pb) en hortalizas requiere especial atención. Es importante mencionar que las muestras fueron tomadas en puntos distribuidos en una zona extensa de la Zona Lacustre de Xochimilco y en el caso de las pruebas realizadas en espinacas los análisis arrojaron contenido de Plomo (Pb) ligeramente por encima de los límites permitidos en las normas, y contenidos cercanos al límite en el caso de rábanos, esto requerirá evaluar con frecuencia la presencia de este elemento, identificar fuentes de contaminación y buscar estrategias de control en caso necesario.

### **Suelo**

Considerando que el suelo es el principal recurso para los agricultores y el mejoramiento del mismo representa mejoras en la calidad de los cultivos, es importante establecer estrategias para disminuir los niveles de Sodio en las Chinampas, ya que se ha identificado que este elemento es el principal limitante para aumentar la productividad y disminuir la incidencia de plagas y enfermedades. Los abonos orgánicos y biofertilizantes representan una buena opción para enfrentar el problema, pero deberán analizarse y evaluarse posibles estrategias adicionales. Resulta importante resaltar que, en general, el contenido de nutrientes en las zonas analizadas es favorable para las actividades agrícolas.

### **Refugios**

Para el óptimo funcionamiento de los refugios es necesario tener en cuenta algunas características respecto a la superficie y las condiciones físico-químicas y biológicas al interior de los mismos. Sobre las condiciones óptimas se ha identificado que el ancho, largo y fondo de los refugios debe tener de forma general, las características esquematizadas en la figura 50, estando abierta la posibilidad a ciertas modificaciones considerando que las características de los sitios no son homogéneas.

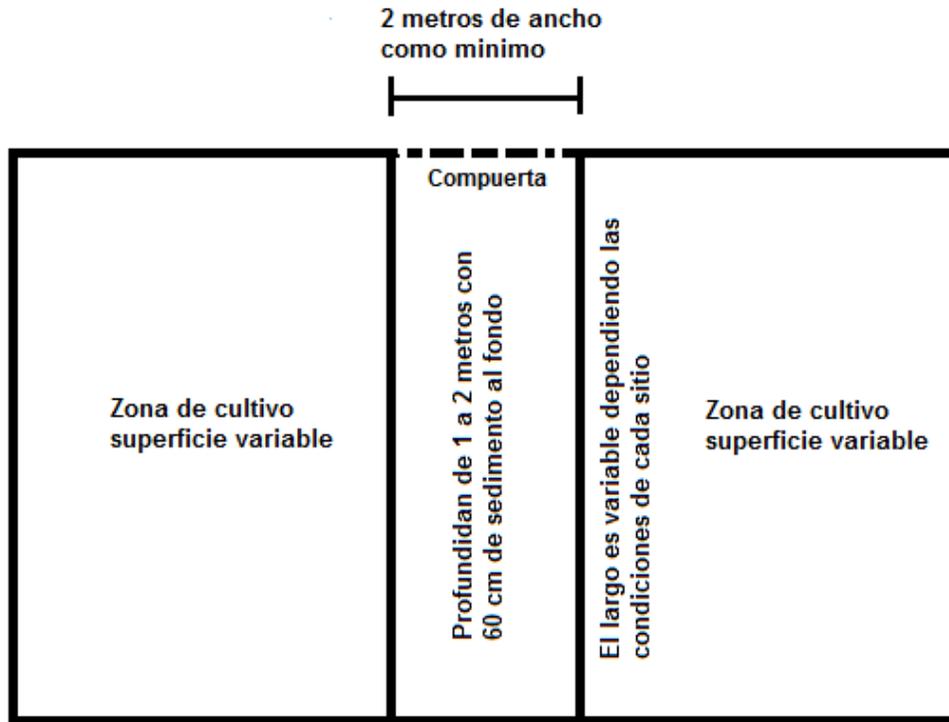


Figura 50. Medidas morfométricas ideales de los refugios.

Algunas medidas adicionales a considerar son:

1. Establecer bordos o canaletas que eviten escurrimientos de la zona de cultivo al interior de los refugios.
2. Realizar mediciones periódicas para evaluar el mantenimiento de pH en el rango 7.4 – 8.2.
3. Realizar mediciones periódicas para verificar que la conductividad eléctrica se mantenga en el rango 975 – 1650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
4. Realizar mediciones periódicas para mantener la temperatura en el rango de 16 – 20 °C.
5. Colectar y colocar al interior de los refugios charal y acocil.

Se ha identificado que los parámetros fisicoquímicos antes mencionados mantienen en condiciones óptimas a la especie *Ambystoma mexicanum* dentro de los refugios, así como a las especies nativas ligadas a la red trófica natural.

Dentro de los factores bióticos a considerar resulta importante la presencia de Elodea (*Egeria sp.*), Cola de Caballo (*Myriophyllum sp.*), Tule (*Typha sp.*) y berro (*Berula sp.*). Entre las funciones de dichas

especies encontramos el mejoramiento de la calidad del agua por la retención de contaminantes y sólidos disueltos, además sirven como refugio y zona de anidación para axolotes, peces y zooplancton.

También es importante remarcar que, a pesar de que no se analizaron los mismos parámetros en suelo, abonos, biofertilizantes, agua y cultivos, sería importante la realización de rangos que permitan comparar los diferentes componentes estudiados. De esta forma se podrían establecer posibles asociaciones.

## **ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LAS POBLACIONES DE TILAPIA EN LOS CANALES DE LA ZONA LACUSTRE DE XOCHIMILCO**

### **Introducción**

Durante la llamada “revolución verde” en las décadas de los setentas y ochentas, los gobiernos en toda la república promovieron la introducción de especies de peces que en los lagos de todo el país. El objetivo de esas introducciones fue el de utilizar aquellas especies de las cuales se había generado tecnología para su acuicultura. Por ello, se eligió la carpa (originarias de China) y la tilapia (originarias de África central), principalmente debido a su resistencia a los cambios y rápido crecimiento. Dentro de este contexto nacional, el lago de Xochimilco no estuvo exento de estas introducciones, y durante los setentas se introdujo la carpa, mientras que en 1980 se introdujo la tilapia.

El problema de estas introducciones fue que no se consideraron las costumbres de los habitantes o sus necesidades. Además, no se generaron talleres en los cuales se involucrara algún tipo de explotación por parte de los habitantes. Aunado a esto, a la par de estas introducciones, Xochimilco fue declarado Área Natural Protegida, lo cual evitó que los peces pudieran ser pescados por los habitantes pues la zona era considerada como un área de reserva en donde no se podían sacar los organismos del lugar.

Lo anterior provocó la falta de explotación de las especies. Esto, aunado a su alta capacidad de reproducción, generó que sus poblaciones crecieran sin control durante décadas, lo cual trajo una serie de problemas consecuencia de la abundancia de peces exóticos. Por ejemplo, las carpas forrajean a los organismos bentónicos, lo cual resuspende el sedimento, mientras que las tilapias generan cuevas para hacer sus nidos en las paredes de las chinampas. Ambos comportamientos debilitan las paredes de las chinampas lo que provoca el paulatino colapso de las orillas.

Otros efectos que tuvieron estas dos especies exóticas en el agua fue la reducción de las poblaciones de las especies que consumen o de aquellas con las que compiten (insectos, crustáceos, peces e incluso axolotes). En un estudio durante el 2004 se encontró que ambas especies habían llegado a ocupar más del 98% de la biomasa de los vertebrados acuáticos, lo que generaba un problema sustancial no sólo en la biodiversidad, también en el flujo de energía ecosistémico.

Por estas razones, durante el 2004 la Delegación de Xochimilco comenzó una serie de proyectos para reducir la población de carpas y tilapias en los canales de Xochimilco. El programa se implementó a partir de ese año, sin embargo, no ha sido constante y ocasionalmente se ha dejado de implementar, lo que pudo haber generado la recuperación poblacional de las especies exóticas. Posteriormente, diferentes organismo gubernamentales han financiado proyectos de extracción, por lo que es posible que

se estuvieran duplicando esfuerzos. En años más recientes se ha tenido una constante reducción de peces por los programas que se han generado a partir de la Cámara de Diputados, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión de recursos naturales (CORENA), y la actual Autoridad de la Zona Patrimonial de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta. Por lo tanto, es importante conocer el número total de tilapias que puede haber en el ecosistema ya que con ello se pueden hacer eficientes los esfuerzos de la reducción de esta especie invasora.

### **Marca y recaptura de *Oreochromis niloticus***

El análisis pesquero puede ayudar a tener una estimación general de cuantos peces se encuentran en una región determinada. Sin embargo, la mayoría de las técnicas poblacionales en estos análisis puede ser poco útil puesto que involucra estimaciones de error muy amplias al estar diseñadas para grandes cardúmenes en océanos. Por ello, en un sistema cerrado como Xochimilco es posible realizar conteos poblacionales más similares a lo que se utilizan para animales terrestres. Uno de esos métodos es la marca-recaptura, que puede indicar con cierta precisión cuantos animales existen en una región determinada.

El método de marca y recaptura requiere primeramente de la delimitación del área que será evaluada. Por ello, y a partir de los informes de los proyectos anteriores (2006-2012) se consideró utilizar sólo dos canales que por lo general cuentan con los números de peces más altos y que tienen un área bastante significativa con respecto a los demás canales de Xochimilco: Cuemanco y Apatlaco. Ambos canales, por sus dimensiones, permiten realizar el ejercicio de manera eficiente puesto que el método de captura de los organismos depende de un arte de pesca que necesita mucha área. Además, estos canales han sido estudiados durante previas campañas lo que permite hacer comparaciones a lo largo del tiempo.

Para estimar la abundancia de peces se utilizó el método de marca-recaptura múltiple trabajando del 23 de junio al 18 de julio del 2014. La colecta se realizó en dos etapas para cada canal. En la primera etapa, se colectaron y marcaron los organismos todos los días durante una semana. En la segunda etapa (una semana), solamente se colectaron organismos sin que éstos fueran marcados ni regresados al sistema. Esto se debió a que durante a primera semana de colecta, el porcentaje de recaptura fue muy bajo, lo cual pudo haber generado un aumento el error estándar en los resultados del modelo. Esto hubiera perjudicado la interpretación del análisis de la abundancia total en cada canal, por lo que fue compensado con la segunda etapa de colecta en cada canal al aumentar el porcentaje de recaptura.

Para la captura de los organismos se utilizó una red de 80 m de largo y 25 m de ancho y dos paredes de 175 y 120 m de caída con una pulgada de luz de malla (Fig. 51). A este tipo de red se le denomina localmente como “red de calcetín” ya que una vez tendida presenta una forma de saco alargado. La red de calcetín fue diseñada especialmente para la pesca en Xochimilco en proyectos previos de extracción de peces exóticos en el sitio. La morfología de los canales de Xochimilco (angostos y largos) obligó a generar una red pasiva que evitara que los axolotes fueran capturados y que a su vez, permitiera capturar a las especies de peces exóticos. El tamaño de luz de malla está diseñado para disminuir el riesgo de captura incidental de peces nativos como el charal. Para mayor información sobre esta arte de pesca, ver sección 2.1 del informe final del Proyecto “Programa de Análisis y Restauración del Sistema Lacustre de Xochimilco y del Axolote, primera etapa” 2011.



Figura 51. Red utilizada durante la marca-recaptura extendida en los canales.

La red fue elaborada por 20 pescadores, mismos que participaron en la pesca y marcaje de los organismos capturados (Fig. 52). Esta red fue tejida a partir de 20 paños de monofilamento calibre 0.40 mm de una pulgada de luz de malla y un tamaño de 200 x 100 m. Se incluyeron además 10 paños de monofilamento calibre 0.25 mm de una pulgada de luz de malla y un tamaño de 100 x 100. Además, se utilizaron 200 kg de plomo, 80 kilos de lazo, 300 boyas alargadas, 30 carretes de monofilamento calibre 0.40 mm y 30 carretes de hilo guía de monofilamento negro para su fabricación.



Figura 52. Elaboración de red y colecta de organismos.

Del 23 al 27 de junio y del 7 al 11 de julio, cada individuo de *O. niloticus* capturado fue marcado de manera permanente con una pistola para sujetadores marca Plastiflex y sujetadores de plástico para textiles de la misma marca (Fig. 53). Las marcas fueron pintadas con pintura acrílica en aerosol marca Comex de diferentes colores que representaban el día de marcaje (Tabla 32) (Fig. 54). Del 30 de junio al 4 de julio y del 14 al 18 de julio se realizó una pesca intensiva para intentar recuperar el mayor número de organismos marcados. En el caso de que algún organismo capturado presentara una marca previa, se registró y se volvió a marcar con la etiqueta del color del día correspondiente para su posterior regreso al canal. Los datos de cada individuo capturado y recapturado fueron registrados por fecha y canal donde se llevó a cabo el análisis.





Figura 53. Materiales y equipo utilizado durante el marcaje de los peces.



Figura 54. Marca y recaptura de los peces.

Tabla 32. Código de colores de las marcas colocadas en los peces de acuerdo al día de captura.

<b>Fecha de marcaje</b>	<b>Color de marca</b>
23/06/2014	Verde oscuro
24/06/2014	Rosa
25/06/2014	Naranja
26/06/2014	Azul oscuro
27/06/2014	Dorada
07/07/2014	Amarillo
08/07/2014	Morado
09/07/2014	Azul claro
10/07/2014	Rojo
11/07/2014	Verde claro

### **Análisis de los datos**

Para el análisis de datos se siguieron los fundamentos sobre los cuales se realizan los procesos de marca-recaptura (Lemos-Espinal, *et al.* 2005), entre lo cuales se encuentran:

- Las marcas deben de ser reconocidas en todo momento.
- Los organismos marcados deben de contar con la misma probabilidad de ser recapturados que el resto de la población.
- No debe de existir aprendizaje de los animales para evitar su captura.
- Los animales no deben de afectar su sobrevivencia o desempeño.
- Es necesario que se liberen donde fueron capturados.
- No debe de considerarse la migración.
- Debe de existir un lapso de tiempo entre que son marcados y se vuelvan a tender las redes para coleccionar de nuevo a los organismos.

De acuerdo con Lemos-Espinal, *et al.* (2005), el primer modelo de la marca recaptura es muy sencillo y data de 1896 y tiene el supuesto de que el tamaño de la población se puede obtener a partir de la proporción entre los peces marcados en la primera ocasión con respecto a los capturados en la segunda ocasión. De esta manera la ecuación se tiene de la siguiente manera:

$$M/N = m/n$$

Donde M es el número de animales capturados y marcados en la primera ocasión, N es el número total de la población, m es el número de la segunda captura previamente marcados y n es el número de

organismos capturados en la segunda ocasión. Puesto que en el ejercicio de marca recaptura se cuenta con la información de M, m y n. Se puede obtener N con la siguiente modificación a la ecuación:

$$N = Mn/m$$

Este es el concepto más sencillo que se utiliza en marca y recaptura para obtener una estimación del número total de organismos de una población. A partir de este concepto básico, los modelos se van complicando en diferentes grados. Por ejemplo, se debe de considerar que en muchas ocasiones el número de organismos marcados puede ser muy pequeño para hacer una estimación de la población. En este caso se incluyen múltiples marcajes y colectas, como fue el caso del proyecto de la estimación de tilapias. La ventaja de la obtención de múltiples marcajes es que se pueden obtener además de la estimación la desviación estándar. De esta manera se puede también evaluar que tan viable es la estimación.

Uno de los supuestos fundamentales del modelo se basa en que no existe inmigración y emigración. Esto sugiere que los resultados obtenidos no indican la población total del sistema sino del canal donde se llevaron a cabo. En otras palabras, los números que indican estos modelos sugieren el número total de tilapias en cada canal y no en el sistema completo (Lemos-Espinal, *et al.* 2005). Por lo tanto, para realizar estimaciones en todo el sistema se debe de llevar a cabo extrapolaciones con diferentes supuestos.

Para realizar la estimación se utilizó el programa Mark. Este programa ejecuta diferentes modelos con base en las características del tipo de datos que se están evaluando. De esta manera, se llega a un modelo consensual el cual es el más eficiente y reduce al máximo el error estándar que puede haber al realizar los diferentes cálculos.

## **Resultados**

Durante las cuatro semanas se marcaron un total de 34,049 tilapias en los dos canales y se recapturó cerca del 5% de los peces marcados (1,620 tilapias) (Tabla 33). Este porcentaje fue suficiente para la elaboración del análisis de marca-recaptura sin que las estimaciones se vieran influidas por un alto error estándar.

Tabla 33. Datos colectados en los canales de Cuemanco y Apatlaco durante las dos semanas de colecta.

	Fecha	Marcados	Rec1	Rec2	Rec3	Rec4	Rec5
<b>CUEMANCO</b> 1a. SEMANA	23/06/14	3917	**				
	24/06/14	3412	42	**			
	25/06/14	3420	26	27	**		
	26/06/14	3354	9	12	8	**	
	27/06/14	3358	15	13	11	9	**
<b>TOTAL:</b>		<b>17461</b>	<b>92</b>	<b>52</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>0</b>
<b>CUEMANCO</b> 2a. SEMANA	30/06/14	**	2	4	0	7	8
	01/07/14	**	30	35	49	14	21
	02/07/14	**	28	25	41	41	17
	03/07/14	**	24	30	14	14	17
	04/07/14	**	5	4	4	2	2
<b>TOTAL:</b>		<b>0</b>	<b>89</b>	<b>98</b>	<b>108</b>	<b>78</b>	<b>65</b>
<b>APATLACO</b> 1a. SEMANA	07/07/14	3432	**				
	08/07/14	3340	13	**			
	09/07/14	3274	32	33	**		
	10/07/14	3297	84	38	25	**	
	11/07/14	3245	12	10	15	11	**
<b>TOTAL:</b>		<b>16588</b>	<b>141</b>	<b>81</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>0</b>
<b>APATLACO</b> 2a. SEMANA	14/07/14	**	13	10	16	13	4
	15/07/14	**	108	68	27	70	86
	16/07/14	**	18	15	11	15	14
	17/07/14	**	28	25	8	23	24
	18/07/14	**	29	20	32	26	26
<b>TOTAL:</b>		<b>0</b>	<b>196</b>	<b>138</b>	<b>94</b>	<b>147</b>	<b>154</b>

A lo largo de las semanas, se encontró una distribución general similar en las recapturas de cada sitio. Esto sugiere que no existe un aprendizaje por parte de los peces para evitar ser recapturados lo cual es uno de los supuestos necesarios para un buen análisis de marca-recaptura.

A partir del análisis de marca-recaptura encontramos que Cuemanco alberga a casi 200 mil tilapias, mientras que el canal de Apatlaco cuenta con cerca de 93 mil. Estos resultados sugieren una diferencia marcada en la abundancia de peces exóticos entre canales ya que uno de los canales es capaz de albergar a prácticamente el doble de los organismos (Fig. 55). Como se observa en la figura 55, las desviaciones estándar son bajas, lo cual permite confiar en el modelo.

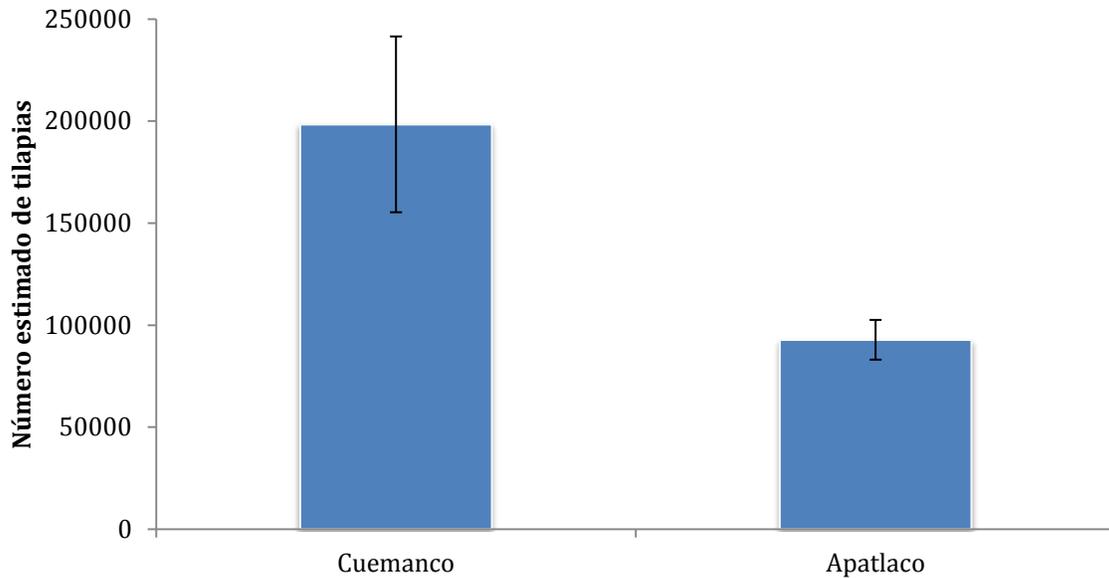


Figura 55. Estimación del número total de tilapias en el canal de Cuemanco y el canal de Apatlaco.

### Discusión

Se calcularon más de 300 mil tilapias que habitan en sólo dos canales con longitudes cercanas a los 2 kilómetros cada uno. Una extrapolación sencilla sugeriría que si existen alrededor de 180 kilómetros de canales, y los analizados representan el 1.1%, entonteces habría alrededor de 26 millones de carpas en Xochimilco. Sin embargo, ambos canales cuentan con un ancho por encima de los 50 m, mientras que el resto de los canales tienen un ancho visiblemente menor. Por lo tanto, es difícil considerar que esta extrapolación tenga un dato preciso.

Sin embargo, para obtener un dato que pueda reflejar con mayor certeza la situación actual de Xochimilco, es posible realizar otro tipo de extrapolación utilizando la información de los canales que se han trabajado para la extracción de peces. Durante el 2011 se trabajaron seis canales: Cuemanco, Apatlaco, Tezhuilo, Paso del Águila, San Diego y Japón. Durante el 2012 se intensificó la pesca sólo en tres canales: Cuemanco, Apatlaco y Tlilac. La suma total del área de todos estos canales es de aproximadamente 325 mil metros cuadrados (0.32Km<sup>2</sup>) de los cuales Cuemanco ocupa el 37% y Apatlaco el 36%. Realizando una extrapolación a partir del porcentaje de área que pueden tener estos canales con respecto a los demás, se podría decir que el número total de tilapias en estos siete canales se encuentra alrededor de los 400 mil organismos. Esto implica que, en los canales más transitados por los chinamperos en Xochimilco, existe poco menos de medio millón de tilapias. Se sabe que el Programa

Universitario del Medio Ambiente (PUMA) esta llevando a cabo un estudio en el cual se caracteriza la zona lacustre de Xochimilco por medio del ancho de los canales, por lo que será posible realizar una extrapolación a todos los canales de Xochimilco una vez que se tenga acceso al informe de dicho proyecto.

Cabe mencionar que el cálculo anterior se basa en el supuesto de que la distribución de tilapias es homogénea, a pesar de que los resultados nos indican lo contrario. Prueba de esto es que existe el doble de tilapias en Cuemanco que en Apatlaco. Este resultado no está relacionado con diferencias de área, ya que mientras Apatlaco tiene aproximadamente 116 mil metros cuadrados, Cuemanco tiene 121 mil. Siendo estos canales similares en amplitud, deben existir otros factores que pueden estar generando diferencias entre los dos canales para mantener una cantidad de peces tan diferente. Una de las hipótesis es la cantidad de alimento en el sistema. Apatlaco es un canal con amplia urbanización y por lo tanto, existe menor calidad del agua y mayor contenido de nutrientes en el agua. Por su parte, Cuemanco es un canal con poca urbanización y menor cantidad de nutrientes. Esto podría generar que el canal de Cuemanco tenga condiciones de menor estrés para los organismos que lo que puede tener Apatlaco. Así, Apatlaco parece ser un lugar lo suficientemente perturbado para que incluso especies exóticas como lo es la Tilapia, sea difícil sobrevivir y reproducirse.

Dentro del análisis comparativo con las colectas realizadas previamente, es interesante analizar la cantidad de organismos obtenidos en esos años y los que existen ahora. Durante 11 semanas del 2011 se realizó una captura de aproximadamente 50 toneladas en seis canales dentro de los cuales se encontraban los dos analizados en el presente informe. El total del área de los canales colectados fue de 0.3 km<sup>2</sup>, de los cuales, aproximadamente 78% del área de estos canales correspondieron a los dos de estudio. Esto refleja que durante esos meses se colectó en los dos canales aproximadamente alrededor de 280 mil organismos. Si la abundancia del 2011 fuera la misma que la se obtuvo en el 2014, se hubiera terminado prácticamente con la población de peces en esos dos canales. Sin embargo, aún cuando la colecta probablemente disminuyó de manera significativa, la población no llegó a eliminarse.

En un siguiente programa de reducción de tilapias, durante los meses de octubre a diciembre del 2012 en nueve semanas se colectaron más de 52 toneladas de peces que dieron un aproximado de más de 468 mil tilapias. Estas colectas se realizaron sólo en tres canales. Cuemanco, Apatlaco y la Laguna de Tlilac. De nuevo, considerando que el porcentaje del área que ocupan los dos canales del estudio (más del 93%) de esta segunda pesca, si la cantidad de tilapias fuera igual en el 2012 a la encontrada en el 2014 se hubiera

eliminado por completo a la población, puesto que en ambos canales se debió haber pescado cerca de 433mil individuos.

La comparación con la colecta de los años previos sugiere que la población de peces ha bajado dramáticamente durante los últimos años y es probable que se deba a la pesca. Durante el 2011 el número de organismos colectados en ambos canales estuvo cerca del número total de organismos que se encuentran ahora, mientras que en el 2012 se superó el número total de organismo estimados durante el 2014 (cerca de 300mil). El hecho de que posiblemente existan menos organismos que en los años anteriores abre una puerta de preguntas que se deben de considerar para mantener los programas de extracción de estos animales. Por ejemplo, debe analizarse cual ha sido el papel de los programas de pesca en esta reducción así como si han habido otras variables que han afectado a la población en términos de reducción. Por ejemplo, existen algunos programas de pesca que se han implementado por parte de diferentes autoridades para la reducción. Por lo tanto, sería muy importante conocer cual ha sido la pesca real durante este tiempo.

Por otra parte, es importante saber si en realidad estos dos canales están sirviendo como vasos comunicantes. Si se están extrayendo de Cuemanco y Apatlaco esa cantidad de peces, quizá exista una migración de los canales vecinos a estos canales que pueden estar contando con mayor recurso.

## CONCLUSIÓN

La restauración del lago de Xochimilco debe ser prioritaria dada su importancia en términos ecológicos, económicos y sociales. Las acciones necesarias para llevar a cabo la restauración ambiental dependerán de la magnitud de la degradación en términos del régimen hídrico, concentración de contaminantes y nutrientes en el agua, aporte de sedimentos, suspensión de partículas orgánicas y la modificación en la estructura trófica (Streever, 1999).

Para el caso de Xochimilco, la estructura y función del ecosistema están dadas por la calidad del agua que el sistema recibe de las plantas de tratamiento y descargas directas de la zona urbana. A pesar de esto, la creación de refugios puede contribuir a la rehabilitación de las condiciones fisicoquímicas que permitan el establecimiento de las poblaciones de especies nativas sin la presión de las especies invasoras.

La creación de refugios es una estrategia útil para la recuperación de las poblaciones nativas, esencialmente las de *Ambystoma mexicanum*, *Menidia jordani* y *Cambarellus montezumae*. Particularmente, el pH, la conductividad y el Oxígeno disuelto condicionan la supervivencia de los organismos, mientras que la temperatura es un factor limitante de los procesos metabólicos y reproductivos. El patrón de los valores observados durante este estudio es coincidente con previos trabajos, en los cuales se ha registrado que durante época de sequía, los valores de pH y conductividad disminuyen, mientras que durante las lluvias los valores se incrementan debido al lavado de los suelos y arrastre de materia orgánica circundante hacia los canales.

Aunado a esto, la ausencia de la tilapia en los refugios permite el crecimiento poblacional del zooplankton, lo que a su vez impide los florecimientos de fitoplancton, incrementando la transparencia del agua, permitiendo así que el paso de luz solar sea mayor y la zona fótica de la columna de agua alcance mayores profundidades, favoreciendo que las macrófitas sumergidas se desarrollen y también ayuden a retener sólidos disueltos en sus estructuras disminuyendo la turbidez y aumentando la transparencia.

Es importante buscar que la calidad del agua en la zona lacustre tenga condiciones favorables para realizar actividades agrícolas, así como el mantenimiento y reproducción de diversas especies vegetales y animales propias de la zona. Como ya se ha mencionado, algunos de los factores que afectan la calidad de agua de Xochimilco son el avance de la mancha urbana con el consecuente aumento de

descargas de aguas negras a los canales, el uso de agroquímicos y fertilizantes altamente solubles, el vertido de combustibles por el uso de motores y el derrame de desechos sólidos derivados de las actividades urbanas y turísticas. Como propuesta para solucionar estas problemáticas a corto y mediano plazo, se ha propuesto la promoción del modelo Chinampa-Refugio ya que esto representa múltiples beneficios para el mejoramiento de las condiciones de agua a la par que impulsa las actividades productivas sustentables como estrategia para evitar el avance de la zona urbana.

El establecimiento de refugios sirve también como una fuente de agua de riego con bajo contenido de sales, con esto se evita la salinización de suelos de Xochimilco, lo cual mejorará la producción agrícola. Esta retroalimentación positiva que existe entre la simbiosis chinampa-refugio le permite a Xochimilco presentar dos realidades paralelas, la del Xochimilco turístico, contaminado y la de los pequeños apantles rehabilitados que conservan la agricultura tradicional y al axolote. Considerando que es importante la continuidad y fortalecimiento del proceso de producción orgánica se sugiere incorporar tecnologías que permitan la elaboración de este tipo de abonos de manera rápida y eficiente, además de elaborar insumos que fortalezcan este sistema de producción. Además, se sugiere realizar talleres con la participación activa de los chinamperos para recuperar conocimientos sobre el manejo local de recursos, fortalecer los sistemas de producción en los espacios donde se identifique interés por el seguimiento y mejora del modelo chinampa-refugio, así como identificación y vinculación con nuevos productores. Asimismo, se considera necesario el seguimiento a la evaluación del modelo chinampa refugio, la identificación de contaminantes en hortalizas y sus fuentes, así como buscar e incorporar tecnologías que permitan el mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas de los refugios.

Aunado a este modelo, existe también la necesidad de evaluar la pertinencia de implementar la pesca enfocada en ciertas épocas. Estudios recientes realizados por el Laboratorio de Restauración Ecológica sugieren que la reproducción de tilapias tiene un pico en la temporada de lluvias, por lo que sería muy importante buscar la forma de colectar estos organismos justo antes de la reproducción. Estos mismos estudios, que se basaron en las colectas del 2012, sugieren también que existe una diferencia poblacional en la reproducción en ambos canales (Sandoval, 2014). Por lo tanto, la heterogeneidad espacial de los canales, se ha hecho evidente en la zonificación propuesta a raíz de los análisis fisicoquímicos, y de la abundancia de invertebrados, pero aparentemente también afecta a las poblaciones de peces.

Del mismo modo, es importante considerar proyectos futuros que continúen con este esfuerzo de restauración de la zona. Para esto es importante buscar la consolidación del modelo chinampa refugio

por medio de la escritura de un manual que exprese a detalle los procedimientos expuestos en dicho informe y permita que esta técnica sea fácilmente replicable. Esta consolidación requiere también de un proyecto que identifique dentro de la zona lacustre de Xochimilco aquellos sitios potenciales para aumentar el modelo chinampa-refugio.

Finalmente, es crucial que se contemple un programa de manejo de *Ambystoma mexicanum* que ayude a establecer una normatividad que se ocupe del manejo del axolote dentro y fuera de Xochimilco. Esto es de alta prioridad debido a las condiciones actuales de la población silvestre expuestas en el presente documento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castellanos, J. Z.; Uvalle Bueno, J. X. & Aguilar Santelises, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2<sup>a</sup> ed. Intagri, México.
- Castellanos, J. Z. [en línea] Interpretación del análisis de suelo y agua para su uso en invernadero. Intagri Sin fecha. [Consultado el 30 septiembre 2014] Disponible en: <http://intagridiplomado.com/preparacion/2.%20Interpretacion%20del%20 analisis%20de%20suelo%20y%20agua.pdf>
- Esparza Elvia; Novelo Alejandro & Lot Antonio. 2004. Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México.
- Fertilab. 2013. Manual de muestreo de suelo, planta y agua. 3<sup>a</sup> ed. Fertilab, México.
- Lemos-Espinal, JA; Rojas-González, RI y Zúñiga-Vega JJ. 2005 Técnicas para el estudio de poblaciones de Fauna Silvestre Ed UNAM y CONABIO.
- Ortega T., E. 1981. Química de suelos. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Restrepo-Rivera, J. 2006. Manual práctico El A, B, C de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas. Fundación Produce Jalisco A.C., México.
- Sandoval, C.T. 2014. Análisis reproductivo de *Oreochromis niloticus* en el Sistema Lacustre de Xochimilco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Tovar G. Armando. 2014. Tesis de maestría: Determinación de la estructura trófica de refugios experimentales en Xochimilco, México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valiente, E., Sumano, C., Rubio, M., Manzur, D., Pérez-Belmont, P., Zambrano, L. y M. Mazari. 2012. Plan de acción para la habilitación de refugios como áreas para la recuperación y conservación de la población endémica del ajolote *Ambystoma mexicanum*. Informe final del proyecto “Recovery of a critically endangered species, the axolotl *Ambystoma mexicanum*, in refuges of Xochimilco, México City”, Fish & Wildlife Service, Assistance Award number 96200-0-G214, 20120-2012.
- Velasco H., E.; Nieto A., R.; Navarro L., E. R. 2012. Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero. 3ª ed. 1ª reimpression. México. COLPOS-Mundiprensa.
- Zambrano, L. y E. Valiente. 2008. Informe final de actividades del Proyecto Mitigación del impacto de las especies introducidas en la zona lacustre de Xochimilco. Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología, UNAM.
- Zambrano, L; Valiente, E; Sastré, L; Tovar, A; Sumano, C; Levy, K; Gímenez, Joaquín, Almazán, M; López, P. 2012. Informe final: Programa de Análisis y Restauración del sistema lacustre de Xochimilco y de Ajolote, Segunda Etapa. Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología, UNAM.
- <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/yarto.html>
- <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>
- [http://www.iapmexico.org/Boletines/2008\\_1.pdf](http://www.iapmexico.org/Boletines/2008_1.pdf)
- [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2014000100013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000100013)
- <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1342/1/nom-004-semarnat-2002.pdf>
- [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/National%20Food%20Safety%20Standard-Maximum%20Levels%20of%20Contaminants%20in%20Food\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_8-19-2010.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/National%20Food%20Safety%20Standard-Maximum%20Levels%20of%20Contaminants%20in%20Food_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_8-19-2010.pdf)

- [http://europa.eu/legislation\\_summaries/food\\_safety/contamination\\_environmental\\_factors/121290\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/contamination_environmental_factors/121290_es.htm)

Anexo I.

Tabla de variables medidas durante los tres años de colecta en las diferentes zonas del sistema lacustre de Xochimilco.



Anexo II.

Programa del taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.

**Programa del taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.**

Jueves 6 de Febrero de 2014

9:00 – 9:20

Recepción y Registro

9:20 – 9:40

Presentación del Taller, actores involucrados e información del trabajo realizado en Xochimilco por parte del laboratorio de Restauración Ecológica de la UNAM Dr. Luis Zambrano y el director de preservación del patrimonio natural de la AZP, Biól. Rubén Rojas Villaseñor.

9:40 – 11:30

Presentación sobre Las chinampas, Agricultura industrial y Agricultura orgánica

11:30 – 12:00

Vídeo la vida en el suelo

12:00 – 13:00

Almuerzo y convivencia

13:00 – 16:00

Presentación Teórica

Anexo III.

Lista de asistentes al taller “Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la agricultura orgánica”.



Taller: "Mejorando Xochimilco y nuestra producción con la Agricultura Orgánica"



REGISTRO VISITANTES

Nombre	Procedencia	Correo electrónico
1. Iuliana Martínez Saiz Pedraza	UNAM FES Aragón / Neza	montse_tonati@un20@hotmail.com
2. Rosa M. de Oros Posales	Tlalpam	roscores@hotmail.com
3. Marlen Troncos Ruiz	Umbra Akochiatl A.C.	marcdm@comunidad.unam.mx
4. Giovanni F. Sumanu Afras	IAU	frshenluis@hothmail.com
5. Daniel Sumanu F.	D.Ig. Coahuila	daniel_sumanu55@gmail.com
6. Leonel Esteban Medina Bepinas	UNAM FES Aragón	sauke12@gmail.com
7. Albaladejo De Milla Barrera	UAM Xochimilco	021373@msn.com
8. Antonio García Frey	ICPS	294196@hotmail.com
9. Erika Rodríguez Flores	Instituto de Biología - REDES A.C.	ehorcof1@gmail.com
10. Carmelita Ricardo Itzagen	EFYL UNAM	i.yollettzin@gmail.com
11. Humberto Méndez Karla Sumanu	UNAM FES Cuautlan	karla-hm261043@hotmail.com
12. Ayra Ángel Angel Alvarado	UNAM FES Cuautlan	moethly@hotmail.es
13. Jorge Ángel	IPN	elstg@hotmai.com
14. Julia Rodríguez	IPN	rosgrs@hotmail.com
15. Tonia Cozta Aruando	IBUNAM	ortega-dia@hothmail.com
16. Araya Ruano Legare	IBUNAM	storbuck-js@hotmail.com
17. Polaris Alfamison	Xochimilco	
18. Liliana Gaytan Guiz	F.M.V.Z.	Lgaytancyzho.com
19. Julio C. Ortega V.	F.G.	jul-dtva@hotmail.com





Anexo IV.

Solicitud de excavadora a la jefatura delegacional de Xochimilco CESAC.



"2014; Año de Octavio Paz"

Xochimilco, D.F. 30 de mayo de 2014

# Ticket

## 052014-151261

Ingreso		Etapa	Notificación
Número del ticket	052014-151261	Estatus	F-Envío
Tipo	Incidencias	Prioridad	Programado
Via de captación	En Persona	Nombre del contacto	<u>CARLOS URIEL SUMANO ARIAS</u>
Asunto	Accesorios de infraestructura	Nombre del Expediente	<u>ATENCION CIUDADANA</u>
Motivo	Accesorios de infraestructura	Expediente	<u>ATENCION CIUDADANA</u>
		Fecha de atención	

SOLICITA SERVICIO DE EXCAVADORA PARA APERTURAR ZANJAS.

### Descripción

MRMS

### Seleccione Dependencia y Grupo

Dependencia **DELEGACIÓN XOCHIMILCO** Grupo **MEDIO AMBIENTE**

### Seleccione "Tramo" para vías primarias y "Calle" para vías secundarias

Tramo (Búsqueda)	Calle (Búsqueda)	<u>ADELAIDA</u>
Sentido	Código Postal/Colonia (Búsqueda)	<u>16040 - Barrio San Lorenzo</u>
Lugar físico	Tipo de Avenida	<u>Secundaria</u>
Localizado	Vialidad	
Entre la calle	Tramo	
Y calle	Calle	<u>ADELAIDA</u>
	Colonia	<u>Barrio San Lorenzo</u>
	Delegación	<u>Xochimilco</u>
	Código Postal	<u>16040</u>

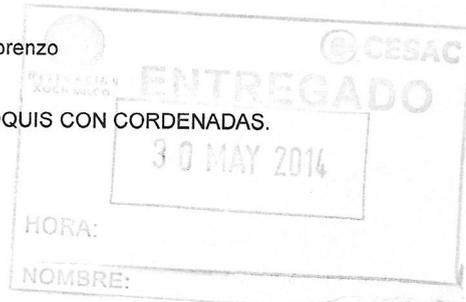
Punto de referencia **ES EN ZONA CHINAMPERA Y EN EL ESCRITO VIENE EL CROQUIS CON CORDENADAS.**

### Ingreso - Imágenes

ATENDIO: MARIA DEL ROCIO MORALES SANCHEZ

ATENTAMENTE

LIC. MARIANA PÉREZ FLORES  
COORDINADORA DEL CENTRO DE SERVICIOS Y ATENCIÓN CIUDADANA



El presente acuse de recibo, ampara únicamente la gestión de la solicitud de servicio y no implica de manera alguna su autorización.

Los datos personales recabados serán protegidos incorporados y tratados en el Sistema de Datos Personales **RECEPCIÓN DE SOLICITUDES DE SERVICIOS CESAC.NET** El cual tiene su fundamento en:

- Acuerdo por el que se establecen las Atribuciones de los Centros de Servicios y Atención Ciudadana. GODF 02-VII-2012
- Acuerdo por el que se establecen Procedimientos Únicos para la Atención de Trámites y Servicios. GODF02-VII-2012
- Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal
- Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal
- Ley de Archivos del Distrito Federal

Disposiciones legales vigentes, y cuya finalidad es **REGISTRO EN MEDIO ELECTRONICO DE LAS SOLICITUDES DE SERVICIOS PUBLICOS QUE SEAN PRESENTADAS POR PARTICULARES** y podrán ser transmitidos para su atención a las **DIRECCIONES GENERALES DELEGACIONALES** además de otras transmisiones previstas en la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal.

Todos los datos marcados en el formato son obligatorios y sin ellos no podrá acceder y completar el trámite del servicio solicitado. Asimismo, se le informa que sus datos no podrán ser difundidos sin su consentimiento expreso salvo excepciones previstas en la Ley.

El responsable de Sistema de Datos Personales es la **Lic. Mariana Pérez Flores** y la dirección donde podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, así como la revocación del consentimiento es la **Oficina de Información Pública**, ubicada en Av. Guadalupe I Ramírez número 4, Planta Baja Bo. el Rosario en la Delegación Xochimilco

El titular de los datos podrá dirigirse al Instituto de acceso a la Información Pública del Distrito Federal, donde recibirá asesoría sobre los derechos que tutela la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal al teléfono 56-36-46-36, correo electrónico: [datospersonales@infodf.org.mx](mailto:datospersonales@infodf.org.mx) o en la página [www.infodf.org.mx](http://www.infodf.org.mx) electrónico: [datospersonales@infodf.org.mx](mailto:datospersonales@infodf.org.mx) o en la página [www.infodf.org.mx](http://www.infodf.org.mx)



[df.gob.mx](http://df.gob.mx)

[www.xochimilco.df.gob.mx](http://www.xochimilco.df.gob.mx)

**Guadalupe I. Ramírez • No. 4 • Bo. El Rosario • C.P. 16070**  
**Delegación Xochimilco Tel. 53-34-06-00 ext. 3783 y 3839**  
**Facebook: Cesac Xochimilco Twitter: @CesacXochi**



"2014; Año de Octavio Paz"

Xochimilco, D.F. 30 de mayo de 2014

052014-151267

## Ticket

### Ingreso

Número del ticket	052014-151267	Etapa	Notificación
Tipo	Incidencias	Estatus	F-Envío
Vía de captación	En Persona	Prioridad	Programado
Asunto	Accesorios de infraestructura	Nombre del contacto	CARLOS URIEL SUMANO ARIAS
Motivo	Accesorios de infraestructura	Nombre del Expediente	ATENCION CIUDADANA
		Expediente	ATENCION CIUDADANA
		Fecha de atención	

Descripción

SOLICITA EXCAVADORA PAA APERTURAR ZANJAS EN CHINAMPERIA.  
MRMS

### Selección Dependencia y Grupo

Dependencia DELEGACIÓN XOCHIMILCO Grupo MEDIO AMBIENTE

### Selección "Tramo" para vías primarias y "Calle" para vías secundarias

Tramo (Búsqueda)	Calle (Búsqueda)	ADELAIDA
Sentido	Código Postal/Colonia (Búsqueda)	16040 - Barrio San Lorenzo
Lugar físico	Tipo de Avenida	Secundaria
Localizado	Vialidad	
Entre la calle	Tramo	
Y calle	Calle	ADELAIDA
	Colonia	Barrio San Lorenzo
	Delegación	Xochimilco
	Código Postal	16040

Punto de referencia ZONA CHINAMPERA, EL CIUDADANO TRAJO CROQUIS CON CORDENADAS.

### Ingreso - Imágenes

ATENDIO: MARIA DEL ROCIO MORALES SANCHEZ

ATENTAMENTE

LIC. MARIANA PÉREZ FLORES  
COORDINADORA DEL CENTRO DE SERVICIOS Y ATENCIÓN CIUDADANA



El presente acuse de recibo, ampara únicamente la gestión de la solicitud de servicio y no implica de manera alguna su autorización.

Los datos personales recabados serán protegidos incorporados y tratados en el Sistema de Datos Personales **RECEPCIÓN DE SOLICITUDES DE SERVICIOS CESAC.NET** el cual tiene su fundamento en:

- Acuerdo por el que se establecen las Atribuciones de los Centros de Servicios y Atención Ciudadana. GODF 02-VII-2012
- Acuerdo por el que se establecen Procedimientos Únicos para la Atención de Trámites y Servicios. GODF02-VII-2012
- Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal
- Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal
- Ley de Archivos del Distrito Federal

Disposiciones legales vigentes, y cuya finalidad es **REGISTRO EN MEDIO ELECTRONICO DE LAS SOLICITUDES DE SERVICIOS PUBLICOS QUE SEAN PRESENTADAS POR PARTICULARES** y podrán ser transmitidos para su atención a las **DIRECCIONES GENERALES DELEGACIONALES** además de otras **transmisiones** previstas en la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal.

Todos los datos marcados en el formato son obligatorios y sin ellos no podrá acceder y completar el trámite del servicio solicitado. Asimismo, se le informa que sus datos no podrán ser difundidos sin su consentimiento expreso salvo excepciones previstas en la Ley.

El responsable de Sistema de Datos Personales es la **Lic. Mariana Pérez Flores** y la dirección donde podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, así como la revocación del consentimiento es la **Oficina de Información Pública**, ubicada en Av. Guadalupe I Ramírez número 4, Planta Baja Bo. el Rosario en la Delegación Xochimilco

El titular de los datos podrá dirigirse al Instituto de acceso a la Información Pública del Distrito Federal, donde recibirá asesoría sobre los derechos que tutela la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal al teléfono 56-36-46-36, correo electrónico: [datospersonales@infodf.org.mx](mailto:datospersonales@infodf.org.mx) o en la página [www.infodf.org.mx](http://www.infodf.org.mx) electrónico: [datospersonales@infodf.org.mx](mailto:datospersonales@infodf.org.mx) o en la página [www.infodf.org.mx](http://www.infodf.org.mx)



Unidad de  
Atención Ciudadana  
**UNAC**



[df.gob.mx](http://df.gob.mx)

[www.xochimilco.df.gob.mx](http://www.xochimilco.df.gob.mx)

Guadalupe I. Ramírez • No. 4 • Bo. El Rosario • C.P. 16070  
Delegación Xochimilco Tel. 53-34-06-00 ext. 3783 y 3839  
Facebook: Cesac Xochimilco Twitter: @CesacXochi



"2014; Año de Octavio Paz"

Xochimilco, D.F. 30 de mayo de 2014

# Ticket

## 052014-151251

Número del ticket	052014-151251	Etapas	Notificación
Tipo	Incidencias	Estatus	F-Envío
Vía de captación	En Persona	Prioridad	Programado
Asunto	Accesorios de infraestructura	Nombre del contacto	<u>CARLOS URIEL SUMANO ARIAS</u>
Motivo	Accesorios de infraestructura	Nombre del Expediente	<u>ATENCION CIUDADANA</u>
		Expediente	ATENCION CIUDADANA
		Fecha de atención	

Descripción

SOLICITA SERVICIO DE EXCAVADORA PARA APERTURAR ZANJAS DENTRO DE LA ZONA CHINAMPERA.

MRMS

### Seleccione Dependencia y Grupo

Dependencia DELEGACIÓN XOCHIMILCO Grupo MEDIO AMBIENTE

### Seleccione "Tramo" para vías primarias y "Calle" para vías secundarias

Tramo (Búsqueda)	Calle (Búsqueda)	ADELAIDA
Sentido	Código Postal/Colonia (Búsqueda)	16040 - Barrio San Lorenzo
Lugar físico	Tipo de Avenida	Secundaria
Localizado	Vialidad	
Entre la calle	Tramo	
Y calle	Calle	ADELAIDA
	Colonia	Barrio San Lorenzo
	Delegación	Xochimilco
	Código Postal	16040

Punto de referencia ZONA CHINAMPERA

### Ingreso - Imágenes

ATENDIO: MARIA DEL ROCIO MORALES SANCHEZ

ATENTAMENTE

LIC. MARIANA PÉREZ FLORES  
COORDINADORA DEL CENTRO DE SERVICIOS Y ATENCIÓN CIUDADANA



El presente acuse de recibo, ampara únicamente la gestión de la solicitud de servicio y no implica de manera alguna su autorización.

Los datos personales recabados serán protegidos incorporados y tratados en el Sistema de Datos Personales **RECEPCIÓN DE SOLICITUDES DE SERVICIOS CESAC.NET** El cual tiene su fundamento en:

- Acuerdo por el que se establecen las Atribuciones de los Centros de Servicios y Atención Ciudadana. GODF 02-VII-2012
- Acuerdo por el que se establecen Procedimientos Únicos para la Atención de Trámites y Servicios. GODF02-VII-2012
- Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal
- Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal
- Ley de Archivos del Distrito Federal

Disposiciones legales vigentes, y cuya finalidad es **REGISTRO EN MEDIO ELECTRONICO DE LAS SOLICITUDES DE SERVICIOS PUBLICOS QUE SEAN PRESENTADAS POR PARTICULARES** y podrán ser transmitidos para su atención a las **DIRECCIONES GENERALES DELEGACIONALES** además de otras transmisiones previstas en la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal.

Todos los datos marcados en el formato son obligatorios y sin ellos no podrá acceder y completar el trámite del servicio solicitado. Asimismo, se le informa que sus datos no podrán ser difundidos sin su consentimiento expreso salvo excepciones previstas en la Ley.

El responsable de Sistema de Datos Personales es la Lic. Mariana Pérez Flores y la dirección donde podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, así como la revocación del consentimiento es la Oficina de Información Pública, ubicada en Av. Guadalupe I Ramírez número 4, Planta Baja Bo. el Rosario en la Delegación Xochimilco

El titular de los datos podrá dirigirse al Instituto de acceso a la Información Pública del Distrito Federal, donde recibirá asesoría sobre los derechos que tutela la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal al teléfono 56-36-46-36, correo electrónico: [datospersonales@infofd.org.mx](mailto:datospersonales@infofd.org.mx) o en la página: [www.infofd.org.mx/electronicos:datospersonales@infofd.org.mx](http://www.infofd.org.mx/electronicos:datospersonales@infofd.org.mx) o en la página [www.infofd.org.mx](http://www.infofd.org.mx)



[df.gob.mx](http://df.gob.mx)

[www.xochimilco.df.gob.mx](http://www.xochimilco.df.gob.mx)

Guadalupe I. Ramírez • No. 4 • Bo. El Rosario • C.P. 16070  
Delegación Xochimilco Tel. 53-34-06-00 ext. 3783 y 3839  
Facebook: Cesac Xochimilco Twitter: @CesacXochi

Anexo V.

Análisis de los principales parámetros sobre las actividades agrícolas.



## Fertilidad de Suelos S. de R.L. "Análisis que rinden frutos"

No Registro

CP-1046

PROPIETARIO **PEDRO MENDEZ**  
MUNICIPIO Y EDO: **XOCHIMILCO, D.F.**  
TELEFONO: **55-45-3274-58**  
FECHA ENTREGA **03-Abr-14**  
IDENTIFICACIÓN: **Lote: 3**

<i>Elemento</i>	<i>Método</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>
pH	NMX-FF-109-SCFI-2007		<b>7.90</b>
Conductividad eléctrica	NMX-FF-109-SCFI-2007	dS m <sup>-1</sup>	<b>7.62</b>
Nitrógeno total	Kjeldahl	%	<b>1.34</b>
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Digestión húmeda/ espectrofotometría	%	<b>1.10</b>
Potasio	Digestión húmeda / AA	%	<b>1.11</b>
Calcio	Digestión húmeda / AA	%	<b>2.17</b>
Magnesio	Digestión húmeda / AA	%	<b>0.85</b>
Sodio	Digestión húmeda / AA	%	<b>0.84</b>
Azufre	Digestión húmeda / Turbidimetría	%	<b>0.64</b>
Hierro	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>7572</b>
Cobre	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>26.4</b>
Manganeso	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>204</b>
Zinc	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>97.9</b>
Boro	Calcinación / espectrofotometría	ppm	<b>50.4</b>
Humedad	Método Gravimétrico	%	<b>25.0</b>
Materia Orgánica	Calcinación	%	<b>51.2</b>
Cenizas	Calcinación	%	<b>48.8</b>
C. Orgánico	Calcinación	%	<b>29.7</b>
Relación C/N	Base Seca		<b>16.6</b>

ND = No Detectado

NA = No analizado

Poniente 6 No. 200 Esq. Av. Norte 3  
Ciudad Industrial Celaya, Gto. C.P. 38010  
Tel. (461) 614 5238, 614 7951  
Email: laboratorio@fertilab.com.mx  
www.fertilab.com.mx

"Con mucho orgullo informamos a clientes y amigos que el Sistema de Gestión de Calidad de nuestra empresa ha sido aprobado para certificarse de acuerdo con la Norma ISO-9001:2008  
Esta es una garantía mas de entrega de resultados oportunos y satisfactorios para nuestros clientes.



## Fertilidad de Suelos S. de R.L. "Análisis que rinden frutos"

No Registro

CP-1047

PROPIETARIO: UNAM-1B  
MUNICIPIO Y EDO: XOCHIMILCO, D.F.  
TELEFONO: 55-45-3274-58  
FECHA ENTREGA: 03-Abr-14  
IDENTIFICACIÓN: COMPOSTA

<i>Elemento</i>	<i>Método</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>
pH	NMX-FF-109-SCFI-2007		8.40
Conductividad eléctrica	NMX-FF-109-SCFI-2007	dS m <sup>-1</sup>	2.90
Nitrógeno total	Kjeldahl	%	0.71
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Digestión húmeda/ espectrofotometría	%	0.34
Potasio	Digestión húmeda / AA	%	0.57
Calcio	Digestión húmeda / AA	%	0.97
Magnesio	Digestión húmeda / AA	%	0.86
Sodio	Digestión húmeda / AA	%	0.60
Azufre	Digestión húmeda / Turbidimetría	%	0.15
Hierro	Digestión húmeda / AA	ppm	14196
Cobre	Digestión húmeda / AA	ppm	19.0
Manganeso	Digestión húmeda / AA	ppm	246
Zinc	Digestión húmeda / AA	ppm	50.0
Boro	Calcinación / espectrofotometría	ppm	18.6
Humedad	Método Gravimétrico	%	12.6
Materia Orgánica	Calcinación	%	22.7
Cenizas	Calcinación	%	77.3
C. Orgánico	Calcinación	%	13.2
Relación C/N	Base Seca		16.1

ND = No Detectado

NA = No analizado

Poniente 6 No. 200 Esq. Av. Norte 3  
Ciudad Industrial Celaya, Gto. C.P. 38010  
Tel. (461) 614 5238, 614 7951  
Email: laboratorio@fertilab.com.mx  
www.fertilab.com.mx

"Con mucho orgullo informamos a clientes y amigos que el Sistema de Gestión de Calidad de nuestra empresa ha sido aprobado para certificarse de acuerdo con la Norma ISO-9001:2008. Esta es una garantía más de entrega de resultados oportunos y satisfactorios para nuestros clientes."



## Fertilidad de Suelos S. de R.L. "Análisis que rinden frutos"

No Registro

CP-1048

PROPIETARIO: **FIDEL FLORES**  
MUNICIPIO Y EDO: **XOCHIMILCO, D.F.**  
TELEFONO: **55-45-3274-58**  
FECHA ENTREGA: **03-Abr-14**  
IDENTIFICACIÓN: **Lote: 1**

<i>Elemento</i>	<i>Método</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>
pH	NMX-FF-109-SCFI-2007		<b>8.00</b>
Conductividad eléctrica	NMX-FF-109-SCFI-2007	dS m <sup>-1</sup>	<b>13.9</b>
Nitrógeno total	Kjeldahl	%	<b>1.06</b>
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Digestión húmeda/ espectrofotometría	%	<b>0.72</b>
Potasio	Digestión húmeda / AA	%	<b>1.20</b>
Calcio	Digestión húmeda / AA	%	<b>2.22</b>
Magnesio	Digestión húmeda / AA	%	<b>1.07</b>
Sodio	Digestión húmeda / AA	%	<b>1.28</b>
Azufre	Digestión húmeda / Turbidimetría	%	<b>1.09</b>
Hierro	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>6164</b>
Cobre	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>21.0</b>
Manganeso	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>165</b>
Zinc	Digestión húmeda / AA	ppm	<b>71.6</b>
Boro	Calcinación / espectrofotometría	ppm	<b>76.4</b>
Humedad	Método Gravimétrico	%	<b>21.9</b>
Materia Orgánica	Calcinación	%	<b>53.8</b>
Cenizas	Calcinación	%	<b>46.2</b>
C. Orgánico	Calcinación	%	<b>31.2</b>
Relación C/N	Base Seca		<b>22.9</b>

ND = No Detectado

NA = No analizado

Poniente 6 No. 200 Esq. Av. Norte 3  
Ciudad Industrial Celaya, Gto. C.P. 38010  
Tel. (461) 614 5238, 614 7951  
Email: laboratorio@fertilab.com.mx  
www.fertilab.com.mx

"Con mucho orgullo informamos a clientes y amigos que el Sistema de Gestión  
de Calidad de nuestra empresa  
ha sido aprobado para certificarse de acuerdo con la Norma  
ISO-9001:2008

Esta es una garantía mas de entrega de resultados  
oportunos y satisfactorios para nuestros clientes.

Anexo VI.

Análisis de contaminantes en hortalizas y abonos orgánicos.



# IDECA, S.A. DE C.V.

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA

No. DE ACREDITACION EMA: AG-010-154/12  
(Vigente a partir del 2012-08-24)

CNA-GCA-836

PADLA/DF/047/AAR/2012

## INFORME DE ENSAYOS CONTROL 0362

Emisión: 2014-04-30

Página 1 de 4

Cliente: Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología UNAM  
Dirección: Circuito Exterior anexo a Jardín Botánico exterior Cd. Universitaria.

### Datos de la Muestra

Identificación: C-0362-1 B1 Abonos  
C-0362-2 B2 Abonos  
C-0362-3 B3 Abonos  
Matriz: Abonos y Hortalizas  
Recepción: 2014-04-07  
Observaciones: ---

### Datos del Muestreo

Lugar: Xochimilco.  
Método: ---  
Fecha: 2014-04-04  
Realizó Instituto de Biología UNAM (Armando Tovar)

Parámetro	Resultados C-0362-1	Resultados C-0362-2	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	≥ 2 400	≥ 2 400	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	0.46	0.41	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	10.95	8.58	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	13.16	18.85	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

Parámetro	Resultados C-0362-3	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	0.48	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	8.19	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	29.54	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

### NOTAS:

LDM = Límite de Detección del Método.  
Ensayos acreditados



# IDECA, S.A. DE C.V.

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA

No. DE ACREDITACION EMA: AG-010-154/12  
(Vigente a partir del 2012-08-24)

CNA-GCA-836

PADLA/DF/047/AAR/2012

## INFORME DE ENSAYOS CONTROL 0362

Emisión: 2014-04-30

Página 2 de 4

Cliente: Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología UNAM  
Dirección: Circuito Exterior anexo a Jardín Botánico exterior Cd. Universitaria.

### Datos de la Muestra

Identificación: C-0362-4 P1 Lechugas  
C-0362-5 P2 Lechugas  
C-0362-6 P3 Lechugas  
Matriz: Abonos y Hortalizas  
Recepción: 2014-04-07  
Observaciones: ---

### Datos del Muestreo

Lugar: Xochimilco.  
Método: ---  
Fecha: 2014-04-04  
Realizó Instituto de Biología UNAM (Armando Tovar)

Parámetro	Resultados C-0362-4	Resultados C-0362-5	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	≥ 1 100	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	< 0.02	0.06	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.44	0.50	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

Parámetro	Resultados C-0362-6	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	20	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	< 0.02	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.28	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

### NOTAS:

LDM = Límite de Detección del Método.  
Ensayos acreditados



# IDECA, S.A. DE C.V.

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA

No. DE ACREDITACION EMA: AG-010-154/12

(Vigente a partir del 2012-08-24)

CNA-GCA-836

PADLA/DF/047/AAR/2012

## INFORME DE ENSAYOS CONTROL 0362

Emisión: 2014-04-30

Página 3 de 4

Cliente: Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología UNAM  
Dirección: Circuito Exterior anexo a Jardín Botánico exterior Cd. Universitaria.

### Datos de la Muestra

Identificación: C-0362-7 CHE1 Rábanos  
C-0362-8 CHE2 Rábanos  
C-0362-9 CHE3 Rábanos  
Matriz: Abonos y Hortalizas  
Recepción: 2014-04-07  
Observaciones: ---

### Datos del Muestreo

Lugar: Xochimilco.  
Método: ---  
Fecha: 2014-04-04  
Realizó Instituto de Biología UNAM (Armando Tovar)

Parámetro	Resultados C-0362-7	Resultados C-0362-8	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	< 3	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	0.02	0.28	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.37	0.73	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

Parámetro	Resultados C-0362-9	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	0.17	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.47	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

### NOTAS:

LDM = Límite de Detección del Método.  
Ensayos acreditados



# IDECA, S.A. DE C.V.

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA

No. DE ACREDITACION EMA: AG-010-154/12  
(Vigente a partir del 2012-08-24)

CNA-GCA-836

PADLA/DF/047/AAR/2012

## INFORME DE ENSAYOS CONTROL 0362

Emisión: 2014-04-30

Página 4 de 4

Cliente: Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología UNAM  
Dirección: Circuito Exterior anexo a Jardín Botánico exterior Cd. Universitaria.

### Datos de la Muestra

Identificación: C-0362-10 Y1 Espinacas  
C-0362-11 Y2 Espinacas  
C-0362-12 Y3 Espinacas  
Matriz: Abonos y Hortalizas  
Recepción: 2014-04-07  
Observaciones: ---

### Datos del Muestreo

Lugar: Xochimilco.  
Método: ---  
Fecha: 2014-04-04  
Realizó Instituto de Biología UNAM (Armando Tovar)

Parámetro	Resultados C-0362-10	Resultados C-0362-11	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	< 3	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	0.002	0.002	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	0.43	0.38	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	< 3	< 3	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.57	0.34	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

Parámetro	Resultados C-0362-12	Unidades	Método Analítico	LDM	Analista	Fecha de Análisis
Huevos de helminto	0	HH/g	NMX-AA-113-SCFI-1999	0	AGG	14-04-09
Coliformes fecales	< 3	NMP/g	NMX-AA-42-1987	3	AGG	14-04-07
Arsénico	0.002	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Cadmio	< 0.01	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.01	VGN	14-04-11
Cobre	1.37	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.02	VGN	14-04-11
Cromo +6	< 0.09	mg/Kg	NMX-AA-044-SCFI-2001	0.09	ESLG	14-04-11
Mercurio	< 0.001	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.001	VGN	14-04-11
Salmonella	0	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	3	AGG	14-04-07
Plomo	0.26	mg/Kg	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,05	VGN	14-04-11

### NOTAS:

LDM = Límite de Detección del Método.  
Ensayos acreditados

- Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.
- Los datos aquí expresados avalan únicamente los resultados de las muestras ensayadas.

### RESPONSABLE

  
TÉC. LAURA HERNÁNDEZ ARRÓYAVE  
Coordinadora de Laboratorio

Anexo VII.

Diagnóstico de la fertilidad del suelo.



# Fertilidad de Suelos S. de R.L.

## "Análisis que rinden frutos"



### DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

#### Información General

No. de Registro: SU- 25227 Centro de Recepción: Fecha Recepción: 26/03/2014 Fecha Entrega: 28/03/2014 Id Cliente: 14,04 Cliente: Anastasio Santana	Rancho: Las Muñecas Sector del Predio: Lote: 1 Prof. Muestra: 0-30 cm Ubicación GPS Lat: Long: Municipio: Xochimilco Estado: DF	Cultivo Anterior: Manejo de Residuos: Incorporados Cultivo a Plantar: Verdolaga Meta de Rendimiento: Ton/Ha Tipo de Agricultura: Riego Fuente de Agua:
---	--	---

#### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural:	Franco	Color Munsell
Punto de Saturación :	99.0 % Muy Alto	Seco: ND
Capacidad de Campo :	53.3 % Muy Alto	Hum: ND
Punto March. Perm. :	31.7 % Muy Alto	Dap: 0.53 g/cm3
Cond. Hidráulica :	0.10 cm/hr	Muy Bajo

#### Reacción del Suelo y Necesidades de Yeso

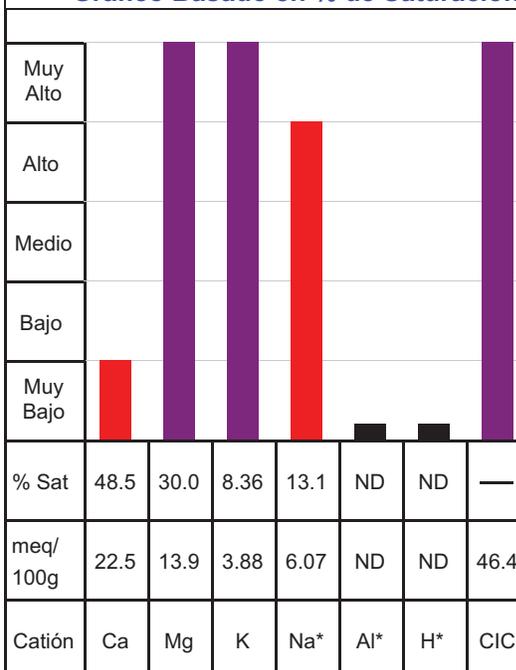
pH (1:2 agua)	: 7.85	Mod. Alcalino
pH Buffer :	ND	
Carbonatos Totales (%) :	6.78 %	Mod. Bajo
Salinidad (CE Extracto) :	7.18 ds/m	Muy Alto
Requerimientos de Yeso :	10.1	Ton/Ha

#### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	15.0	%	[Bar chart showing high organic matter]						
P-Olsen	307	ppm	[Bar chart showing high phosphorus]						
K	1518	ppm	[Bar chart showing high potassium]						
Ca	4490	ppm	[Bar chart showing high calcium]						
Mg	1693	ppm	[Bar chart showing high magnesium]						
Na *	1396	ppm	[Bar chart showing high sodium]						
Fe	34.9	ppm	[Bar chart showing iron]						
Zn	5.30	ppm	[Bar chart showing zinc]						
Mn	4.53	ppm	[Bar chart showing manganese]						
Cu	0.99	ppm	[Bar chart showing copper]						
B	13.1	ppm	[Bar chart showing boron]						
S	687	ppm	[Bar chart showing sulfur]						
N-NO3	212	ppm	[Bar chart showing nitrate]						

\* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

#### Cationes Intercambiables Gráfico Basado en % de Saturación



#### Relaciones entre cationes (basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	6.00	3.58	9.38	1.62
Interpretación	Bajo	Alto	Muy Bajo	Bajo

#### Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH moderadamente alcalino, textura media, moderadamente bajo en carbonato de calcio, con muy alto nivel de salinidad, muy alto en materia organica, con muy baja conductividad hidraulica, muy alto en fosforo, muy alto en potasio y muy alto en magnesio. El requerimiento de yeso: 10.1 Ton/Ha. En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: sin limitaciones aparentes de fierro, sin restricciones aparentes de zinc, el manganeso se reporta en una concentracion moderadamente baja, sin restriccion aparente de cobre sin limitacion aparente de boro.



# Fertilidad de Suelos S. de R.L.

## "Análisis que rinden frutos"



### DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

#### Información General

No. de Registro: SU- 25226 Centro de Recepcion: Fecha Recepción: 26/03/2014 Fecha Entrega: 28/03/2014 Id Cliente: 14,04t Cliente: Pedro Mendez	Rancho: Sector del Predio: Lote: 1 Prof. Muestra: 0-30 cm Ubicación GPS Lat: Long: Municipio : Xochimilco Estado: DF	Cultivo Anterior: Manejo de Residuos: Cultivo a Plantar: Flor de Calabaza Meta de Rendimiento: Ton/Ha Tipo de Agricultura: Riego Fuente de Agua:
---	---	---

#### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural: Franco	Color Munsell
Punto de Saturación : 97.4 % Muy Alto	Seco: ND
Capacidad de Campo : 52.5 % Muy Alto	Hum: ND
Punto March. Perm. : 31.2 % Muy Alto	Dap: 0.56 g/cm3
Cond. Hidráulica : 0.10 cm/hr	Muy Bajo

#### Reacción del Suelo y Necesidades de Yeso

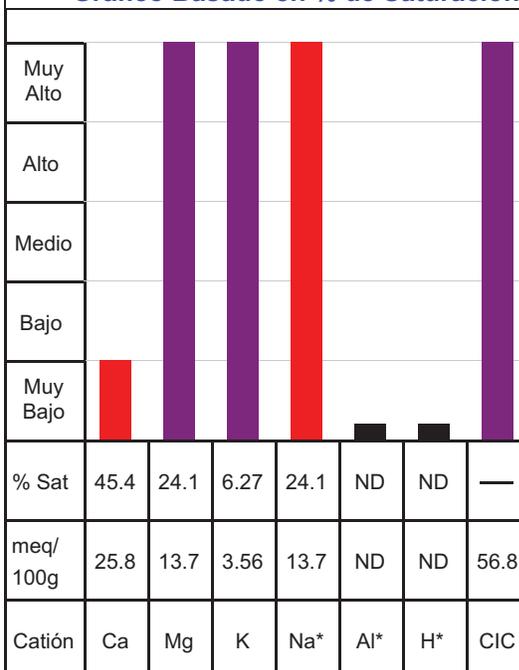
pH (1:2 agua) : 8.52	Fuert. Alcalino
pH Buffer : ND	
Carbonatos Totales (%): 6.01 %	Mod. Bajo
Salinidad (CE Extracto) : 12.1 ds/m	Muy Alto
Requerimientos de Yeso : 29.3	Ton/Ha

#### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	13.3	%	[Bar chart showing high organic matter]						
P-Olsen	272	ppm	[Bar chart showing high P-Olsen]						
K	1390	ppm	[Bar chart showing high K]						
Ca	5158	ppm	[Bar chart showing high Ca]						
Mg	1671	ppm	[Bar chart showing high Mg]						
Na *	3158	ppm	[Bar chart showing high Na]						
Fe	22.6	ppm	[Bar chart showing low Fe]						
Zn	3.61	ppm	[Bar chart showing low Zn]						
Mn	3.59	ppm	[Bar chart showing low Mn]						
Cu	1.30	ppm	[Bar chart showing low Cu]						
B	19.2	ppm	[Bar chart showing low B]						
S	1626	ppm	[Bar chart showing high S]						
N-NO3	120	ppm	[Bar chart showing low N-NO3]						

\* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

#### Cationes Intercambiables Gráfico Basado en % de Saturación



#### Relaciones entre cationes (basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	7.00	3.85	11.1	1.88
Interpretación	Bajo	Alto	Bajo	Bajo

#### Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH fuertemente alcalino, textura media, moderadamente bajo en carbonato de calcio, con muy alto nivel de salinidad, muy alto en materia organica, con muy baja conductividad hidraulica, muy alto en fosforo, muy alto en potasio y muy alto en magnesio. El requerimiento de yeso: 29.3 Ton/Ha. En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: sin limitaciones aparentes de fierro, sin restricciones aparentes de zinc, el manganeso se reporta en una concentracion baja, sin restriccion aparente de cobre sin limitacion aparente de boro.



# Fertilidad de Suelos S. de R.L.

## "Análisis que rinden frutos"



### DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

#### Información General

No. de Registro: SU- 25225 Centro de Recepción: Fecha Recepción: 26/03/2014 Fecha Entrega: 28/03/2014 Id Cliente: 14,04; Cliente: Lucio Yolcan	Rancho: Los Nopales Sector del Predio: Lote: 1 Prof. Muestra: 0-30 cm Ubicación GPS Lat: Long: Municipio : Xochimilco Estado: DF	Cultivo Anterior: Manejo de Residuos: Incorporados Cultivo a Plantar: Meta de Rendimiento: Ton/Ha Tipo de Agricultura: Riego Fuente de Agua:
---	---	---

#### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural:	Franco	Color Munsell
Punto de Saturación :	105 % Muy Alto	Seco: ND
Capacidad de Campo :	56.6 % Muy Alto	Hum: ND
Punto March. Perm. :	33.7 % Muy Alto	Dap: 0.53 g/cm3
Cond. Hidráulica :	0.10 cm/hr	Muy Bajo

#### Reacción del Suelo y Necesidades de Yeso

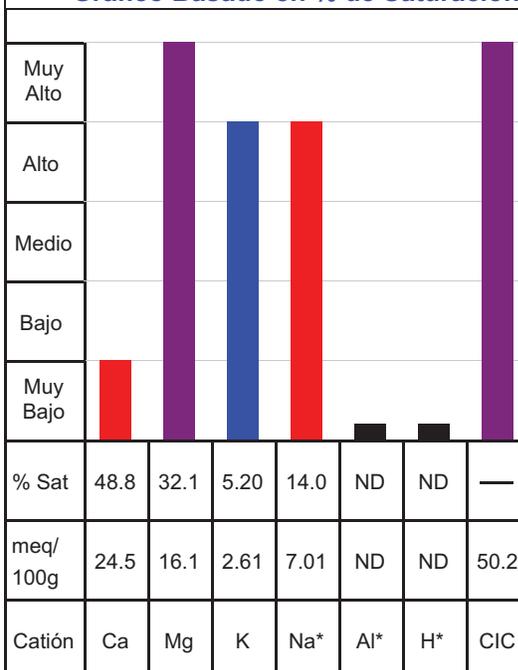
pH (1:2 agua)	: 8.24	Fuert. Alcalino
pH Buffer :	ND	
Carbonatos Totales (%) :	6.91 %	Mod. Bajo
Salinidad (CE Extracto) :	4.87 ds/m	Alto
Requerimientos de Yeso :	12.2	Ton/Ha

#### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	14.1	%	[Bar chart showing high organic matter]						
P-Olsen	164	ppm	[Bar chart showing high phosphorus]						
K	1020	ppm	[Bar chart showing high potassium]						
Ca	4891	ppm	[Bar chart showing high calcium]						
Mg	1966	ppm	[Bar chart showing high magnesium]						
Na *	1613	ppm	[Bar chart showing high sodium]						
Fe	48.1	ppm	[Bar chart showing iron]						
Zn	3.93	ppm	[Bar chart showing zinc]						
Mn	4.57	ppm	[Bar chart showing manganese]						
Cu	0.77	ppm	[Bar chart showing copper]						
B	13.8	ppm	[Bar chart showing boron]						
S	460	ppm	[Bar chart showing sulfur]						
N-NO3	86.2	ppm	[Bar chart showing nitrate nitrogen]						

\* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

#### Cationes Intercambiables Gráfico Basado en % de Saturación



#### Relaciones entre cationes (basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	9.00	6.17	15.6	1.52
Interpretación	Bajo	Muy Alto	Bajo	Bajo

#### Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH fuertemente alcalino, textura media, moderadamente bajo en carbonato de calcio, con alto nivel de salinidad, muy alto en materia organica, con muy baja conductividad hidraulica, muy alto en fosforo, muy alto en potasio y muy alto en magnesio. El requerimiento de yeso: 12.2 Ton/Ha. En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: sin limitaciones aparentes de fierro, sin restricciones aparentes de zinc, el manganeso se reporta en una concentracion moderadamente baja, el cobre se presenta en una concentracion moderadamente baja sin limitacion aparente de boro.



# Fertilidad de Suelos S. de R.L.

## "Análisis que rinden frutos"



### DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

#### Información General

No. de Registro: SU- 25228 Centro de Recepción: Fecha Recepción: 26/03/2014 Fecha Entrega: 28/03/2014 Id Cliente: 14,04! Cliente: Fidel Flores	Rancho: Sector del Predio: Lote: 1 Prof. Muestra: 0-30 cm Ubicación GPS Lat: Long: Municipio : Xochimilco Estado: DF	Cultivo Anterior: Manejo de Residuos: Incorporados Cultivo a Plantar: Jitomate Meta de Rendimiento: Ton/Ha Tipo de Agricultura: Riego Fuente de Agua:
---	---	--

#### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural:	Franco	Color Munsell
Punto de Saturación :	114 % Muy Alto	Seco: ND
Capacidad de Campo :	61.5 % Muy Alto	Hum: ND
Punto March. Perm. :	36.6 % Muy Alto	Dap: 0.50 g/cm3
Cond. Hidráulica :	0.10 cm/hr	Muy Bajo

#### Reacción del Suelo y Necesidades de Yeso

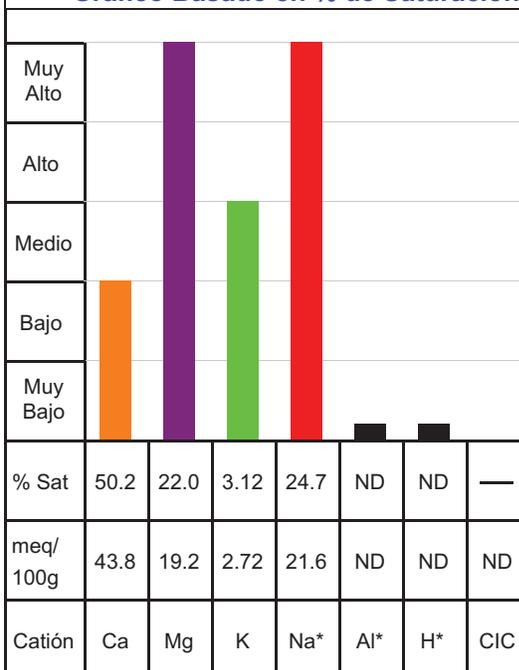
pH (1:2 agua)	: 8.25	Fuert. Alcalino
pH Buffer :	ND	
Carbonatos Totales (%) :	7.04 %	Mod. Bajo
Salinidad (CE Extracto) :	22.8 ds/m	Muy Alto
Requerimientos de Yeso :	46.4	Ton/Ha

#### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	11.9	%	[Bar chart showing high organic matter]						
P-Olsen	241	ppm	[Bar chart showing high P-Olsen]						
K	1065	ppm	[Bar chart showing high K]						
Ca	8750	ppm	[Bar chart showing high Ca]						
Mg	2342	ppm	[Bar chart showing high Mg]						
Na *	4965	ppm	[Bar chart showing high Na]						
Fe	20.0	ppm	[Bar chart showing low Fe]						
Zn	10.5	ppm	[Bar chart showing low Zn]						
Mn	2.70	ppm	[Bar chart showing low Mn]						
Cu	1.15	ppm	[Bar chart showing low Cu]						
B	24.4	ppm	[Bar chart showing low B]						
S	8608	ppm	[Bar chart showing high S]						
N-NO3	413	ppm	[Bar chart showing low N-NO3]						

\* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

#### Cationes Intercambiables Gráfico Basado en % de Saturación



#### Relaciones entre cationes (basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	16.0	7.06	23.2	2.28
Interpretación	Alto	Muy Alto	Mediano	Mediano

#### Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH fuertemente alcalino, textura media, moderadamente bajo en carbonato de calcio, con muy alto nivel de salinidad, muy alto en materia organica, con muy baja conductividad hidraulica, muy alto en fosforo, muy alto en potasio y muy alto en magnesio. El requerimiento de yeso: 46.4 Ton/Ha. En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: sin limitaciones aparentes de fierro, sin restricciones aparentes de zinc, el manganeso se reporta en una concentracion baja, sin restriccion aparente de cobre sin limitacion aparente de boro.



# Fertilidad de Suelos S. de R.L.

## "Análisis que rinden frutos"



### DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

#### Información General

No. de Registro: SU- 25229 Centro de Recepción: Fecha Recepción: 26/03/2014 Fecha Entrega: 28/03/2014 Id Cliente: 14,04t Cliente: Pedro Mendez	Rancho: Cuernanco Sector del Predio: Lote: 2 Prof. Muestra: 0-30 cm Ubicación GPS Lat: Long: Municipio : Xochimilco Estado: DF	Cultivo Anterior: Manejo de Residuos: Incorporados Cultivo a Plantar: Jitomate Meta de Rendimiento: Ton/Ha Tipo de Agricultura: Riego Fuente de Agua:
---	---	--

#### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural:	Franco	Color Munsell
Punto de Saturación :	106 % Muy Alto	Seco: ND
Capacidad de Campo :	57.4 % Muy Alto	Hum: ND
Punto March. Perm. :	34.1 % Muy Alto	Dap: 0.55 g/cm3
Cond. Hidráulica :	0.10 cm/hr	Muy Bajo

#### Reacción del Suelo y Necesidades de Yeso

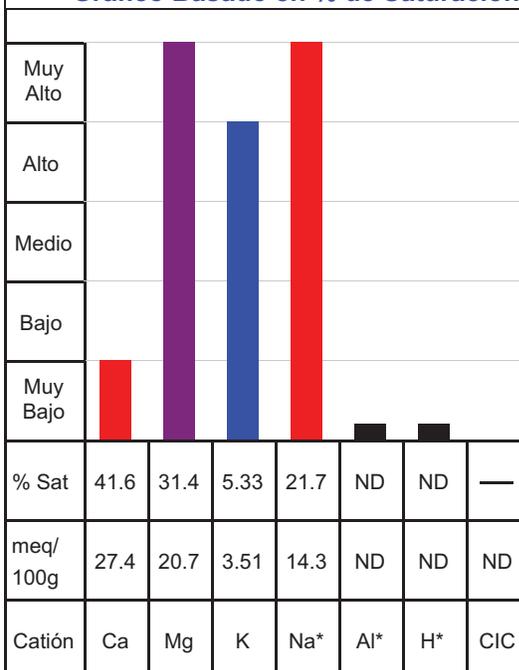
pH (1:2 agua)	: 8.37	Fuert. Alcalino
pH Buffer :	ND	
Carbonatos Totales (%) :	6.91 %	Mod. Bajo
Salinidad (CE Extracto) :	11.9 ds/m	Muy Alto
Requerimientos de Yeso :	29.7	Ton/Ha

#### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	15.9	%	[Bar chart showing high organic matter]						
P-Olsen	293	ppm	[Bar chart showing high phosphorus]						
K	1372	ppm	[Bar chart showing high potassium]						
Ca	5485	ppm	[Bar chart showing high calcium]						
Mg	2521	ppm	[Bar chart showing high magnesium]						
Na *	3289	ppm	[Bar chart showing high sodium]						
Fe	91.6	ppm	[Bar chart showing iron]						
Zn	27.0	ppm	[Bar chart showing zinc]						
Mn	8.53	ppm	[Bar chart showing manganese]						
Cu	3.42	ppm	[Bar chart showing copper]						
B	15.9	ppm	[Bar chart showing boron]						
S	1441	ppm	[Bar chart showing sulfur]						
N-NO3	74.3	ppm	[Bar chart showing nitrate nitrogen]						

\* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

#### Cationes Intercambiables Gráfico Basado en % de Saturación



#### Relaciones entre cationes (basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	8.00	5.90	13.7	1.32
Interpretación	Bajo	Muy Alto	Bajo	Bajo

#### Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH fuertemente alcalino, textura media, moderadamente bajo en carbonato de calcio, con muy alto nivel de salinidad, muy alto en materia organica, con muy baja conductividad hidraulica, muy alto en fosforo, muy alto en potasio y muy alto en magnesio. El requerimiento de yeso: 29.7 Ton/Ha. El suelo no presenta ningunas restricciones aparentes en cuanto al suministro de micronutrientes.

Anexo VIII.

Tabla de parámetros del suelo.

Anexo VIII. Resultados del análisis de suelo de cinco chinampas de Xochimilco.

Productor	Paraje	Parcela	Materia orgánica		pH		Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)		Conductividad Eléctrica (CE)		Carbonatos		Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	N	P	K		Ca		Mg		Na		Fe		Zn		Mn		Cu		B		S		
			%	Clas.	Valor	Clas.	%	Clas.	dS/m	Clas.	%	Clas.	meq/100g	ppm	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.		
			Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 1	13.3	Muy alto	8.52	Fuert. alcalino	13.7	Mod. sódico	12.1	Muy salino	6.01	Mod. calcáreo	56.8	120	272	Muy alto	1390	Muy alto	5158	Alto	1671	Muy alto	3158	Muy alto	22.6	Mod. alto	3.61	Mod. alto	3.59	Bajo	1.3	Mod. alto	19.2
Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 2	15.9	Muy alto	8.37	Fuert. alcalino	14.3	Mod. sódico	11.9	Muy salino	6.91	Mod. calcáreo	ND	74.3	293	Muy alto	1372	Muy alto	5485	Alto	2521	Muy alto	3289	Muy alto	91.6	Muy alto	27	Muy alto	8.53	Mediano	3.42	Muy alto	15.9	Muy alto	1441	Muy alto
Lucio Yolcan	Apampilco	Los nopales	14.1	Muy alto	8.24	Fuert. alcalino	7.01	Lig. sódico	4.87	Mod. salino	6.91	Mod. calcáreo	50.2	86.2	164	Muy alto	1020	Muy alto	4891	Alto	1966	Muy alto	1613	Alto	48.1	Alto	3.93	Mod. alto	4.57	Mod. bajo	0.77	Mod. bajo	13.8	Muy alto	460	Muy alto
Anastasio Santana	Texhuilco	Las muñecas	15	Muy alto	7.85	Mod. alcalino	6.07	Lig. sódico	7.19	Salino	6.78	Mod. calcáreo	46.4	212	307	Muy alto	1518	Muy alto	4490	Alto	1693	Muy alto	1396	Alto	34.9	Alto	5.3	Alto	4.53	Mod. bajo	0.99	Mediano	13.1	Muy alto	687	Muy alto
Fidel Flores	Apampilco	Invernadero	11.9	Muy alto	8.25	Fuert. alcalino	21.6	Muy sódico	22.8	Extrem. salino	7.04	Mod. calcáreo	ND	413	241	Muy alto	1065	Muy alto	8750	Muy alto	2342	Muy alto	4965	Muy alto	20	Alto	10.5	Muy alto	2.7	Bajo	1.15	Mediano	24.4	Muy alto	8608	Muy alto

Resultados del análisis de suelo de cinco chinampas de Xochimilco.

Productor	Paraje	Parcela	Materia orgánica		pH		Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)		Conductividad Eléctrica (CE)		Carbonatos		Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	N	P	K		
			%	Clas.	Valor	Clas.	%	Clas.	dS/m	Clas.	%	Clas.	meq/100g	ppm	ppm	Clas.	ppm	Clas.
			Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 1	13.3	Muy alto	8.52	Fuert. alcalino	13.7	Mod. sódico	12.1	Muy salino	6.01	Mod. calcáreo	56.8	120	272
Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 2	15.9	Muy alto	8.37	Fuert. alcalino	14.3	Mod. sódico	11.9	Muy salino	6.91	Mod. calcáreo	ND	74.3	293	Muy alto	1372	Muy alto
Lucio Yolcan	Apampilco	Los nopales	14.1	Muy alto	8.24	Fuert. alcalino	7.01	Lig. sódico	4.87	Mod. salino	6.91	Mod. calcáreo	50.2	86.2	164	Muy alto	1020	Muy alto
Anastasio Santana	Texhuilco	Las muñecas	15	Muy alto	7.85	Mod. alcalino	6.07	Lig. sódico	7.19	Salino	6.78	Mod. calcáreo	46.4	212	307	Muy alto	1518	Muy alto
Fidel Flores	Apampilco	Invernadero	11.9	Muy alto	8.25	Fuert. alcalino	21.6	Muy sódico	22.8	Extrem. salino	7.04	Mod. calcáreo	ND	413	241	Muy alto	1065	Muy alto

Productor	Paraje	Parcela	Ca		Mg		Na		Fe		Zn		Mn		Cu		B		S	
			ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.	ppm	Clas.
Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 1	5158	Alto	1671	Muy alto	3158	Muy alto	22.6	Mod. alto	3.61	Mod. alto	3.59	Bajo	1.3	Mod. alto	19.2	Muy alto	1620	Muy alto
Pedro Méndez	Cuemanco	Cuemanco 2	5485	Alto	2521	Muy alto	3289	Muy alto	91.6	Muy alto	27	Muy alto	8.53	Mediano	3.42	Muy alto	15.9	Muy alto	1441	Muy alto
Lucio Yolcan	Apampilco	Los nopales	4891	Alto	1966	Muy alto	1613	Alto	48.1	Alto	3.93	Mod. alto	4.57	Mod. bajo	0.77	Mod. bajo	13.8	Muy alto	460	Muy alto
Anastasio Santana	Texhuilco	Las muñecas	4490	Alto	1693	Muy alto	1396	Alto	34.9	Alto	5.3	Alto	4.53	Mod. bajo	0.99	Mediano	13.1	Muy alto	687	Muy alto
Fidel Flores	Apampilco	Invernadero	8750	Muy alto	2342	Muy alto	4965	Muy alto	20	Alto	10.5	Muy alto	2.7	Bajo	1.15	Mediano	24.4	Muy alto	8608	Muy alto