



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**CAMBIOS DEL USO DEL SUELO
EN LA ZONA CHINAMPERA
DE XOCHIMILCO, D. F.**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

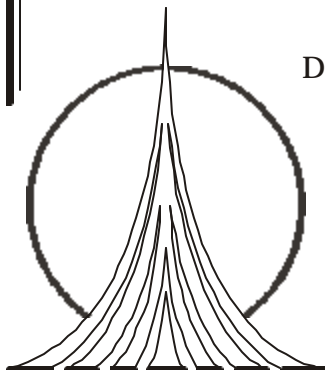
BIÓLOGO

PRESENTAN:

**LIZBETH ÁLVAREZ GÓMEZ
LUIS MIGUEL VALENCIA MENDOZA**

DIRECTOR DE TESIS:

M. C. FAUSTINO LÓPEZ BARRERA



PROYECTO PAPIIT, UNAM
IN309201. 2001-2003
MÉXICO, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice temático

Capítulo	Página
Índice de Cuadros	iii
Índice de Imágenes	iv
1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	3
2.1 El uso del Suelo y sus cambios	4
2.2 El Sistema Productivo Tradicional Chinampero	7
2.3 Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica en el análisis de Cambios de uso del suelo	13
2.3.1 Fotointerpretación.....	13
2.3.2 Percepción Remota	15
2.3.3 Los Sistemas de Información Geográfica	19
3. Hipótesis	21
4. Objetivos	23
5. Materiales y Métodos	25
5.1 Área de Estudio	26
5.1.1 Límites Geográficos y Datos Poblacionales	26
5.1.2 Vegetación y Flora	28
5.1.3 Fauna	30
5.1.4 Relieve y Suelos	34
5.2 Método.....	36
5.2.1 Caracterización y análisis del uso del suelo y sus cambios para 1976 y 2002 a través de Fotointerpretación	36
5.2.2 Identificación de las causas de los cambios del uso del suelo.....	39
6. Resultados y Discusión	40
6.1 Usos y coberturas del suelo de la Zona de Estudio	41
6.1.1 Descripción de usos del suelo en la zona de estudio para el año 1976 con base en criterios de fotointerpretación	41

Capítulo	Página
6.1.2 Descripción de usos de la zona de estudio para el año 2002 con base en criterios de fotointerpretación	44
6.1.3 Análisis de las superficies por uso y cobertura	52
6.2 Procesos de cambio en el uso y cobertura del suelo	55
6.2.1 Dinámica de cambio para la zona de estudio	55
6.2.2 Procesos de cambio en la zona de estudio	59
6.3 Procesos de cambio en la zona chinampera	62
6.3.1 Dinámica y procesos de cambio en la zona Chinampera	63
6.3.2 Análisis comparativo de los procesos de uso de suelo de la ZonaChinampera con su entorno.....	69
6.3.3 Los procesos de cambio en la zona chinampera desde la perspectiva de los poseedores	70
7. Conclusiones	77
8. Propuestas	79
9. Literatura Citada	81
10. Anexo	85
10.1 Entrevista realizada a los Propietarios de las Chinampas	86
10.2 Mapa de uso de Suelo de 1976 de la zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac D. F. escala 1:25,000	
10.3 Mapa de uso de Suelo de 2002 de la zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac D. F. escala 1:25,000	
10.4 Mapa de Procesos de la zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac D. F. escala 1:25,000	

Índice de Cuadros

Cuadro	Página
1. Flora presente en la zona de estudio	29
2. Fauna terrestre existente en la zona de estudio	31
3. Aves existentes en la zona de estudio	33
4. Uso del suelo de la Zona de Estudio en 1976	53
5. Usos del Suelo de la Zona de estudio para 2002	54
6. Matriz de superficies de cambio de 1976 a 2002 (ha)	56
7. Porcentajes y tasas de cambio de usos generales. Promedios de incrementos anuales de usos nuevos	56
8. Procesos de cambio en el Área de estudio	60
9. Tendencias de reversibilidad en la zona Chinampera	63
10. Usos del 2002, procesos y tasas de cambio en la Zona Chinampera (1976-2002)	64

Índice de Figuras

Figura	Página
1. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio	27
2. Estereogramas de Chinampas con Sistema Tradicional (1976)	42
3. Estereograma de Chinampas con sistema productivo Tradicional 2002	45
4. Estereograma de Chinampas con cultivos de riego	46
5. Estereograma de Chinampas dedicadas al cultivo mediante invernadero (CHINV)	47
6. Estereograma de Chinampa inundada	47
7. Vista estereoscópica del Parque Ecológico de Xochimilco, uso ET	50
8. Vista estereoscópica de la zona de Conservación	50
9. Vista estereoscópica del Vivero Nezahualcóyotl. Vivero Nezahualcóyotl	52
10. Extensión de usos generales en la zona de estudio para 1976 ...	53
11. Usos Generales del Suelo en el 2002	54
12. Estereograma que demuestra el cambio de CH Tradicional A CHRiego. 1) CHT 1976. 2) CHR 2002	65
13. Estereograma que muestra el cambio de SCHAT a habitacional 1)Uso del Sistema Tradicional en 1976. 2) Urbano en el 2002 (U)	66
14. Estereograma que muestra el cambio de STCH a PI 1)Chinampa Tradicional (1976). 2)Pastizal Inducido (2002)	67
15. Estereograma de cambio de Chinampa Tradicional (CHT) a Parcelas de Chinampa con Inundación (CHIN). 1)Chinampa Tradicional, (1976). 2)Chinampa inundada (2002)	68

16. Estereograma de cambio de uso de suelo de Chinampa Tradicional a Invernaderos.1)CHT 1976 y 2) CHINV (2002)	68
17 Tenencia de la Tierra	70
18. Producción en invernaderos	71
19. Cultivo Tradicional	71
20. Métodos de producción en la zona chinampera	71
21. Variables de Cambio de Uso de Suelo	72
22. Asentamientos Urbano y descargas de aguas residuales a los canales	73
23. Total de chinamperos apoyados por el gobierno	74
24. Criterios del Uso de Invernaderos	75
25. Rescate Chinampero	75
26. Zonas de Chinampería Tradicional inundada con agua residual.,	76

1. INTRODUCCIÓN



La evaluación de la sustentabilidad de un sistema, involucra el análisis de los aspectos económico, ecológico, social y político. En el caso particular del sistema productivo de las chinampas en Xochimilco, DF, hay varios indicadores que ponen en duda la permanencia de dicha sustentabilidad.

Uno de los principales indicadores de la desaparición de la sustentabilidad es el cambio de uso del suelo, sobre todo cuando el sentido del cambio conlleva a la modificación radical del sistema y el establecimiento de usos no compatibles con la aptitud de la tierra.

El desordenado crecimiento poblacional y la necesidad de extender las ciudades sobre tierras con otras aptitudes, ha sido la causa principal del incremento en la incompatibilidad de usos y el deterioro de los recursos naturales. (Ortiz y Cuanalo, 1984)

En este contexto, la evaluación de los cambios en la extensión de la zona chinampera de Xochimilco, el conocimiento de la trayectoria de estos cambios y sus causas se convierten en una prioridad dada su importancia como parte integrante del suelo de conservación del DF.

Esta investigación pretende sentar las bases para la evaluación de la sustentabilidad del sistema tradicional de producción chinampero, a partir de la identificación de los procesos de cambio de uso del suelo y de sus causas, en el contexto de las necesidades de sus poseedores a lo largo del tiempo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA



2.1 El uso del suelo y sus cambios

Durante las últimas décadas México ha sufrido profundos cambios económicos y sociales que han venido acompañados de un creciente deterioro de su medio ambiente y una reducción en sus recursos naturales. Sin embargo a pesar de que el país todavía cuenta con importantes recursos forestales y marinos, una gran variedad de suelos y una alta diversidad de especies y ecosistemas, el modelo de desarrollo y las políticas públicas seguidas en los últimos años han jugado un papel desafortunado, contribuyendo a la pérdida de este valioso capital natural, que es el ecosistema (Semarnat (b), 2002).

Una forma de medir estos impactos lo constituyen los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios en el uso y cobertura del suelo, que proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Velázquez *et al*, 2002).

Aunque realmente el concepto de uso lo aplicó Vink (1975) para la tierra (land use) y no para el “suelo”, al definir por un lado “tierra” como una área específica de la superficie terrestre cuyas características se refieren a todos los atributos razonablemente estables o cíclicamente predecibles de la biosfera, verticalmente arriba y debajo de esa área, incluyendo los de la atmósfera, el suelo, la geología subyacente, la hidrología, la vegetación, la fauna y los resultados de la actividad humana pasada y presente, así como las interacciones de todos ellos y la influencia que ejercen sobre los usos actuales y futuros y por otro lado, “uso de la tierra”, como cualquier tipo de intervención permanente o cíclica que el hombre hace para satisfacer sus necesidades materiales, espirituales o ambas a partir del complejo de recursos naturales o artificiales llamado tierra; tal parece que al aplicar el concepto en español se prefirió originalmente “uso del suelo” y ahora “uso y cobertura del suelo” (en inglés se utiliza “land use/cover” que literalmente significa “cobertura y uso de la tierra”); como lo más común y ampliamente utilizado para denominar el registro y clasificación de la vegetación o cultivos que

resultan de la actividad humana y las manifestaciones resultantes del uso del espacio (Velázquez *et al*, 2002; Semarnat (b), 2002; Ortiz y Cuanalo, 1984).

En los últimos tres siglos, el uso del suelo ha cambiado con una velocidad alarmante en todo el mundo. En México, cerca de la mitad del territorio ha sido modificado intensamente por lo que el cambio en el uso del suelo es uno de los temas de mayor interés en las disciplinas ambientales. Constituye uno de los factores primordiales en el cambio climático global, ya que altera ciclos biogeoquímicos como el del agua o el del carbono. También es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y sin duda, el medio por el que la sociedad resiente las alteraciones en el entorno. No debemos olvidar que a través de los cambios en el uso del suelo se materializa nuestra relación con el medio ambiente (Semarnat (a), 2002).

Los enfoques utilizados para un análisis de uso de suelo deben de ser homogéneos y por lo tanto los resultados deben de ser comparables en términos de categorías de cartografía que se utilizan, así como de las escalas de trabajo (tiempo-espacio) (Velázquez *et al*, 2002).

El uso del suelo está muy relacionado con el tema de la sustentabilidad. La forma en que cambiamos la cubierta vegetal determina la persistencia de bosques, selvas y suelos para el futuro, así como de los recursos que nos proporcionan. De ahí que sea fundamental estudiar en detalle los procesos de cambio de uso del suelo (Semarnat (a), 2002).

La satisfacción de las necesidades de la población y la conservación de la tierra y el ambiente sin riesgo de perder su sustentabilidad, se hace factible a partir del conocimiento de la aptitud de la tierra. De aquí se desprende la pertinencia de que el uso de los diferentes tipos de tierras sea conforme a su aptitud, pues de esto depende tanto su potencial para satisfacer las necesidades de la sociedad como su conservación a largo plazo, sin embargo, el incremento desordenado de la población en las grandes ciudades, ha provocado tasas muy altas de cambio de uso del suelo, de tal manera que tierras que sustentan un uso natural agrícola o

forestal, han tenido fuertes presiones para convertirse a uso urbano (Bridges y Van Baren, 1996; Carabias, 1990).

La aptitud de la tierra es la adaptabilidad de ésta a un tipo específico de uso, su determinación se hace por comparación entre los requerimientos de uso y sus propiedades, acopladas a análisis ambientales, económicos y sociales (FAO, 1985).

Los cambios de uso del suelo son generalmente concientes, respuestas volitivas de los seres o sociedades humanas a los cambios en las condiciones biofísicas o de la sociedad. Es por lo tanto, un indicador de respuesta el que refleja cómo y en qué medida la sociedad responde a esos cambios o como se adapta a las condiciones ambientales cambiantes, por lo que es dudoso tener una sola medida agregada de cambio de la condición de ésta. Sin embargo, es posible, en principio, hacer una estimación del cambio en diferentes calidades de la tierra que tienen influencia sobre su adecuación para uno u otro uso, o para la conservación, por ejemplo de la biodiversidad (FAO, 2001).

El suelo, como mayor subsistema del planeta, cambia con el tiempo a consecuencia de los cambios en el ambiente, ya que es un cuerpo viviente, natural, dinámico y vital para el funcionamiento de los ecosistemas (Doran y Parkin, 1994), por ejemplo la lluvia; o en el manejo; la intensidad de pastoreo, los cultivos, la irrigación, los insumos, etc. Las decisiones sobre uso o manejo de la tierra que se toman a cualquier escala, ya sea a nivel individual o familiar o de un país, necesitan información acerca del sistema de suelos y sus relaciones con el ambiente y con las opciones de manejo (FAO, 2001).

El análisis de los cambios de uso del suelo permite conocer la tendencia en que la sociedad ha venido cubriendo sus necesidades y da la pauta para el diagnóstico de la situación actual y futura de los recursos naturales que las constituyen, por eso es importante registrar los cambios del uso que el suelo ha tenido a lo largo del tiempo y cuantificar las áreas afectadas por esos cambios, como un indicador inicial de la pérdida de sustentabilidad (Alarcón-Chaires, 1998).

En este sentido, cabe destacar que durante los pasados 300 años, se incrementó 25 veces la población de las 40 áreas urbanas más grandes del mundo y se estima que para el año 2,020 la población mundial alcanzará 8,200 millones de habitantes, lo que hará disminuir drásticamente el área *per capita* para soportar ésta población, que en 1972 era de 0.36 ha, en 1982 se redujo a 0.31 ha y en 1992, llegó a 0.26 ha (Bridges y Van Baren, 1996).

2.2 El sistema productivo tradicional chinampero

El origen geológico del lago de Xochimilco tuvo lugar hace 5,000 años aproximadamente, cuando se originaron dislocaciones en la corteza terrestre que provocaron un fuerte hundimiento en la Cuenca del Valle de México, que fue seguido de fuertes lluvias torrenciales aisladas, dentro de una larga época de sequía. Las lluvias causaron deslaves en las laderas del relieve montañoso que rodea el Valle, originando así, una depresión en donde se acumuló el agua (Aguayo, 1992).

En un principio el curso de las aguas iba, con rumbo a Xochimilco y otro a Cuautla, confluyendo las corrientes en el Río Amacuzac. Debido a erupciones volcánicas, se obturaron las salidas del agua de la cuenca, impidiéndose así que hubiera corriente, por lo que se originó un gran lago, cuyos restos ahora son pequeños, contándose entre ellos la región de Xochimilco, en lo que es actualmente la cuenca hidrológica cerrada del Valle de México (Aguayo, 1992).

Las características de la comunidad de Xochimilco, en el DF. han sido reseñadas por numerosos especialistas. Desde tiempo atrás se le han dedicado múltiples escritos para tratar de definir y sustanciar el procedimiento de construcción artificial de un sistema agrícola productivo. Algunos autores han logrado explicar los pasos de la producción en las islas construidas en el lago de Xochimilco; sin embargo, al reconocer los avances en el proceso tecnológico han dejado aparte los sucesos históricos del quehacer comunitario en la región de los lagos de la Cuenca de México (Sthepan-Otto y López, 2001).

En la época colonial la cuenca fue parcialmente desecada, la superficie de chinampas se redujo y solamente quedaron chinampas en muy pocas zonas. En los lagos de Chalco y Xochimilco se conservó una gran zona de chinampas por poseer muchos manantiales de agua dulce que mantuvieron el nivel del agua (López, 1988).

Durante el gobierno de Porfirio Díaz se empezó a entubar el agua de los lagos de Xochimilco y Chalco para proveer de este líquido a la Ciudad de México. Esta política se continuó en épocas subsiguientes, tanto así que en 1950 se secaron casi por completo los canales; impidiendo la navegación por lo que se decidió entonces mandar aguas tratadas para conservar el nivel del agua en la zona chinampera y desde entonces los niveles han estado fluctuando al enviar aguas de mala calidad y negras que no solucionaron el problema, antes lo empeoraron. Al disminuir más los cauces en 1953, se busco agua en el Río Lerma, pero la ciudad seguía creciendo y se regreso al caudal original de los manantiales, restituyéndola de nuevo con el desvío de aguas seminegras del Río Churubusco, sobre Canal Nacional, hacia el lago de Xochimilco, pero al mismo tiempo se abrían ocho pozos más, para abastecer a la Ciudad, en 1959. Las aguas tratadas del Cerro de la Estrella que se encontró en operación más o menos en 1958, se decía que enviaba agua de buena calidad, cosa que no se consiguió por que el Canal Nacional era un canal abierto de 10 Km, lo que facilitaba que recibieran descargas de aguas negras de las colonias proletarias de aquel entonces. Con la introducción de aguas negras semitratadas el sistema agrícola de chinampas sufrió un fuerte impacto ecológico afectando a la flora y fauna natural y el equilibrio del sistema en general. Como resultado de este proceso solo quedan algunos relictos del sistema de chinampas como son: Xochimilco, Tláhuac, Mixquic y San Gregorio Atlapulco (López, 1988; Aguayo, 1992; Bojórquez y Villa, 1992).

Aunque a partir de 1989 Xochimilco ha sido declarado como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad por la UNESCO, la región no ha sido protegida adecuadamente, cada año se invaden terrenos para la construcción de viviendas y con ello la calidad del agua del lago ha empeorado. Miles de casas habitación

vierten diariamente sus drenajes directamente al lago sin ningún tratamiento previo, sin embargo a pesar de esta problemática, Xochimilco representa con sus más de 1800 Has. de chinampas, producto de la mano indígena, y monumentos considerados como históricos, el último vestigio de la Cultura Prehispánica del Valle de México y muchos de sus actuales moradores, como los poseedores de un legado histórico y cultural muy rico que se manifiesta en sus costumbres y tradiciones que forman parte fundamental de la vida cotidiana de esta comunidad.

Dentro de los sistemas agrícolas tradicionales existe un tipo de agricultura que se practica sobre islotes construidos artificialmente en lagos, zonas pantanosas o campos que se inundan periódicamente. En el Valle de México se localiza el más conocido y se nombra particularmente como Sistema de Chinampas por ser islotes de cultivo construidos en lagos poco profundos con abundantes fuentes de agua dulce (López, 1988; Rojas, 1993).

Chinampa es un sembradío artificial sobre el agua. El padre Francisco Javier Clavijero, célebre jesuita veracruzano, cuenta que los Xochimilcas formaban del mismo cieno de la laguna, sementeras andantes "en las cuales sembraban maíz, chí, calabazas, fríjol y pimientos". Hacia 1265 D.C., Acatonalli (primer señor Xochimilca, 1256-1279) propone al Consejo de Ancianos (Autoridad máxima) sobre poner en el lago unas varas y cieno o limo, tras el feliz éxito de su invención. Así se hace, y entonces nace oficialmente la chinampa en la zona lacustre del Valle, comienza a producir maíz, fríjol, Chile, calabaza y muchos otros. Con esto nace también el comercio entre Xochimilco y Pueblos circunvecinos. Por último y que es de suma importancia se plantaba a la orilla de la Chinampa para afianzarle o dividirla, el Ahuéxotl o Ahuejote, que por su forma del ramaje, los rayos del Sol penetraban perfectamente sobre el terreno sembrado (López, 1988).

Los sistemas agrícolas sobre islotes construidos artificialmente, nos plantean la posibilidad de aprovechamiento de lagos, pantanos o terrenos inundables, por lo

que se hace necesario el estudio específico de cada uno de estos casos principalmente por la experiencia ancestral que implica su manejo (López, 1988; Rojas, 1993).

La palabra **chinampa** deriva del náhuatl *chinampan* que significa en el cercado y *chinamitl* que quiere decir seto o cerca de cañas. Las chinampas del Valle de México son islotes construidos en ciénegas y lagos poco profundos por acumulación de plantas acuáticas y lodo extraído del fondo de los canales que los rodean y fijados con estacas de ahuejotes, cuyo nombre científico es *Salix bonplandiana* H. B. K.

La chinampa es una alternativa tecnológica para la producción de alimentos con el menor deterioro ecológico, estas áreas proveen su propio fertilizante natural mediante la acción de microorganismos en los canales y en el humus del suelo y la vegetación que crece profusamente tanto en el agua como en el suelo.

El sistema de producción tradicional en las Chinampas consiste de las fases siguientes:

- ❖ Formación del almácigo. Se selecciona un área rectangular no mayor de 1.5m de ancho y el largo, varia según el tamaño de la chinampa, la cual se empareja y se le forman bordes en los cuatro costados, de tal manera que pueda contener el lodo que se extrae de alguno de los canales de las chinampas que tienen sedimentado una mayor cantidad del mismo. El lodo se saca con un instrumento llamado cuero que consiste en una lona amarrada a un palo. Se llena una canoa con lodo. Se vacía este material en el lugar escogido para el almácigo nuevamente utilizando el cuero, hasta tener un espesor adecuado al cultivo de 5 a 10cm.
- ❖ Elaboración de chapines. El lodo que constituye el almácigo se deja secar un poco de tal manera que se pueda cortar sin que se rompa. Con un cuchillo recto o un cortador de chapines (instrumento con varias navajas integradas), se forman cubos cuyo tamaño varía de acuerdo a la especie

por cultivar (3 a 10cm por lado). A estos cubos de lodo seco se les denomina chapines.

- ❖ **Siembra.** Una vez formados los chapines se esparce la semilla homogéneamente en el caso de que sea muy pequeña y ligera tanto así que el lodo la retenga, o en el caso contrario, se hace un pequeño orificio en cada chapin (menor de 1cm de diámetro). Se ensemeja de forma manual colocando las semillas en dichos orificios, o se esparce la semilla homogéneamente sobre todo el almácigo y posteriormente se barren con ramas de Ahuejote, para que las semillas que quedaron fuera de los orificios caigan dentro de los mismos. Por último, se cubren las semillas cerrando los pequeños agujeros con un poco de tierra fertilizada; con abono orgánico se tapa el almácigo con pasto seco o periódico principalmente para evitar que la incidencia directa de los rayos del sol resequen y agrieten los pequeños chapines, y consecuentemente la germinación no se logre eficientemente, y en general para proteger a las pequeñas plantulitas que se formen contra lluvia, viento, heladas y granizadas.
- ❖ **Trasplante.** Cuando las plantitas alcanzan cierto desarrollo (generalmente 15 días) se trasplantan directamente a la chinampa, al terreno barbechado, el cual se empareja para la resiembra y en líneas horizontales se van haciendo pequeños agujeros introduciendo en cada uno un chapin procurando que no quede muy enterrada o muy salida la pequeña planta en desarrollo. La distribución se hace dejando entre cada planta una cierta distancia, la cual varía según el tipo de cultivo. En el resembrado se dejan espacios (20cm de ancho) para permitir el paso a la persona que efectúa las labores de cultivo como son el riego y el desyerbe (López, 1988).

La comercialización de la producción de plantas se lleva a cabo en la misma región y cuenta con cuatro mercados: el mercado ubicado en el centro de xochimilco llamado "Palacio de la Flor", el mercado ubicado en el bosque del pueblo de Nativitas conocido como "Mercado de Madre Selva", el mercado de

"San Luis" ubicado en el pueblo de san Luis Tlaxialtemalco y en el mercado de Plantas, Flores y Hortalizas de Cuemanco".

El mercado de plantas, flores y hortalizas de Cuemanco junto con el deportivo y el parque ecológico forman el área de rescate ecológico, dicho mercado se encuentra ubicada al sur de la ciudad de México en la esquina de periférico sur y canal nacional.

Los productos son transportados en canoa hasta el embarcadero más cercano donde se localizan camiones que transportan los productos a los mercados de Jamaica, la Merced y Xochimilco. También se localizan en cada embarcadero intermediarios a los que se les pueden vender los productos (López, 1988).

Por otra parte, durante las últimas décadas, el hombre (originalmente considerado como una especie más y sujeta a la dinámica propia de cada ecosistema) se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. Su impacto global ha sido evaluado desde diversas perspectivas entre las que destacan la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global o cambio climático; entre muchas otras consecuencias ambientales de mayor relevancia regional tales como la alteración de ciclos hidrológicos, introducción de especies exóticas y pérdida de hábitats, entre otros (Velázquez *et al*, 2002).

Es posible conocer las causas de estos procesos de cambio a través de entrevistas con la población, para definir su participación en la permanencia de las chinampas, en los cambios de las actividades productivas y en la aplicación de medidas de conservación, así como las condiciones de la situación actual de las chinampas y sus perspectivas de conservación y manejo. Además permiten conocer la opinión de la comunidad con respecto a la influencia del crecimiento de la Ciudad de México sobre la extensión y características de la zona.

La integración de esta información con la generada en la fotointerpretación de dos diferentes épocas, permite describir las etapas de cambio desde la condición

original hasta la situación agrícola actual de la zona y su degradación (Alarcón-Chaires, 1998; López, 2003).

2.3 Percepción remota y los sistemas de información geográfica en el análisis de cambio de uso del suelo

2.3.1 Fotointerpretación

El análisis de cambios de uso de suelo, de la degradación y de los cambios fisonómicos de los bosques y las tierras en el tiempo, se puede realizar a partir de la interpretación de fotografías aéreas tomadas en diferentes momentos (Alarcón-Chaires, 1998; López, 2003).

La fotointerpretación es la parte de la percepción remota, que consiste en la identificación de objetos, rasgos y elementos de la corteza terrestre en fotografías aéreas, para determinar su significado y generar información de algún tema en particular, sus resultados generalmente son la base para la cartografía de uso y cobertura de la tierra e inventarios de recursos naturales (Strandberg, 1975; Franklin, 2001; López, 2003).

Este método es aplicable a una gran cantidad de temas y su principal ventaja es que el investigador puede revisar su objeto o zona de estudio “en cualquier momento”, ya que principalmente se utilizan fotografías aéreas verticales estereoscópicas con una sobreposición adecuada para aplicar la visión binocular y analizarlas en tercera dimensión con lentes (estereoscopios de bolsillo y espejos) diseñados para ello (Veruette, 1967; Strandberg, 1975; Herrera, 1983; Ortiz y Cuanalo, 1984; López, 2003).

En la fotointerpretación se aplican conocimientos teóricos específicos y se hace uso de otros materiales de apoyo como mapas, reportes y observaciones de campo, para darles un significado en ese contexto teórico a todos los rasgos y elementos que se identifican en la fotografía. El éxito de la fotointerpretación depende del entrenamiento y experiencia del investigador, de la naturaleza de los

objetos que se interpretan y de la calidad de las fotografías utilizadas (Lillesand y Kiefer, 1994; López, 2003).

La superposición del 60% que existe entre los fotogramas, permite mediante la utilización de un estereoscopio de espejos, obtener una visión tridimensional del campo, posibilitando de acuerdo al relieve, separar los diferentes ambientes fisiográficos, confeccionándose así el mapa de fotointerpretación.

Si consideramos que los suelos se forman a partir del material originario, por acción del clima y de la vegetación, influyendo además el tiempo en que estos factores han actuado y el relieve, es fácil comprender que este último factor sea, a nivel de un establecimiento rural, la principal causa de diferenciación de suelos.

La Fotointerpretación es una metodología o técnica cuya finalidad es obtener una comprensión cualitativa y cuantitativa de todo o de ciertos aspectos de la superficie de la tierra, o de un objeto en particular sobre la misma, mediante el análisis de imágenes ya sean fotográficas o electrónicas (cámaras de video, scanner, cámaras digitales, etc.). Esta definición implica que esencialmente se realizará un procedimiento que dará como resultado final la identificación o categorización de los elementos observados a consecuencia de la determinación de su naturaleza y su interrelación con el medio ambiente físico. Posteriormente esto permitiría deducir con bastante certeza, por ejemplo, procesos erosivos sobre la superficie de la tierra, situaciones potencialmente peligrosas desde el punto de vista del riesgo ambiental, desarrollo de actividades económicas e incluso procesos internos en un planeta y que se traducen en expresiones claras sobre su superficie. A su vez las acciones desarrolladas por el hombre que generalmente modifican el devenir natural de las cosas también se ven claramente expresadas sobre la superficie del planeta y pueden ser interpretadas con mayor o menor dificultad.

La fotointerpretación es un trabajo de especialización técnica que tiene por finalidad la extracción de información de diseño a partir de técnicas visuales y digitales de percepción remota.

En áreas de pendiente la determinación de esta información es más sencilla que en áreas planas donde se requiere un profesional preparado no solo para hacer la interpretación en condición de llanura extrema sino también debe poseer conocimientos técnicos del tipo de morfología, suelos, vegetación y conocimientos de como se puede mover el agua en estas áreas.

Las fotografías aéreas pueden ser tratadas digitalmente con modernos sistemas de procesamiento de imágenes, que permiten crear modelos digitales de terreno y por tanto disponer de información geométrica en tres dimensiones.

En áreas planas y a través de la interpretación visual, el fotointérprete es capaz de distinguir entre cuatro o cinco tipos de clases geomorfológicas de relieve íntimamente relacionados con los aspectos de permanencia de agua en ellos. Se clasifican así las fotografías aéreas en sectores ocupados por lomas, medias lomas, tendidos, bajos y lagunas. Algún tipo de subclasificación dentro de estas áreas es posible, pero el resultado final queda supeditado a la verificación final en campo. Este trabajo es invaluable a la hora de establecer los movimientos internos del agua dentro del sistema.

Los mapas de fotointerpretación se pueden compaginar digital o fotográficamente para formar mosaicos fotográficos. Sobre esos mosaicos se realiza el mosaico final.

2.3.2 Percepción remota

Ahora es posible mapear e informar sobre los usos de la tierra en forma consistente abarcando diversos países y regiones. Una parte de la información necesaria puede ser obtenida traduciendo o interpretando los datos locales de uso de la tierra. La mayor parte de estos datos puede ser obtenida por interpretación de datos de sensores remotos con una limitada verificación terrestre para producir mapas de cobertura de suelos – la cobertura de suelos es la vegetación o cultivos que resultan de la actividad humana-. Los datos de la cobertura de suelos deben entonces ser complementados con un trabajo de campo más detallado que tenga

información más específica sobre el uso de la tierra -o sea, las actividades de manejo que caracterizan el sistema de uso- para llegar a un mapa de uso de la tierra (FAO, 2001).

Los sensores remotos actuales son capaces de producir imágenes de alta calidad en forma analógica o digital, es decir, pueden proporcionar una representación continua o discreta de la escena. Una imagen continua es aquella donde la variación de tonos de gris o color se presenta sin discontinuidades, sin líneas o fronteras, aparte de las que pudiera tener la escena misma.

Una imagen discreta, por su parte, es la que está compuesta por elementos definidos y diferenciados como puntos o cuadrados.

Es necesario aclarar que una escena siempre es continua, no así la imagen respectiva.

En realidad, una representación o imagen continua no es más que una idealización de lo que realmente sucede, pues una fotografía a simple vista podrá verse continua, pero al ser amplificada se aprecia que está formada por una colección de pequeños puntos de diferentes tonalidades que son los que componen la imagen en forma similar a un rompecabezas.

En general podemos decir entonces que una imagen será catalogada continua o discreta dependiendo del grado de resolución que tenga el sensor y del detalle que desee discernir. De hecho sólo las imágenes ópticas podrán considerarse siempre como continuas. Por lo tanto daremos el nombre de digital a aquellas imágenes discretas donde cada punto que la compone está dado no por una tonalidad si no por un número, esto es, asignando por ejemplo el 0 al tono más oscuro y 127 al más claro.

Es precisamente debido a esta representación numérica de una escena que es posible el manejo por computadora de la imagen digital correspondiente, con la consecuente rapidez y volumen en el análisis de una gran variedad de éstas.

Las técnicas de apoyo de campo se refieren a la inspección cualitativa y cuantitativa de lugares selectos del paisaje. Estas técnicas son el resultado de los métodos de muestreo estadístico y de medidas de propiedades físicas y químicas de los objetos que se encuentran en la escena.

Es claro que no es posible ni tiene sentido hacer una evaluación exhaustiva de todos los objetos que se presentan en esta pues, además de que esto sería costoso y consumiría una gran cantidad de tiempo, dejaría de lado a la percepción remota, es decir, ya no tendría razón de ser la observación a distancia desde una plataforma particular. Sin embargo la observación directa de ciertos puntos de la escena es necesaria para la correcta validación de las observaciones. Esto es así por que las medidas hechas por un sensor remoto son en general relativas al sensor mismo, a la metodología utilizada y pueden estar distorsionadas por una gran variedad de aspectos no controlables por el experimentador, tales como interferencia atmosférica si se trata de una plataforma satelitaria.

La imagen digital es una simplificación de la escena con dos posibles representaciones: numérica y visual.

Para preservar los detalles más finos de una escena es necesario escoger un cuadrado con un lado tal que sea de por lo menos la mitad de las dimensiones del detalle más fino de la escena. Este cuadrado define pues, la resolución de la imagen digital y se le conoce con el nombre de elemento de resolución o campo instantáneo de vista (CIV).

Es también un elemento físico con dimensiones físicas sobre la escena, a diferencia del número correspondiente en la imagen digital de un campo instantáneo de vista, que constituye un elemento lógico en la representación numérica de aquella. A este elemento lógico se le conoce como píxel y de por sí no tiene dimensiones físicas, sino que éstas son asignadas de acuerdo a una escala predeterminada en la representación visual de la imagen digital.

En resumen, el píxel es la representación numérica o lógica del campo instantáneo de vista y es la medida de la energía promedio que proviene de dicho campo; a cada píxel le corresponde un sólo campo y viceversa.

El tamaño del campo instantáneo de vista define la resolución espacial, es decir da el grado de detalle que se puede discernir de la escena, que es a lo que se llama digitización; a su vez, la escala de grises define el número de tonos discernibles y el de la resolución radiométrica, es decir proporciona una medida de qué tanto se puede distinguir una energía luminosa de otra.

Las condiciones demográficas del país han impuesto una degradación al ecosistema natural y han introducido condiciones que requieren optimizar la utilización de los recursos naturales con el objeto de sustentar el desarrollo socioeconómico que demanda el crecimiento poblacional.

En este contexto se encuentra la gestión de los productos de la tierra que implica la identificación, delimitación, cuantificación y predicción de cosechas, éste último rubro en relación al tonelaje esperado de un cultivo y los tres primeros, a la distribución espacial del mismo cultivo.

Dentro de las primeras aplicaciones de la percepción remota se encuentra precisamente la que se refiere a la agricultura, tanto por la relativa facilidad con la que una clasificación espectral puede separar un cultivo dado, como por lo que representa en la alimentación de una comunidad nacional.

Las contribuciones de la percepción remota en la evaluación de los recursos naturales dependen de la simplicidad o complejidad del recurso bajo estudio y del tipo de medidas o contribuciones que el sensor remoto pueda realizar. En el extremo de la simplicidad pueden encontrarse situaciones que involucran a un solo objeto de fácil detección y evaluación.

El objetivo de estudio y principio de la percepción remota es precisamente el paisaje, sistema físico tridimensional, iluminado por una fuente de iluminación. Por medio del paisaje se encuentra la escena, superficie de carácter subjetivo-virtual,

sobre la cual se encuentran los objetos de interés. Esta superficie puede encontrarse en cualquier parte del paisaje y puede tener cualquier tamaño, siempre y cuando se encuentre totalmente contenida en lo que se considere como tal. Sobre la escena se define un elemento con dimensiones físicas, denominado campo instantáneo de vista (CIV) cuyo tamaño depende de las dimensiones del paisaje, de la resolución del sensor remoto y de la distancia de este al CIV.

En otras palabras el tamaño del campo depende de la geometría particular paisaje/escena/sensor y de la eficiencia de este último (Lira, 1991).

2.3.3 Los sistemas de información geográfica

En la actualidad todos los estudios relacionados con la evaluación o el manejo de los recursos naturales requieren del uso (y a su vez son generadores) de información espacial, es decir de datos generados en campo y referidos a un lugar específico de la superficie terrestre (López, 2003).

No sólo por la cantidad y complejidad de la información que se genera en los estudios sobre recursos, sino también por la necesidad de analizar esos datos y correlacionarlos con varias fuentes de información espacial, como mapas, videos, fotografía aérea, imágenes de satélite, etc., es que se hace necesario el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten integrar eficientemente información proveniente de diferentes fuentes, capturadas en diferentes tiempos en un solo sistema para su procesamiento y análisis (Navarro y Legorreta, 1998; Soria *et al*, 1998).

Un SIG proporciona una estructura para el manejo organizado de la información, es un conjunto de programas o rutinas automatizadas, equipos de cómputo, periféricos e información relacionada con el espacio, con la capacidad para almacenar, desplegar, manipular, analizar y consultar información referente al espacio en un tiempo determinado, que ofrece al usuario los elementos necesarios para la planeación y la toma de decisiones en torno a problemas relacionados con el espacio (Navarro y Legorreta, 1998; Soria *et al*, 1998).

Arc View es el SIG para computadora personal, desarrollado por Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), este programa es una sofisticada aplicación de SIG con varios componentes, que permiten visualizar, tabular y elaborar mapas a partir de datos geográficos, así como personalizar la interfase gráfica del usuario y ampliar la funcionalidad básica del SIG (Hohl y Mayo, 1997; Hutchinson y Daniel, 2000).

Los sistemas de información geográficos pueden ser utilizados para superponer varias "capas" de información, debido a que las imágenes están georreferenciadas y las estructuras están ubicadas con un error máximo de cinco metros en caso de replanteo directo en el campo. Este método se utiliza para identificar los procesos de cambio o permanencia que la actividad humana genera, al permitir la elaboración de mapas multitemporales de una misma área y sumarlos para establecer la correlación de los polígonos que clasifican la distribución espacial de los diferentes usos y así conocer la dinámica de cambio (Alarcón-Chaires, 1998; Velázquez *et al*, 2002; Velázquez *et al*, 2003).

3. HIPÓTESIS



1. Si los patrones de uso del suelo en la zona chinampera de Xochimilco DF corresponden con los de su entorno, entonces las tasas de cambio de los procesos identificados no tendrán diferencia

2. Si el sistema de producción tradicional en las chinampas continua respondiendo adecuadamente a las necesidades socioeconómicas y culturales de los chinamperos, entonces este sistema productivo seguirá siendo el prevaleciente en la chinamperia y consecuentemente la tasa de cambio será muy baja.

4. OBJETIVOS



- 1.- Identificar los procesos de cambio de uso del suelo en la Zona Chinampera de Xochimilco DF y su entorno, ocurridos en 26 años.
- 2.- Establecer las causas de los procesos de cambio en la zona Chinampera de Xochimilco DF.
- 3.- Establecer las diferencias en cuanto a la dinámica de cambio de usos de suelo, de la zona Chinampera de Xochimilco DF, con su entorno.
- 4.- Identificar el impacto de la dinámica de cambio en la permanencia del sistema productivo tradicional chinampero.

5. MATERIAL Y MÉTODO



5.1 Descripción del área de estudio

El Valle de México situado entre los 19°5' a los 20°10' de latitud Norte y los 98°15' a los 99°30' de longitud oeste, es una cuenca cerrada que se halla a 2,240 metros de altura sobre el nivel del mar. Colinda por el norte, este y oeste con los distritos de Tenancingo, Lerma, Tlalnepantla, Texcoco y Chalco, del Estado de México y por el sur con la ciudad de Cuernavaca (Rojas, 1993).

Las serranías que le rodean son la Sierra de Ajusco, la de Las Cruces y la de Pachuca, de las cuales la más alta es la del Ajusco 3,850 msnm (Rojas, 1993).

Las aguas que descienden de las serranías que rodean a la ciudad de México, forman ríos en la época de lluvias, que se depositaban en los lagos de Chalco (ya desecado), Xochimilco situados en la región sur y este de la cuenca y en los de San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango de la región norte. Todos antiguamente muy extensos y ahora desecados debido al desagüe que da salida al excedente de agua por el río Panuco que va a desembocar en el Golfo de México. Las chinampas se encuentran situadas en su mayor parte en el lago de Xochimilco, al sureste del Valle de México (Rojas, 1993).

5.1.1 Límites geográficos y datos poblacionales

La zona de estudio se localiza en las siguientes coordenadas geográficas:

De los 19°14'35" a los 19°19'07" de latitud norte y de los 99°07'25" a los 99°00'06" de longitud oeste (Figura1). Corresponde a la totalidad de la zona de chinampas de Xochimilco y Tláhuac y las tierras lacustres y cerriles que la rodean y que conforman el entorno a evaluar de una porción del Distrito Federal.

Xochimilco es una Delegación del Distrito Federal. Limita con Iztapalapa, Tláhuac, Milpa Alta, Coyoacán y Tlalpan.

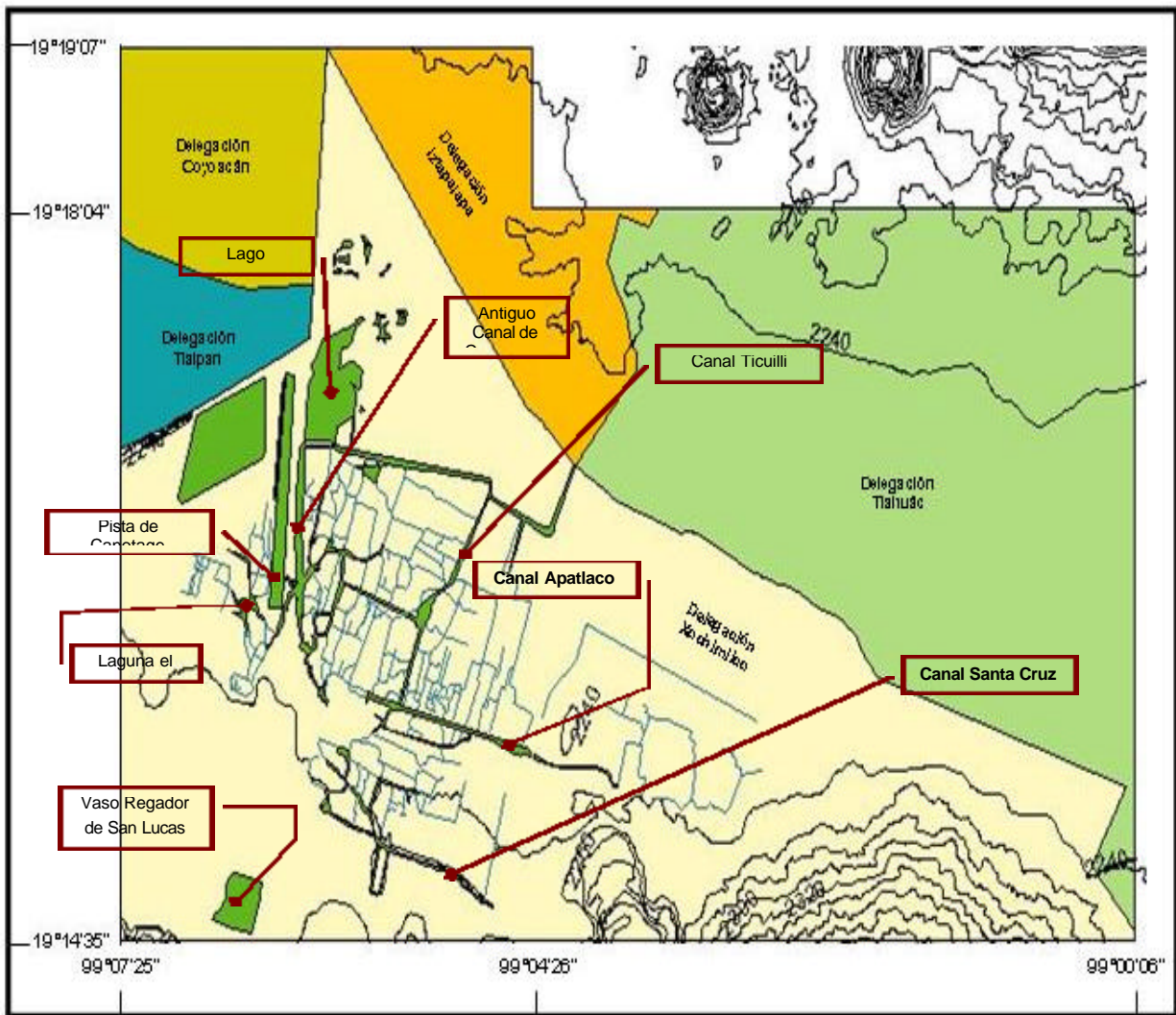


Fig. 1 Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio.

Con una superficie de 122 km² y 368,798 habitantes (último censo 2000), de los cuales 180,763 son hombres y 188,035 mujeres. Son 76,697 personas las que forman la población económicamente activa, dedicada principalmente a la producción manufacturera, las tareas agropecuarias, la construcción y la minería. 5,362 personas mayores de 5 años hablan alguna lengua indígena (náhuatl) 1,888, otomí 1,136, mixteco 561, zapoteco 385, mazateco 365 y mazahua 318 (INEGI, 2001).

5.1.2 Vegetación y flora

Existen dos tipos de vegetación natural: halófito y acuática; y se han registrado 146 especies distribuidas en 101 géneros y 46 familias. La comunidad vegetal halófito se distribuye en los terrenos propensos a las inundaciones; las especies representativas son el pasto salado *Distichlis spicata*, y *Eragrostis obtusifolia*. (FIRCO-SAGARPA, 2002)

La vegetación terrestre de la llanura lacustre esta compuesta principalmente por huejotes o ahuejotes (*Salix bomplandiana*), sabino o ahuehuate (*Taxodium mucronatum*), aile (*Alnus arguta*), casuarina (*Cassuarina equisetifolia* Forst), sauce llorón (*Salix babilónica*), alcanfor y eucalipto (*Eucaliptos spp.*) (Sánchez, 1980; FIRCO-SAGARPA, 2002).

En los lomeríos pedregosos, inútiles al cultivo, predominan pirúl, palos locos, plantas xerófitas, como magueyes, nopales silvestres y cabellos de ángel.

En los relieves del sur, con excepción de los cerros Tehutli y Xochiyepe, la vegetación es de bosque mixto compuesto por pinos, cedros, ahuejotes, ocotes, encinos, madroños, ailes y tepozanes; mientras que en los lomeríos de menor elevación, se encuentran capulines, eucaliptos, alcanfores, tepozanes, plantas xerófitas y plantas herbáceas como el toloache y el chicalote. También hay frutas como tejocotes, capulines, aguacates, ciruelos de almendras, higos, chabacanos, duraznos, zapote blanco, olivos, manzanos, membrillos, limones y naranjas.

En la superficie de los canales abundan las plantas acuáticas y subacuáticas que se encuentran en los cuerpos de agua permanentes, así como en las superficies cubiertas de ciénegas (cuerpos poco profundos) algunas en extinción, como el lirio de agua (*Eichhornia crassipes* Kunth), ninfas (*Nymphaea mexicana*), especie bajo la categoría de “Amenazada” de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001; lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) y la lentejilla de agua. A las orillas de los canales existe Tule o espadaña (*Thypha angustifolia* y la *Thypha latifolia*), alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), ortiga (*Urtica dioica*). Zhacaltule, zacates y carrizo (Cuadro 1).

La vegetación acuática comúnmente se extrae de los canales principales y solamente está representada por las plantas más comunes que flotan libremente sobre la superficie del agua y la que destaca es el huachinango. Hacia el sur de esta región, cerca de la zona turística en donde los canales reciben mayor cantidad de aguas residuales, se encontraron varias plantas acuáticas que presentan un crecimiento malezoide, entre las que destacan el huachinango y la *Elodea*.

Cuadro 1. Flora presente en la zona de estudio.

Nombre Común	Nombre Científico
Pirul, Pirú	<i>Schinus molle</i> L.
Berro de Hoja, Berro Verdadero	<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville, <i>Nasturtium mexicanum</i> y <i>N. officinale</i> R. Br.
Araucaria	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco.
Lechuga de Agua	<i>Pistia stratiotes</i> L.
Alcatraz	<i>Zantedeschia aethiopica</i> Spreng.
Hierba del Carbonero,	<i>Baccharis ramulosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Estrella de Agua	<i>Aganippea bellidiflora</i> D.C.
Jacaranda	<i>Tecoma stans</i> H.B.K.
Nopal	<i>Opuntia</i> sp.
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.
Achorizo	<i>Ceratophyllum demersum</i> .
Zhacaltule, Zacate Cuadrado	<i>Panicum bulbosum</i> H.B.K. (Zacate con rizoma), <i>Paspalum humboldtianum</i> Flugge (Zacate de Tallo).

Recino	<i>Ricinus communis</i> L.
Colorín	<i>Erythrina americana</i> Mill. <i>Limno bium stoloniferum</i> Gris. <i>Myriophyllum hippuroides</i> Nutt.
Lentejilla, Lentejilla de Agua	<i>Lemna Gibba</i> L, <i>Lemna minor</i> Linn, <i>Lemna trisulca</i> Linn, <i>L. minima</i> Phil, <i>L. Valdiviana</i> .
Tepozán	<i>Buddleia sessiliflora</i> H.B.K.
Hule	<i>Ficus Elastica</i> Roxb.
Eucalipto, Alcanfor	<i>Eucaliptus Camaldulensis</i> Dehnh, <i>E. Gobulus</i> Labill.
Ninfa	<i>Nymphaea mexicana</i> Zucc, <i>N. elegans</i> .
Verdolaga de Agua	<i>Jussiaea repens</i> Linn.
Fitolaca	<i>Phytolacca icosandra</i> L.
Carrizo	<i>Panicum</i> Sp., <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud.
Achilillo, Chilillo	<i>Polygonum amphibium</i> L. Var. <i>Stipulaceum colem</i> , <i>P. Hydropiperoides</i> Michx.
Lirio acuático	<i>Eichhornia crassipes</i> Kunth.
Sauce Llorón	<i>Salix babilonica</i> L.
Ahuejote	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth.
Aile	<i>Alnus arguta</i> .
Tabaquillo	<i>Nicotiana glauca graham</i> .
Ahuehuete, Sabino	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.
Tule	<i>Typha latifolia</i> L., <i>Typha angustifolia</i> L.
Ortiga	<i>Urtica dioica</i> L. var. <i>angustifolia</i> Schlecht.

Fuente: FIRCO-SAGARPA, 2002

5.1.3 Fauna

La fauna, que fue abundante antes de la conquista española, a la fecha está casi extinta en su totalidad, actualmente compuesta por 139 especies de vertebrados (Cuadro 2), de los cuales 6 son de anfibios, 10 de reptiles, 79 de aves (cuadro 3), 23 de mamíferos y 21 peces. Entre los animales de caza destacan zorrillo (*Spilogale putoris*, *Mephitis macroura*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), tlacoache

(*Didelphys virginiana*), ardilla (*Sciurus aerogaster*), tuza (*Cratogeomys merriami*) y ratón (*Microtus mexicanus mexicanus*).

Entre las especies nativas de peces se encuentran organismos de las familias Atherinidae (pez blanco y charales), Cyprinidae (juiles y pez negruzco) y Goodeidae (pez amarillo y tiritito) cabe señalar, que una de las especies nativas (*Girardinichthys viviparus*; Goodeidae) se encuentra bajo la categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001. De la fauna lacustre destacan el huil, mextlapique, acocil, cochinilla, almeja, caracol de jardín, rana, ajolote (*Ambystoma mexicanum*) y sapo (FIRCO-SAGARPA, 2002).

Las ciénegas y los cuerpos de agua, forman parte de la ruta migratoria de varias especies de aves pertenecientes a 14 familias, entre las que resaltan: Scolopacidae (agachonas, zancudas). Rallidae (gallaretas, gallinas de agua), Charadriidae (chichicuilotos), Anatidae (patos reales) y Gruidae (garzas blancas, grullas), además de otras aves como cuervo, tórtola, aguililla, gavián, coquita, zopilote, codorniz, ceniztonle, cuitlacoche, tecolote y lechuza.

Entre los reptiles sobresalen las lagartijas, culebras acuáticas, camaleón, cincuate o alicante, chirionera, escorpión, coralilla, víbora de cascabel. De los insectos está el mosquito anófeles, mosca, cucaracha, grillo, chapulín, gorgojo y abeja. Arácnidos como la tarántula, la araña capulina y el alacrán, así como el ciempiés de la familia de los miriápodos (FIRCO-SAGARPA, 2002).

Cuadro 2. Fauna terrestre existente en la zona de estudio.

Nombre común	Nombre científico
Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i> .
Musaraña	<i>Cryptotis parva</i> .
Murciélago	<i>Mormoops megalophylla</i> , <i>Myotis californicus</i> , <i>Myotis velifer</i> , <i>Lasiurus cinereus</i> , <i>Tadarida brasiliensis</i> .
Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i> .
Comadreja	<i>Mustela frenata</i> .
Zorrillo rayado	<i>Mephitis macroura</i> .

Ardilla	<i>Sciurus aureogaster.</i>
Tuza	<i>Pappogeomys merriami.</i>
Familia Muridae	<i>Baiomys taylori</i> (Ratón pigmeo), <i>Peromyscus maniculatus</i> (Ratón ciervo), <i>Reithrodontomys egalotis</i> (Ratón cosechador), <i>Microtus mexicanus</i> (Ratón metorito) <i>Oryzomys couesi</i> (Rata arrocerera), <i>Mus musculus</i> (Ratón doméstico), <i>Rattus norvegicus</i> (Rata doméstica).
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus.</i>
Ajolote o axolote o axolotl	<i>Ambystoma mexicanum</i> (Shaw, 1789).
Salamandra tigre	<i>Ambystoma tigrinum.</i>
Acocil.	<i>Cambarellus montezumae montezumae</i> (Saussure, 1857).
Culebra sorda o Cincuate	<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853).
Rana de Moctezuma	<i>Rana montezumae</i> (Baird, 1854).
Rana de Xochimilco	<i>Rana tlaloci.</i>
Ranita gris	<i>Hyla arenicolor.</i>
Ranita de San Antonio	<i>Hyla eximia.</i>
Culebra de agua.	<i>Thamnophis eques</i> (Reuss, 1984).
Culebra de agua.	<i>Thamnophis scaliger</i> (Jan, 1863).
Víbora de cascabel	<i>Crotalus polistictus.</i>
Vivora fina	<i>Sistrurus ravus.</i>
Culebra rayada	<i>Toluca lineata .</i>
Culebra listada	<i>Thamnophis scaliger.</i>
Escorpión	<i>Barisia imbricata.</i>
Lagartija de mezquite	<i>Sceloporus grammicus .</i>
Camaleón de montaña	<i>Phrynosoma orbiculare.</i>
Tortuga o casquito	<i>Kinosternon hirtipes.</i>

Fuente: FIRCO-SAGARPA, 2002

Cuadro 3. Aves existentes en la zona de estudio

Nombre común	Nombre científico
Pato Chalcuán	<i>Anas americana.</i>
Pato altiplanero	<i>Anas platyrhynchos diaza.</i>
Pato de collar	<i>Anas platyrhynchos.</i>
Cerceta aliazul clara	<i>Anas discors.</i>
Pato cucharon	<i>Anas clypeata.</i>
Pato golondrino	<i>Anas acuta.</i>
Cerceta alioscura	<i>Anas crecca.</i>
Pato rojizo alioscuro	<i>Oxyura jamaicensis.</i>
Garzón cenizo	<i>Ardea herodias.</i>
Garzón blanco	<i>Ardea alba.</i>
Garza dedos dorados	<i>Egretta thula .</i>
Garza azul	<i>Egretta caerulea.</i>
Garza ventriblanca	<i>Egretta tricolor.</i>
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis.</i>
Garcita oscura	<i>Butorides virescens.</i>
Aguililla rastrera	<i>Circus cyaneus.</i>
Gavilán pechirrufo menor	<i>Accipiter striatus.</i>
Aguililla colirrufa	<i>Buteo jamaicensis.</i>
Ralo barrado grisáceo	<i>Porzana carolina.</i>
Gallareta frentiroja	<i>Gallinula chloropus.</i>
Gallareta americana	<i>Fulica americana.</i>
Grulla gris	<i>Grus canadensis.</i>
Playerito alzacolita	<i>Actitis macularius.</i>
Pata amarilla menor	<i>Tringa flavipes.</i>
Playero semipalmeado	<i>Calidris pusilla.</i>
Playero zancón	<i>Calidris himantopus</i>
Costurero de agua dulce	<i>Limnodromus scolopaceus.</i>
Agachona común	<i>Gallinago gallinago.</i>
Paloma doméstica	<i>Columba livia.</i>
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura.</i>
Tórtola colilarga	<i>Columbina inca.</i>
Colibrí latirrosto	<i>Cyanthus latirostris.</i>
Amazilia alicastaña	<i>Amazilia beryllina.</i>
Amazilia tzácatl	<i>Amazilia tzacatl.</i>
Colibrí tijereta altiplanero	<i>Calothorax lucifer.</i>
Colibrí tijereta oaxaqueño	<i>Calothorax pulcher.</i>
Alondra cornuda	<i>Eremophila alpestris.</i>
Golondrina pechifajada	<i>Riparia riparia.</i>
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica.</i>
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus.</i>
Tordo cabeciamarillo	<i>Xanthocephalus xanthocephalus.</i>
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus.</i>
Tordo ojirrojo	<i>Molothrus aeneus.</i>
Tordo cabecicafe	<i>Molothrus ater.</i>
Gorrion doméstico	<i>Passer domesticus.</i>

Fuente: FIRCO-SAGARPA, 2002

5.1.4 Relieve y suelos

Topográficamente la zona de estudio presenta un relieve plano o casi plano donde la pendiente varía entre un 0 y 5% (INEGI, 1997), con un promedio de pendientes menores del 2% (Miramontes, 1988). Las Chinampas presentan una pendiente del 0%, en cambio la zona montañosa de influencia presenta taludes donde el rango de pendiente va de 5 al 15% y en las partes más altas mayor de 15% (INEGI, 1997)

En general los suelos son derivados de aluviones fluviales y lacustres, ricos en sales y sodio, en donde los valores de pH de los perfiles del Vaso Lacustre tienden a aumentar con la profundidad, fluctuando de neutro a ligeramente alcalino, estos suelos presentan alrededor del 50% de cenizas volcánicas, con texturas que van desde las arenosas hasta las limo-arcillosas o más finas, lo que les confiere la propiedad de retener una alta cantidad de humedad.

También encontramos, Histosoles eútricos (Oe), que se caracterizan por presentar una capa superior oscura rica en materia orgánica en forma de hojarasca, fibras, maderas; Vertisoles pélicos (Vp) y Solonchacs órticos (Zo), con una textura migajón-arcilloso, con proporciones de materia orgánica de entre 6.97 y 8.24 %. El pH es de 7.8, con una conductividad eléctrica entre 11.5 y 19.5 ohms y con riesgo potencial de salinización y sodificación.

Es importante destacar que los problemas de salinidad y sodicidad presentes en el área de estudio obedecen, tanto a factores naturales como antrópicos.

En el pie de monte de las montañas del sur, se encuentran los suelos que presentan mayor desarrollo.

Es importante destacar la relevancia del proceso de construcción de las chinampas en la evolución edáfica de esta zona lacustre, puesto que la configuración natural se ha visto modificada por la acción del hombre a lo largo de los últimos 700 años. La construcción de las chinampas, hasta antes de la

desecación de los lagos de Xochimilco y Chalco, se hizo aprovechando la cubierta vegetal acuática que estaba compuesta, principalmente, de "tule (*Typha* sp) y ninfas (*Ninphacea* sp) formando un manto flotante de un espesor que variaba entre 20 y 100cm. Lo suficientemente resistente para soportar el peso de hombres y animales. A dicho manto los antiguos pobladores le nombraban "atlapacatl" (césped o cinta). Las primeras chinampas se construyeron con tras de césped cuyo tamaño era de 5 a 10 m de ancho por un largo variable (que llegaba a alcanzar hasta 100 m).

Los suelos encontrados en esta área se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica (mayor del 10%) y por tener colores oscuros, influenciados por un manto freático cercano, se trata de suelos profundos y discontinuos, debido a que se originaron como pequeños islotes.

El mantenimiento de la fertilidad con el uso continuo de los suelos proviene de ingresos constantes de materia orgánica en forma de residuos no aprovechables de los mismos cultivos, la incorporación de plantas acuáticas, excrementos de animales, lodos, compostas preparadas principalmente con malezas y la rotación de cultivos. A pesar de todos los fertilizantes utilizados el suelo de las chinampas no ha sido modificado drásticamente; son muy parecidos a los suelos de los pantanos, mostrándonos un brillante ejemplo de cómo manipular procesos naturales con fines antropocéntricos (Rojas, 1993).

Con respecto a la erosión hídrica ésta no representa altos riesgos y en términos generales, el 80% de la superficie presenta una erosión potencial ligera, con solo una pequeña porción inferior al 2% del área presenta un riesgo moderado.

Con base en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del D.F. (Gobierno del D.F., 2000), el uso de suelo predominante en la zona es de Conservación Ecológica.

El estado actual que presentan los usos del suelo en el área urbana de Xochimilco, manifiesta problemas por surgimiento de corredores urbanos no

previstos, así como por el desbordamiento de los límites originales del subcentro urbano y algunos centros de barrio.

Las presiones urbanas sobre la Chinampería (área declarada como Área Natural Protegida) ha registrado hasta el momento, el surgimiento de un conjunto habitacional, así como la ocupación paulatina de zonas agrícolas, por asentamientos irregulares (Gobierno del D.F., 2000).

5.2 Método

Esta investigación estuvo constituida por dos partes, la primera correspondió al análisis y caracterización del uso del suelo y sus cambios, mediante material cartográfico y por fotointerpretación, en un periodo de 26 años, los que correspondieron de 1976 a 2002 y la segunda a la identificación de las causas que han originado el cambio del uso del suelo en la zona chinampera de Xochimilco, DF, con base en entrevistas hechas a los miembros de la comunidad.

5.2.1 Caracterización y análisis del uso del suelo y sus cambios para 1976 y 2002 a través de fotointerpretación

Con la finalidad de establecer patrones de fotointerpretación, se realizaron recorridos tanto por los canales de la zona chinampera de Xochimilco DF, con el apoyo de una lancha proporcionada por el Parque Ecológico de Xochimilco AC, como por vía terrestre y con un geoposicionador Garmin XL 12 se georreferenciaron los puntos, tanto para sustentar la fotointerpretación, como para la posterior elaboración del sistema de información geográfica (SIG).

Se hizo la fotointerpretación del material de 1976 y de 2002 utilizando estereoscopios de bolsillo para identificar, a partir de los recorridos de campo y del análisis estereoscópico de las fotografías aéreas, en las que se correlacionaron los tonos, texturas y patrones identificados en ellas, el uso del suelo para cada año, adaptando la metodología de la Carta de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 del INEGI (SSP, 1981).

La elaboración de los mapas de cada año se llevó a cabo integrando los planos correspondientes en papel herculene, con los trazos de las áreas delimitadas resultado de la fotointerpretación, utilizando como referencia geográfica el mapa topográfico de la zona escala 1:10,000 obtenido en la Delegación Xochimilco (georreferencia de la fotointerpretación) y su posterior digitalización en el SIG.

El material fotográfico aéreo utilizado fue el siguiente:

INEGI. CETENAL V. E. Ciudad de México, de abril de 1976, escala 1:30,000, rollo 104

Líneas	Fotografías	Total
5	6 a la 8	3
7	3 a la 9	7
Total		10

Fotogrametría y Servicios Profesionales SA de CV. Vuelo 1428 de la Ciudad de México de febrero de 2002 de escala 1:15,000:

Líneas	Fotografías	Total
21	7 a la 8	2
22	52 a la 56	5
23	4 a la 7	4
24	49 a la 52	4
25	5 a la 8	3
Total		18

La realización de los mapas originales en el SIG se hizo con el paquete Arc View 3.2 y el registro de los datos se llevo a cabo con ayuda de una tableta digitalizadora CalComp de 12", un mouse de 16 botones y una pluma de punta sensible.

A partir de estos mapas y de los cálculos de área que arrojó el SIG, se evaluaron los cambios de extensión del agroecosistema chinampero y del cambio en el

patrón de uso de las chinampas en los últimos 26 años. Se hizo un análisis de porcentajes de áreas y cálculos de tasas de cambio.

Este análisis se llevó a cabo en 2 niveles, uno correspondiente a toda la extensión, de lo que se denominó área de estudio o zona chinampera más su entorno y el otro propiamente restringido a la zona de chinampa; esto con la finalidad de cumplir con los objetivos de comparación de tendencias de los procesos de cambio del uso del suelo, entre lo que ocurrió en la zona chinampera y su entorno.

A partir de la identificación de procesos de cambio del uso del suelo, se calcularon tasas de cambio para los usos pre-existentes y promedios de incremento con respecto a los años transcurridos para los nuevos usos.

Las tasas de cambio se calcularon de acuerdo a FAO 1996.

$$t = \left(1 - \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right)^{1/n} - 1$$

donde

t es la tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicar por 100),

S₁ superficie en la fecha 1,

S₂ superficie en la fecha 2,

n es el número de años entre las dos fechas

La actualización de la base topográfica se hizo digitalizando la información de calles, carreteras, límites delegacionales, canales y lagunas, publicada en la Guía Roji de la Ciudad de México 2002, georreferenciando este material con el mapa delegacional.

5.2.2 Identificación de las causas de los cambios del uso del suelo

La obtención de información sobre las causas de los cambios de uso del suelo y de la diversificación del uso de las chinampas, se hizo a través de entrevistas a los habitantes de la zona, para esto se aplicó el método utilizado en la determinación de clases de tierras campesinas, que consiste en buscar informantes con participación espontánea y no remunerada, para evitar sesgos en los datos obtenidos. En este método, el número de entrevistados depende de la participación de personas que conozcan el área de estudio y de la cantidad de conocimiento nuevo que reportan, esto es, cuando el conocimiento que transmite el campesino es repetitivo, terminan las entrevistas, para eliminar la desconfianza natural se les plantea el interés por conocer su experiencia y se les visita las veces necesarias, se registra nombre, género y edad (López, 2003).

La información obtenida se organizó para generar tablas descriptivas y gráficas, que resumieron las causas de los cambios y permitieron correlacionar esta información con la generada en la fotointerpretación y en la elaboración de mapas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



6.1 Usos y cobertura del suelo de la zona de estudio.

Se identificaron los usos del suelo para 1976 y para 2002 en las 9,467 hectáreas correspondientes a la zona de estudio, que se representan a escala 1:25,000 en los mapas anexos. |

Las categorías utilizadas en la clasificación de usos y coberturas tanto en la fotointerpretación como en la representación cartográfica, así como sus claves de identificación se describen a continuación.

6.1.1 Descripción de usos del suelo en la zona de estudio para el año 1976 con base en criterios de fotointerpretación

Chinampas

Chinampa Tradicional (CHT)

En esta categoría se incluyen las tierras localizadas en la zona lacustre de Xochimilco y Tláhuac, en las que se aplica el sistema chinampero tradicional de producción agrícola. En la foto aérea se identifican tonos gris oscuro y texturas finas en parcelas pequeñas o alargadas con un arreglo espacial muy regular, donde el sistema de canales y la presencia de árboles localmente conocidos como Ahuejotes en las orillas de ellos, favorece la clasificación de este uso (Figura 2).

Uso Agrícola

Temporal anual (ATA)

Las tierras clasificadas con este uso corresponden a las que se cultivan con especies anuales y cuyo crecimiento depende del agua de lluvia para su producción. Aunque la presencia de texturas finas y el arreglo espacial regular permite también la identificación de este uso agrícola, a diferencia de las chinampas, los tonos en la fotografía son más claros y el tamaño de las parcelas es mayor y sin cobertura vegetal. Asimismo, la falta de

canales o la infraestructura para riego hacen identificable este uso fuera de la zona lacustre.

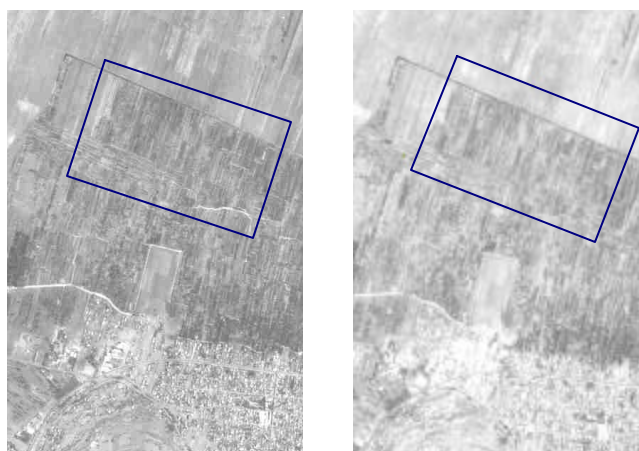


Figura 2.- Estereogramas de Chinampas con Sistema Tradicional (1976).

Uso Urbano

Urbano General (U)

Corresponden a zonas caracterizadas por la presencia de construcciones e infraestructura urbana, de uso habitacional comercial o industrial. En la fotografía se representa con tonos grises muy claros con texturas finas y “moteadas”, con un arreglo espacial totalmente regular originado por la presencia de calles y avenidas.

Semi Urbano (SU)

Son áreas donde se combina la presencia incipiente de infraestructura urbana con lotificaciones y trazos de futuras calles, sobre terrenos en los que se identifica la existencia de vegetación natural secundaria, las características de la fotografía para estas zonas, son muy similares a las del uso urbano general en cuanto al arreglo espacial de los objetos sobre el terreno, pero sobre áreas de textura fina de color oscuro representativas de vegetación terrestre secundaria.

Deportivo Recreativo (DR)

Se clasificaron bajo esta categoría, las superficies semiabiertas de tamaño regular que presentan infraestructura para actividades deportivas y de recreación. En la fotografía aérea se observa la presencia de canchas y áreas con vegetación arbórea baja, que son características principales de este uso. Se observan tonalidades claras y oscuras con texturas finas y granulosas, en mosaicos donde se intercalan áreas sin vegetación e infraestructura y áreas verdes.

Bosque Cultivado (BC)

Los terrenos incluidos en ésta categoría son áreas con cubierta vegetal arbórea dentro de la zona urbana, en la que las plantas existentes fueron sembradas y principalmente corresponden a especies introducidas. Los tonos son oscuros de texturas gruesas por la alternancia de follaje y sombras.

Uso Pecuario

Pecuario Extensivo (PE)

Aquí se clasificaron las tierras con pastizales y arbustos o árboles bajos muy separados, originadas por el abandono de terrenos agrícolas. En la fotografía se observan parcelas grandes donde se identifica una cobertura vegetal de tamaño pequeño o abierta, de tonos grisáceos claros con texturas intermedias o “moteadas”. Es un uso extensivo para alimentar ganado.

Vegetación natural

Vegetación Acuática (VA)

Corresponde a áreas inundadas con presencia de vegetación acuática natural. En la fotografía aérea presentan texturas lisas y finas en tonos gris oscuro, con pequeñas manchas de tonos granulosos.

Vegetación Secundaria (VS)

En esta categoría se delimitaron las zonas donde existe cubierta vegetal natural de origen secundario, es decir, terrenos con especies arbustivas y herbáceas que han crecido por la tala o el pastoreo en áreas originalmente cubiertas por bosques de encino. En la fotografía se observan tonos grises claros y texturas “Intermedias”, más oscuros que las parcelas agrícolas y pecuarias, pero con arreglo espacial irregular con cobertura vegetal baja (arbustos) o muy abierta (árboles aislados).

6.1.2 Descripción de usos de la zona de estudio para el año 2002 con base en criterios de fotointerpretación

Chinampa

El patrón de uso del suelo tanto en la totalidad de la zona de estudio, como en particular de la zona chinampera para el año 2002, presentó una diversidad de condiciones con respecto a lo registrado para 1976, a continuación se describen las categorías utilizadas para diferenciarlas.

Chinampa Tradicional (CHT)

Se conservaron los mismos patrones presentes para el año de 1976, donde aun se observan parcelas pequeñas y alargadas con sistema de canales y presencia de ahuejotes en las orillas que indican la aplicación del sistema chinampero tradicional de producción agrícola, principalmente en la zona de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco. Tonos grises oscuros y texturas finas (Figura 3).

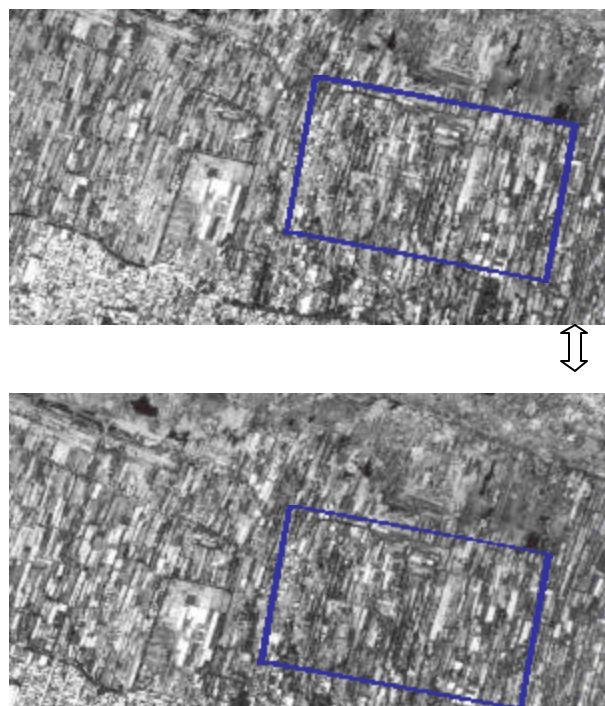


Figura 3. Estereograma de Chinampas con sistema productivo Tradicional 2002

Chinampa de Riego (CHR)

Chinampas utilizadas para el cultivo de maíz principalmente, producido bajo el sistema tradicional de riego, producción de hortalizas o plantas de ornato mediante el sistema tradicional chinampero ya no se aplica. Se notan parcelas de mayor tamaño. Utilizan fertilizantes químicos. Para el riego bombean agua de los canales hacia los cultivos ya que los mantos freáticos se encuentran en condiciones pésimas, debido a que con estos se surte al Distrito Federal de agua potable Tonos grises intermedios y texturas finas (Figura 4).

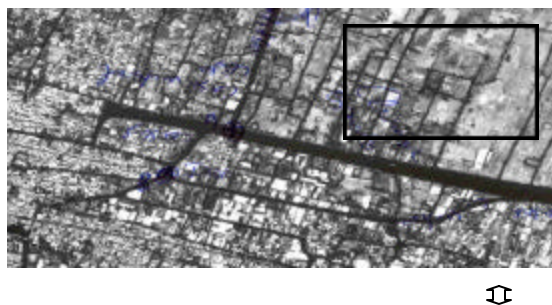


Figura 4. Estereograma de Chinampas con cultivos de riego.

Invernadero (CHINV)

Tierras dentro de la zona chinampera original, utilizadas principalmente como solares donde se han instalado invernaderos empleados en la Floricultura, ya no se utiliza el lodo de los canales como sustrato, el cual es remplazado por tierra comprada. Estos son más abundantes en la zona de San Luis Tlaxialtemalco. Se identifican rectángulos de tonos muy claros y textura finas dentro del arreglo espacial de las chinampas (Figura 5).

Pastizal Inducido (CHPI)

En general son Chinampas que fueron abandonadas por lo que han crecido los pastos por falta de cultivos y con la finalidad de darles un uso se ha introducido ganado y en otros casos se les da algún uso recreativo o bien se siembran pastos para introducir ganado y muchas en un futuro pueden ser de uso habitacional. Son parcelas grandes de tono gris claro y texturas finas donde se identifica cobertura vegetal muy baja (pastos).

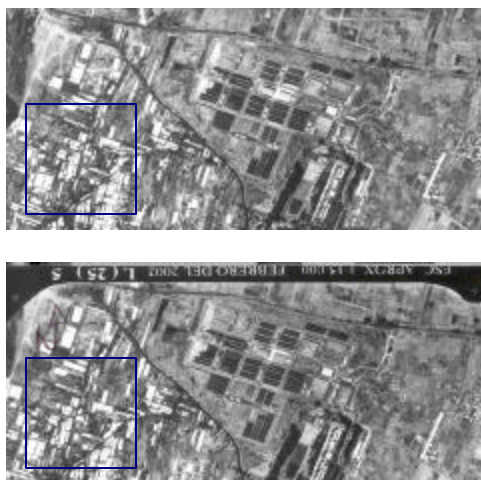


Figura 5. Estereograma de Chinampas dedicadas al cultivo mediante invernadero (CHINV).

Inundación (CHIN)

Tierras dentro de la zona chinampera inundadas y por ende abandonadas con alto grado de contaminación. Se identifican tonos muy oscuros de tierras muy húmedas y las texturas no muy finas por la fuerte alteración que han sufrido al inundarlas y por el crecimiento de la vegetación acuática (Figura 6).

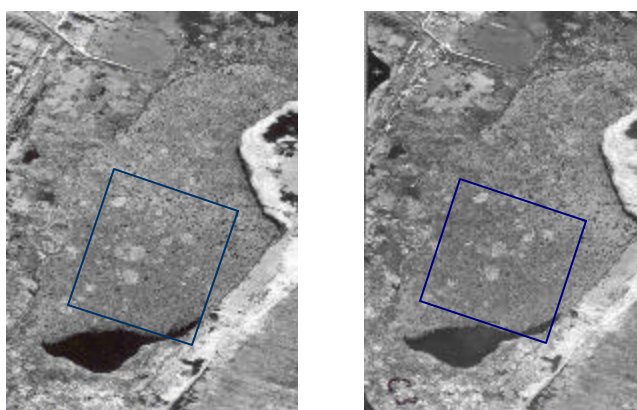


Figura 6. Estereograma de Chinampa inundada.

Deportivo Recreativo (CHUDR)

Tierras dentro de la zona Chinampera utilizadas en actividades deportivo recreativas (canchas de fútbol). Arreglo espacial muy regular y bien definido, de tonos claros con texturas finas.

Uso Agrícola

Temporal Anual (ATA)

De manera similar a lo identificado para 1976, este uso se define por los tonos que en la fotografía son muy claros y las texturas finas; las parcelas son amplias con arreglo espacial regular sin cobertura vegetal. Terrenos amplios y la presencia de algunos sin cultivos identifican este uso.

Invernaderos (INVI)

Tierras originalmente de agricultura de temporal en donde actualmente se encuentran instalados invernaderos para la floricultura. Se identifica un patrón similar a los invernaderos en chinampas, pero que en 1976 aparecen como de agricultura de temporal.

Uso Urbano

General (U)

Presencia de construcciones e infraestructura urbana en su mayoría de uso habitacional, invadiendo grandes zonas anteriormente agrícolas. Presencia de tonos grises muy claros con texturas finas y “moteadas”, con un arreglo espacial muy regular.

Semi Urbano (SU)

Terrenos en proceso de urbanización identificando el trazo de futuras calles y avenidas y donde ya se encuentran ligeros asentamientos urbanos en proceso de crecimiento y expansión. Especialmente se

identifican alineamientos muy claros de texturas finas en una matriz de tonos grises oscuros de textura no tan fina con la que se identifica cobertura vegetal baja.

Deportivo Recreativo (DR)

Predios grandes con terrenos dedicados a actividades de recreación y deportivas. Se identifican canchas deportivas con andadores y áreas con vegetación baja y arbórea con alternancia de tonos claros y oscuros y texturas finas y gruesas.

Bosque Cultivado (BC)

Áreas con cubierta arbórea cultivada con especies introducidas como es el caso del Parque San Luis Tlaxtaltemalco. Anteriormente eran los Viveros de San Luis de los cuales ya no hay rastros, se observan, tonos oscuros y texturas gruesas por la alternancia de follajes y sombras.

Control de Inundación (VR)

Terrenos bajos utilizados como vasos reguladores (VR) para el control de inundación de la zona urbana en temporada de lluvias y utilizados también para el pastoreo del ganado en época seca. Se identifican por los tonos oscuros y texturas intermedias, producto del efecto combinado de la humedad que conserva el suelo en época seca y del crecimiento de manchones de vegetación.

Uso Ecológico

Turístico (ET)

Terrenos utilizados para actividades deportivo-recreativas y de promoción educativa ambiental, que también funcionan como áreas de conservación para impedir la expansión de la mancha urbana (Figura 7).

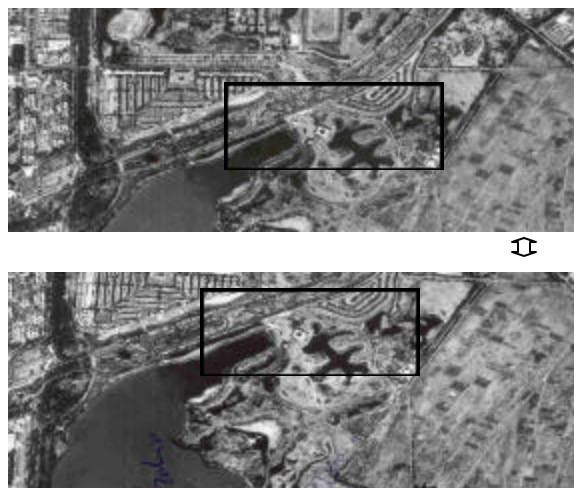


Figura 7. Vista estereoscópica del Parque Ecológico de Xochimilco, uso ET.

Conservación (EC)

Áreas decretadas para la conservación ecológica y que sirven como amortiguamiento del crecimiento de la mancha urbana, en algunos casos existe el uso deportivo recreativo; la fotografía presenta un mosaico de tonos oscuros y texturas finas por la presencia de zonas inundadas y de pastizal (Figura 8).

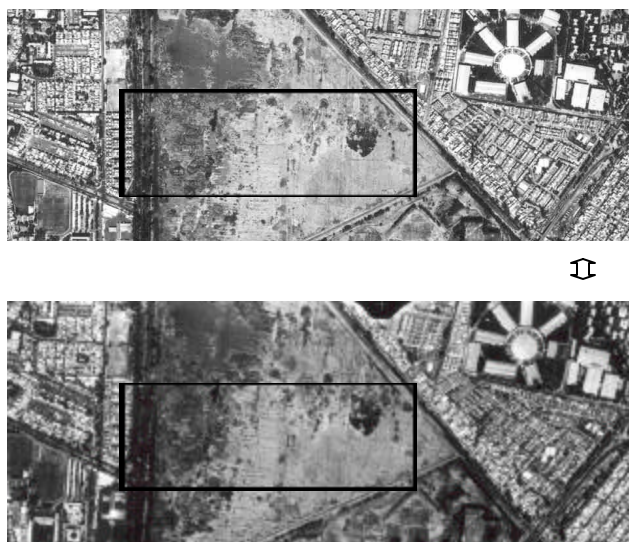


Figura 8. Vista estereoscópica de la zona de Conservación.

Chinampa demostrativa (CHD)

Área de Chinampas dentro del Parque Ecológico de Xochimilco, que tiene la finalidad de mostrar y preservar la cultura prehispánica de la zona. Presenta tonos en gris claro con texturas finas muy similares a la de la chinamperia original.

Uso Pecuario

Intensivo (PI)

Zona de establos con infraestructura para la crianza de ganado y la producción de carne, (Cuenca Lechera en Canal de Chalco). Se identifica por los tonos grisáceos oscuros de las tierras desnudas con alto porcentaje de materia orgánica y por el arreglo lineal y geométrico que genera la infraestructura de los establos.

Extensivo (PE)

Parcelas agrícolas abandonadas con baja cobertura vegetal de tonos claros y textura fina, utilizados para el pastoreo de ganado.

Uso Forestal

Producción (PF)

Viveros para la producción de especies arbóreas de reforestación de calles, avenidas, etc. (Netzahualcóyolt y de San Luis Tlaxialtemalco), de fácil identificación por su arreglo espacial muy ordenado y geométrico, alternado con tonos oscuros y texturas finas (Figura 9).

Vegetación Natural

Acuática (VA)

Terrenos inundables con vegetación que presenta tonos oscuros y alternancia de texturas finas y gruesas.

Secundaria (VS)

Áreas en donde la cubierta vegetal arbustiva natural ha proliferado por la tala o el pastoreo, muestra tonos mas o menos oscuros con texturas poco finas sin arreglo espacial definido.

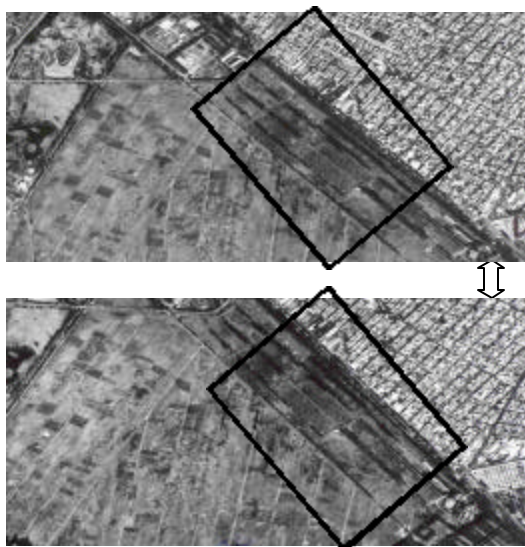


Figura 9. Vista estereoscópica del Vivero Nezahualcóyotl.

6.1.3. Análisis de las superficies por uso y cobertura

Se definieron dos niveles de integración de la información, uno con categorías generales para el análisis de procesos de cambio y otro con categorías particulares de usos específicos para ofrecer mayor precisión de representación con un área mínima cartografiable de 0.16 cm^2 que equivale a una hectárea a una escala 1: 25,000. Ésta corresponde a la superficie de menor tamaño representada en los mapas producto de la investigación.

En el cuadro 4 se muestran los usos del suelo para 1976 en la zona de estudio (**ver mapa correspondiente a este año en el anexo**). Para entonces, el uso predominante correspondía al agrícola, lo que indica la compatibilidad de éste con la aptitud original de la tierra; aunado a esto, se encuentra el hecho de que las

1,820 ha de chinampa se utilizaban aplicando el sistema productivo tradicional para conformar un esquema fundamentalmente agrícola en la zona (62%).

Cuadro 4.- Uso del suelo en la Zona de Estudio en 1976

Uso General	Uso específico	Área	
		(Ha)	%
Chinampa	Sistema Tradicional	1820	19,00%
Uso Agrícola	Temporal Anual	4051	43,00%
Uso Urbano	Urbano General	2331	25,00%
	Semi Urbano	453	4,00%
	Deportivo Recreativo	26	0,25%
	Bosque Cultivado	65	0,75%
Uso pecuario	Pecuario Extensivo	670	7,00%
Vegetación Natural	Vegetación Acuática	26	0,50%
	Vegetación Secundaria	25	0,50%
Total		9467	100%

En la figura 10 se observan las proporciones de los 5 tipos generales de uso para 1976 en donde se confirma el carácter agrícola de la zona.

Para el 2002 la diversificación de usos es el principal resultado relevante ya que además aparecieron dos nuevos usos (Ecológico y Forestal) para definir 7 usos en total (figura 11), a su vez estos se diversificaron a 21 usos específicos (Cuadro 5).

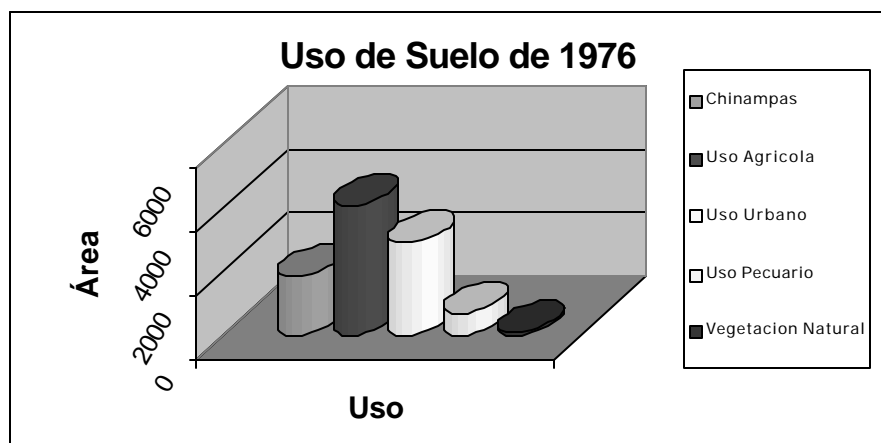


Figura 10. Extensión de usos generales en la zona de estudio para 1976

Cuadro 5. Usos del Suelo de la Zona de estudio para 2002

Uso General	Uso Específico	Clave	Área		Subtotal
			ha	%	
Chinampa	Inundada	CHIN	149	1.6	1502
	Invernaderos	CHINV	137	1.4	
	Pastizal Inducido	CHPI	222	2.3	
	Riego	CHR	568	6.0	
	Tradicional	CHT	426	4.5	
Uso Agrícola	Temporal Anual	ATA	932	9.8	953
	Invernaderos	ATINV	21	0.2	
Uso Urbano	General	U	5429	57.3	5831
	Semi Urbano	SU	59	0.6	
	Deportivo Recreativo	UDR	104	1.1	
	Chinampa Deportivo Recreativo	CHUDR	29	0.3	
	Bosque Cultivado	BC	41	0.4	
Uso Ecológico	Control de Inundación	VR	169	1.8	382
	Turístico	ET	264	2.8	
	Conservación	EC	88	0.9	
Uso Pecuario	Chinampa Demostriva	ECHD	30	0.3	414
	Pecuario Extensivo	PE	406	4.3	
Uso Forestal	Intensivo	PI	8	0.1	98
	Producción	PF	98	1.0	
Vegetación Natural	Acuática	VA	240	2.5	287
	Vegetación Secundaria	VS	47	0.5	
Total			9467	100.0	9467

Ver mapa correspondiente a este año en el anexo

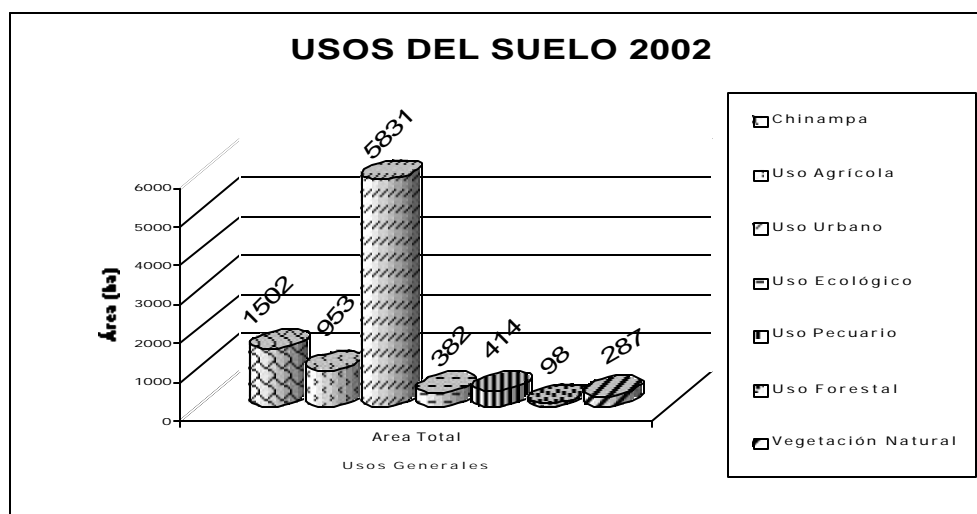


Figura 11. Usos Generales del Suelo en el 2002.

6.2 Procesos de cambio en el uso y cobertura del suelo

A partir del cruce de mapas de coberturas y usos del suelo para 1976 y 2002 se identificaron los cambios y las permanencias de uso ocurridos en este periodo, para definir los procesos que caracterizan la dinámica de la zona se utilizaron los datos de uso general y se construyeron matrices que muestran los valores de probabilidad de cambio (Cuadro 6).

En este tipo de evaluaciones es muy conveniente hacer varios registros temporales para tener datos de mayor exactitud en la definición de cambios, desafortunadamente, la falta de disponibilidad de material fotográfico intermedio a 1976 y 2002, impidió verificar con mayor precisión en este estudio, la aparición de dos nuevos usos identificados para el año 2002, específicamente el Uso Ecológico y el Uso Forestal, en los que no se puede precisar el tiempo en que aparecen a partir de 1976. Este hecho influye en una reducción en el cálculo de las tasas de cambio, al considerar el periodo completo de 26 años, cuando lo más probables es que haya sido más reciente, pero no se cuenta con el registro fotográfico que lo respalde. Por esta razón los resultados con valores altos adquieren mayor significancia, puesto que los cambios parecen más lentos de lo que probablemente ocurrieron en la realidad, esto representa la única limitante en los valores obtenidos.

6.2.1 Dinámica de cambio para la zona de estudio

La dinámica de cambio de uso del suelo en las 9,467 ha de la zona de estudio, manifiesta dos tendencias relevantes en el periodo de 26 años, la primera caracterizada por el avance del uso urbano (que involucró también a la zona chinampera) y la segunda por las nuevas tendencias de conservación que promovieron usos compatibles con la protección al ambiente y los recursos naturales.

La matriz para cada uso existente en 1976 y su trayectoria de cambio hacia 2002 se muestra en el cuadro 6. Por su parte en el cuadro 7 se muestran los

porcentajes y las tasas de cambio para los diferentes usos, en los datos de esta tabla las siglas UAGP corresponden a la integración de los datos de superficie y porcentajes de los usos agrícola y pecuario; el resto de las siglas corresponden a los usos están utilizadas para describir los datos de los mismos usos en los cuadros 6 y 7: CHT (Chinampa tradicional), UU (Todos los usos urbanos), VN (vegetación natura acuática y terrestre), UF (Uso forestal), UE (usos ecológicos recreativos y de conservación).

Cuadro 6. Matriz de superficies de cambio de 1976 a 2002 (ha)

		2002						TOTAL 1976	
		CHT	UA	UP	UU	VN	*UF	*UE	
1976	CHT	1502	0	0	318	0	0	0	1820
	UA	0	862	373	2120	264	50	382	4051
	UP	0	91	37	488	6	48	0	670
	UU	0	0	0	2875	0	0	0	2875
	VN	0	0	4	30	17	0	0	51
TOTAL 2002		1502	953	414	5831	287	98	382	9467

*Los Usos Ecológico (UE) y Forestal (UF) fueron identificados únicamente para el 2002

Cuadro 7. Porcentajes y tasas de cambio de usos generales. Promedios de incrementos anuales de usos nuevos.

Usos	1976	% área	2002	% área	% superficie	Tasa de cambio
UAGP	4721	50	1367	14	-36	-4.7%
UU	2875	30	5831	62	32	2.8%
VN	51	1	287	3	2	6.9%
CHT	1820	19	1502	16	-3	-0.7%
UF			98	1	1	*3.8
UE			382	4	4	*14.7
Total	9467		9467			

*Sup. Prom. Inc. Los Usos Ecológico (UE) y Forestal (UF) fueron identificados únicamente para el 2002. Por lo que el incremento de las superficies totales a lo largo del período de estudio para cada uso, se expresan como promedios. Así, para el uso ecológico se tiene en total una superficie de 382 ha, por lo que en promedio tuvo un incremento anual de 14,7 ha, y para el uso forestal un promedio de incremento anual de 3.8 ha

Como uno de los usos generales, para el caso de la chinamperia (CHT), se observa una tendencia hacia la permanencia, a pesar de las 318 ha urbanizadas (UU), que conforman una superficie de cambio irreversible o incompatible con la aptitud de uso agrícola propio de la zona. Esta tendencia hacia la permanencia se ve reflejada también por el bajo porcentaje de reducción y por la baja tasa de cambio que no llega ni al -1% en el periodo de tiempo estudiado.

Con respecto al uso agrícola (UA), se observa que las tierras bajo este régimen resultaron las más afectadas por la dinámica de cambio, aunque 862 ha permanecieron con este uso, en una parte de la superficie original se establecieron usos promotores de la conservación ecológica, la protección y la educación ambiental asociada al turismo, como el Parque de Tláhuac y el Parque Ecológico de Xochimilco (UE), el cual cuenta con una área de chinampas demostrativas, creadas para mostrar las raíces culturales de la zona y el alto valor ecológico del lugar; además del establecimiento de los Viveros Netzahualcóyotl y el de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENA) (UF), que producen especies de reforestación para el Distrito Federal. Sin embargo el cambio a uso urbano a partir de las tierras con uso agrícola original resultó el más relevante, al afectar a más de la mitad de la superficie inicial, como un reflejo de la atención a las necesidades de infraestructura habitacional y urbana. Asimismo, el abandono de terrenos agrícolas provocó el crecimiento de la vegetación natural (VN) y definió un proceso de revegetación. Aunado al uso pecuario los datos de cambio en el porcentaje de superficie y su tasa de cambio confirman la fuerte tendencia de la zona del abandono del uso que corresponde a su aptitud lo que marca a la zona de estudio como un área transformada de predominantemente agropecuaria a urbana con una tasa cercana al 5% anual de pérdida.

En lo que respecta al uso del suelo urbano, como ya se ha mencionado antes, presentó la mayor dinámica de crecimiento en toda la zona de estudio, ya que aumentó más del doble de su superficie original, a partir de las tierras de todos los usos y afectó a zonas con aptitud agropecuaria (UA y UP) y con Vegetación

Natural (VN), aunado a las 2,875 ha originales que permanecieron durante el período, bajo el mismo uso, lo cual indica la relevancia y predominancia de este uso en toda la zona de estudio. Ya que con un cambio de porcentaje en su superficie apenas superior al que originalmente tenía y que lo llevan a ocupar más de la mitad del territorio estudiado, así como una tasa de cambio cercana al 3% anual de crecimiento.

La dinámica en las tierras de uso pecuario, como el resto, estuvo caracterizada principalmente por el cambio a uso urbano, ya que el 72.7% de la superficie original cambio en este sentido; al igual que las tierras con uso agrícola, parte de la superficie de uso pecuario, se utilizó para generar áreas de apoyo a la conservación como son las actividades de producción forestal en el Vivero Netzahualcóyotl de las que 48 ha provienen de tierras con este uso original.

En la superficie de vegetación natural (VN) también el cambio a uso urbano fue el más importante, sin embargo resulta de mayor relevancia su incremento, ya que a partir de tierras originalmente agrícolas (UA), alrededor de 264 ha fueron abandonadas o inundadas, por lo que el desarrollo tanto de vegetación acuática como de vegetación secundaria terrestre contribuyó a dicho aumento. El llegar a una tasa de prácticamente el 7% de crecimiento anual y duplicar el porcentaje de presencia en la zona se debe a la necesidad de utilizar las tierras de esta zona para encausar los escurrimientos del Sur de la Ciudad de México, favoreciendo la propagación de la vegetación natural.

La aparición de los usos Ecológico y Forestal registrados para el 2002 es altamente significativa ya que sus objetivos de origen promueven la conservación y la protección de los recursos así como una intención de conocimiento y acercamiento a la naturaleza a través de la recreación, pues en este tipo de uso como ya se mencionó, están considerados terrenos como los del Parque Ecológico de Xochimilco y el Vivero Netzahualcoyótl, lo que contrasta fuertemente con el predominante proceso de urbanización que se identifica en esta zona. Apenas con el casi 4% de incremento por año el uso forestal se hizo presente para

dedicar tierras a la producción de especies de reforestación, lo que contrasta con el casi 15% promedio anual de crecimiento de las áreas ecológicas dedicadas a la recreación social, lo que confirma la existencia de actividades que hacen contrapeso al intenso proceso de urbanización de la zona.

6.2.2 Procesos de cambio en la zona de estudio

Con base en el análisis de la dinámica de cambio en toda la zona de estudio se definieron 10 procesos que incluyen seis de cambio y cuatro de permanencia (**ver mapa de procesos en el anexo**). El cuadro 8 muestra tanto el área involucrada en cada uno de estos, como el porcentaje con respecto al área total. Aquí se confirma que la Urbanización es el proceso de cambio más intenso, a costa de áreas con usos agropecuarios y de chinampas, irónicamente a esta situación de irreversibilidad surge el proceso Ecológico Turístico, que aunque sólo corresponde al 4 % y es el proceso con el segundo lugar de mayor superficie de la zona de estudio, refleja una intención para cuidar y conservar áreas naturales y con un alto valor ecológico.

Se definió un proceso de revegetación en tanto que tierras cuyo uso original eran de carácter agrícola y pecuario, ahora presentan vegetación natural, lo que en la literatura de análisis de cambio (Velázquez et al, 2003; Velázquez et al, 2002), se describe con este nombre, sin embargo para el caso de la zona de estudio esto corresponde a dos situaciones, por un lado a la alteración de tierras con aptitud agropecuaria por inundación, para el control de escurrimientos pluviales en el Distrito Federal y la consecuente aparición de vegetación acuática (natural) y por el otro a tierras agrícolas o pecuarias abandonadas en donde crecen arbustos como un proceso natural de recuperación de la vegetación natural de la zona .

Otro proceso que aparece como un contrapeso de la urbanización, es la Tecnificación forestal, ésta se presenta en un porcentaje bajo de la zona de estudio y se define como un proceso de promoción de la conservación, ya que se

refiere fundamentalmente a la producción de planta para la reforestación de áreas naturales y zonas verdes urbanas.

Cuadro 8. Procesos de cambio en el Área de estudio

Proceso	Área	Porcentaje
Permanencia chinampera	1501	15.9
Permanencia agropecuaria	1365	14.4
Permanencia urbana	2875	30.4
Permanencia natural	17	0.2
Ganaderización	4	0.04
Urbanización	2927	30.9
Revegetación	270	2.9
Tecnificación forestal	98	1.0
Ecológico Turístico	381	4.0
Deforestación	30	0.3
Total	9467	100.00

La Deforestación se refiere a la pérdida de las coberturas naturales en favor de usos agrícola, pecuario y urbano (Velázquez et al, 2003; Velázquez et al, 2002) y bajo este concepto el proceso es casi nulo en la zona, lo mismo ocurre con la Ganaderización, que se refiere únicamente a cuatro hectáreas de vegetación natural que ahora presentan pastizales para actividades pecuarias.

Los cuatro procesos que no implicaron un cambio de uso, se refieren a la Permanencia chinampera, agropecuaria, urbana y natural, en donde los poseedores han decidido mantener las actividades en las tierras durante el periodo de estudio. En este sentido la permanencia de las Chinampas se ubica como el principal proceso de permanencia lo que parece respetar la aptitud de estas tierras ya que solamente se modificó en un 3% (cuadro 7), con respecto a la superficie registrada originalmente. El porcentaje de permanencia para los usos agropecuarios en la zona resultó el de mayor impacto, al reducirse del 50 al 14%. Al conjuntar la permanencia urbana con el proceso de urbanización se conforma una cobertura de más de 60% del total de la zona lo que reafirma la fuerte

tendencia del área hacia el uso urbano. Finalmente, la permanencia de la cobertura natural en la zona, corresponde a un porcentaje casi nulo y se refiere a los pocos relictos de matorrales secundarios en las zonas cerriles.

Entendida como la pérdida de la cubierta vegetal natural, la Deforestación se identificó únicamente en aproximadamente 3.5 ha para esta zona, en donde la vegetación secundaria existente en los cerros del sur en 1976, se transformaron a pastizales en 2002 y que se consideran como de uso Pecuario Extensivo por la presencia de ganado.

Se definió un proceso Ecológico Turístico dado que en 382 ha de Agricultura de Temporal con cultivos Anuales (ATA) aparecieron para el 2002 terrenos dedicados tanto a la conservación de la cobertura vegetal y el suelo, como al turismo con un enfoque ambiental, con la creación del Parque Ecológico de Xochimilco en donde se incluyó una zona de Chinampa Demostrativa.

En proceso de revegetación se consideraron casi 6 ha de terrenos con uso pecuario que presentan una recuperación de su cubierta vegetal natural y 264 de uso agrícola en 1976 y para el 2002 aparecieron como zonas abandonadas y como terrenos para controlar el flujo del agua de lluvia en esta zona de la Ciudad de México, por lo que se definió un proceso de inundación, que en el cuadro 8 aparece integrado a este proceso de revegetación. Esto por un lado se puede interpretar como una reducción en el potencial productivo de la zona y por otro como un incremento en la recuperación de terrenos para la conservación, aquí solo se consigna el hecho del incremento de tierras con cobertura natural.

La Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Gobierno del D.F. y el Vivero Netzahualcóyotl utilizan 98 ha que eran de actividades agropecuarias, en donde producen plantas para reforestación de áreas naturales y mejoramiento del paisaje urbano, estos terrenos se consideraron en proceso de Tecnificación Forestal.

La urbanización no sólo es el proceso de mayor relevancia en toda la zona de estudio por extensión (más de 2,900 ha), sino también es el responsable del mayor número de cambios de usos del suelo, ya que zonas con Vegetación Acuática, Bosque Cultivado y con uso Agropecuario, se convirtieron desde 1976 en diferentes usos propios de la zona urbana del DF., desde la construcción de viviendas, zonas comerciales y deportivo-recreativas, hasta el desarrollo de infraestructura para el control, de inundaciones. Lo que aunado a las 2,875 ha que permanecieron con uso urbano durante el período de estudio, establece la principal tendencia en la dinámica de cambio de uso en la zona con una fuerte presión hacia la urbanización.

Como evidencia de la amplia zona de terrenos agrícolas que predominaban en 1976, para el 2002 permanecieron con este tipo de uso sólo 862 ha, lo que muestra la alta dinámica de cambio ya que este tipo de uso pasó de ser el de mayor extensión (4,051 ha) al de mayor diversificación de usos entre ellos producción forestal, control de inundaciones y vegetación secundaria, predominando en estas categorías el uso urbano, como evidencia de la fuerte presión de la demanda habitacional e infraestructura urbana.

6.3 Procesos de cambio en la zona chinampera

Se describen los procesos de cambio ocurridos en la zona chinampera con la finalidad de comparar su comportamiento específico con respecto a lo ocurrido en la totalidad de la zona estudiada. Uno de los resultados relevantes es que de las 1820 ha de chinampas identificadas en 1976 (en la totalidad de ellas se aplicaba el sistema tradicional para la producción agrícola), para el 2002 permanecieron únicamente 1,502 ha de las cuales solo 426 ha permanecieron con la aplicación del sistema tradicional; por esta misma razón, otro resultado relevante es el registro de la diversificación de condiciones en las chinampas; a partir de esto se determinaron cinco nuevos usos para el resto de la superficie, que por lo tanto han definido la existencia de igual número de procesos de cambio.

6.3.1 Dinámica y procesos de cambio en la zona chinampera

Con respecto a la aptitud agrícola de la zona y a la permanencia del sistema productivo tradicional en el uso de las chinampas, se observaron dos tendencias generales en toda la superficie, una de carácter reversible y otra irreversible (Cuadro 9). La identificación de esta reversibilidad determina la posibilidad de aplicación de planes tendientes al rescate ecológico-productivo-cultural del uso de las chinampas y muestra el nivel de sustentabilidad que representa la aplicación de este sistema tradicional.

Cuadro 9. Tendencias de reversibilidad en la zona Chinampera

Procesos	Carácter	Acciones
Simplificación Agrícola	Reversible	Incentivar la aplicación del sistema productivo tradicional
Urbanización en Chinampa	Irreversible	Impedir su crecimiento
Ganaderización	Reversible	Incentivar la aplicación del sistema productivo tradicional
Inundación en Chinampa	Reversible	Rellenar chinampas, abrir canales deshabilitados
Tecnificación	Reversible	

Los cambios reversibles se refieren a los ocurridos en superficies que sufrieron una diversificación en cuanto a técnicas de producción, pero que mantienen el uso agrícola apto de las Chinampas, prácticamente son todos, excepto el uso Urbano que incluye al uso de Chinampa Deportivo Recreativo (CHUDR).

El Cuadro 10 muestra los seis usos identificados para el año 2002 y los procesos de diversificación de uso, que se registraron en la zona chinampera para el periodo estudiado (26 años), así como las superficies ocupadas por ellos, los porcentajes correspondientes, la tasa de pérdida de la superficie para el sistema de producción tradicional (CHT) y los promedios de incremento anual con los que aparecieron los demás usos.

Cuadro 10. Usos del 2002, procesos y tasas de cambio en la Zona Chinampera (1976-2002)

Uso	Proceso	Superficie de uso	% Superficie	Tasa de cambio y Superficie promedio de incremento anual	
				ha	%
CHT	Permanencia S. Tradicional	426	23.4		*-5.4 %
CH Riego	Simplificación Agrícola	568	31.2		21.8
CH Urbano (Incluye el uso CHDR)	Urbanización en Chinampa	319	17.5		12.3
CH Pastizal Inducido	Ganaderización	222	12.1		8.5
CH Inundación	Inundación en Chinampa	149	8.1		5.7
CH Invernaderos	Tecnificación	137	7.5		5.3
Total		1820	100		

*Corresponde al único cálculo de tasa de cambio, el resto son superficies promedio de incremento con respecto a los años transcurridos.

El impacto de la diversificación del uso de las chinampas, produjo una disminución importante de la superficie en la que se aplicaba el sistema productivo tradicional (CHT), a una tasa de cambio de -5.4%, se redujo al 23% de la extensión original en 26 años (**ver mapa de procesos en el anexo**), lo que significa un alto riesgo para el patrimonio del alto valor sociocultural e histórico que representa este sistema. Esta tasa de pérdida es relativamente alta y la diversidad de usos con los que se está sustituyendo este sistema, constituyen una presión tal, que genera una tendencia grave hacia la desaparición. Completar el diagnóstico de esta tendencia implica un gran reto por su carácter multifactorial y conlleva el difícil compromiso de cuestionar tanto su sustentabilidad, como la validez de garantizar su permanencia y revertir su desaparición frente a las necesidades y requerimientos de los poseedores de las chinampas, pues como dice Sthepan-Otto (2002) "Las chinampas seguirán ahí en tanto haya quien las cultive", pero la decisión del rumbo es de ellos.

El uso de Riego en Chinampa (CHR) tiende a predominar en la zona, representa el mayor porcentaje de cambio de la Chinamperia original, corresponde a más del

30% de la superficie total actual con chinampas dedicadas a la agricultura, que a pesar de conservar su uso fundamental de producción, en ellas ya no se aplica el sistema productivo tradicional, sino un sistema de riego por bombeo de agua de los canales y el cultivo de especies anuales o permanentes, a este proceso se le denominó de Simplificación Agrícola y se considera reversible con respecto a la aplicación del sistema de producción tradicional (Figura 12).

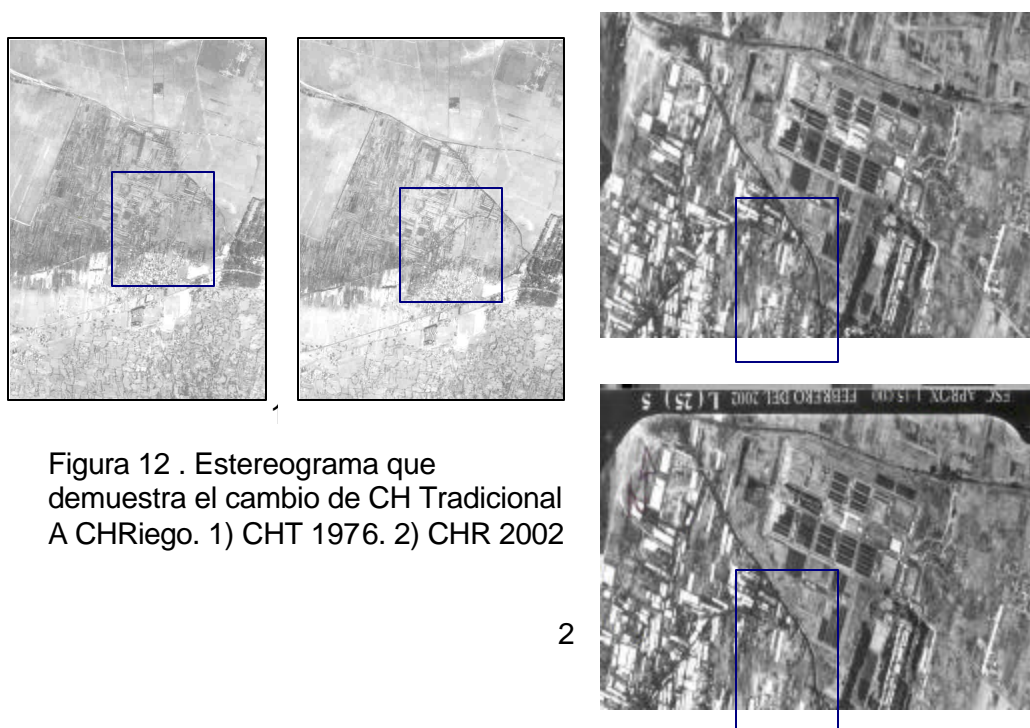


Figura 12 . Estereograma que demuestra el cambio de CH Tradicional A CHRiego. 1) CHT 1976. 2) CHR 2002

2

El intenso proceso de urbanización vigente en toda la zona de estudio, también tuvo sus efectos en las chinampas; como proceso irreversible no solo para el uso productivo tradicional, sino incluso para la supervivencia de ellas mismas; sin embargo, para bien de esta permanencia únicamente 17.5% de la superficie original chinampera presenta ahora infraestructura habitacional, aquí se consideran tanto instalaciones urbanas como deportivas (CHUDR), este porcentaje de cambio resulta relativamente bajo con respecto al resto de los usos que han venido extendiéndose en esta área, además de representar un impacto mucho menor al ocurrido en la totalidad de la zona de estudio, en donde creció a más del doble, lo que lo presenta como un proceso, aunque existente y

preocupante, todavía poco significativo, que además ha empezado a regularse a partir de la entrada en vigor del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF) el 2 de agosto de 2000, que declara Área Natural Protegida la zona chinampera de Xochimilco, aunque deja fuera la zona de Tláhuac (Figura 13).

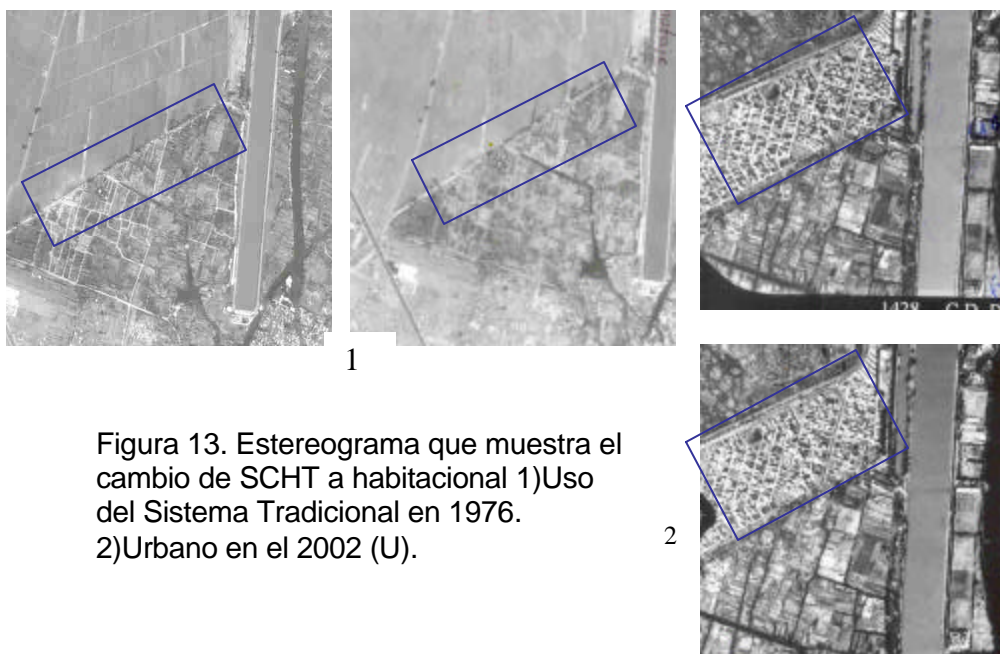


Figura 13. Estereograma que muestra el cambio de SCHAT a habitacional 1)Uso del Sistema Tradicional en 1976. 2)Urbano en el 2002 (U).

Otro uso, que aunque reversible para el sistema productivo tradicional, parece seguir la tendencia de un uso simplificado de las chinampas, lo constituye el establecimiento de pastos forrajeros para la introducción de ganado. Este proceso de Ganaderización (CHPI) se presenta en un bajo porcentaje de la superficie original (12%) y pareciera no corresponder a la tendencia general de la zona de estudio, en donde no se identifica este proceso como tal, ya que la presión de la urbanización es mayor y ha obligado más bien a confinar el uso ganadero a sistemas intensivos de producción (Figura 14).

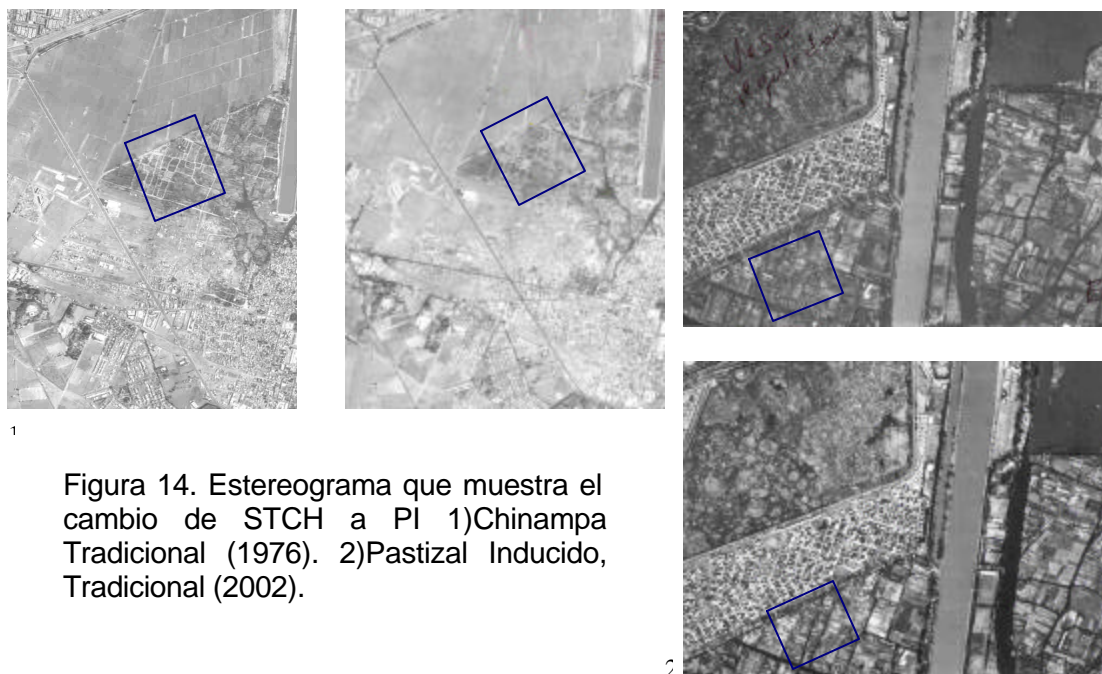


Figura 14. Estereograma que muestra el cambio de STCH a PI 1) Chinampa Tradicional (1976). 2) Pastizal Inducido, Tradicional (2002).

La Inundación en Chinampas (CHIN), más que un uso, corresponde a un proceso de reducción del potencial productivo de la zona, a consecuencia del manejo del agua de lluvia y de drenaje en el sur de la Ciudad de México. La superficie caracterizada por este proceso conjuntamente con terrenos ubicados fuera de la zona chinampera, forma parte de una unidad mayor, con la diferencia de que estos cuentan con la predominancia de vegetación acuática natural. Por esta causa y combinado con el hundimiento de los terrenos, el 8% de la chinampería ha quedado prácticamente deshabilitada. Este proceso se considera reversible en virtud de la posibilidad de que esta extensión se rellene y los canales cerrados se reactiven para mejorar la distribución del agua (Figura 15).

En 137 ha aproximadamente se registra un proceso de Tecnificación (CHINV) caracterizado tanto por la construcción de invernaderos, como por el desarrollo de sistemas productivos en donde se sustituyen y diversifican los sustratos para la producción de floricultura y en algunos casos de horticultura, también se han incrementado los insumos ya que se utiliza semilla mejorada, abonos, fertilizantes y plaguicidas, por lo que se considera como un proceso poco reversible, debido no solo a la inversión que le ha implicado a los propietarios, sino también por la

mayor rentabilidad que representa y el cambio cultural implícito en la comunidad y su descendencia. Así pues, este proceso se considera en expansión por constituir una mejor alternativa económica, que a su vez pone en fuerte riesgo la permanencia del sistema productivo tradicional, que solamente se vería rescatado con una sólida política de apoyo institucional y la aplicación de alternativas que incrementen su rentabilidad y competitividad (Figura 16).

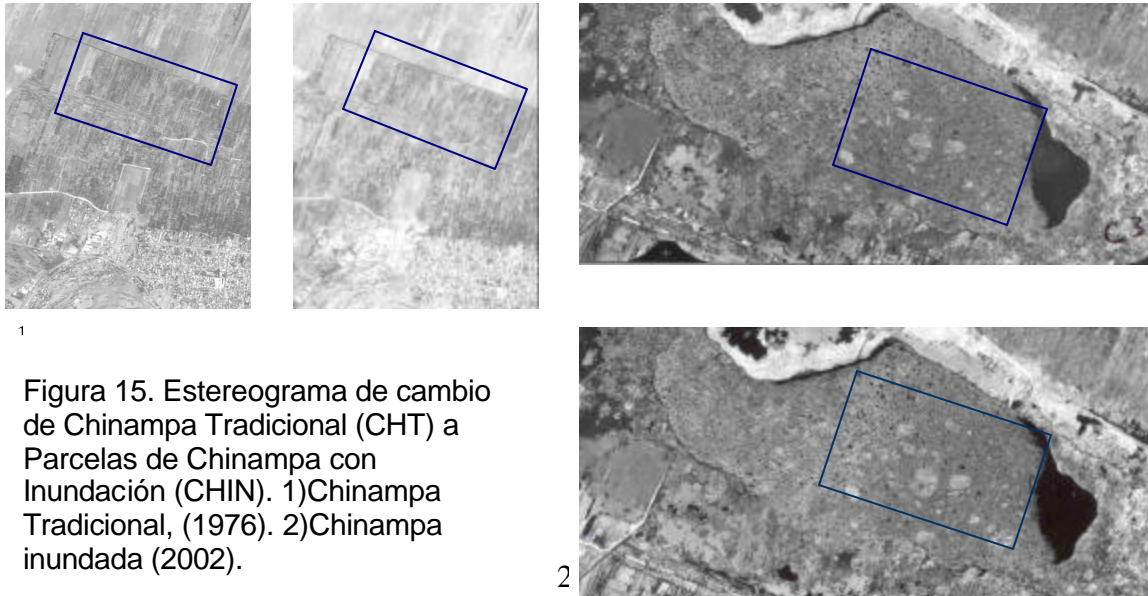


Figura 15. Estereograma de cambio de Chinampa Tradicional (CHT) a Parcelas de Chinampa con Inundación (CHIN). 1) Chinampa Tradicional, (1976). 2) Chinampa inundada (2002).

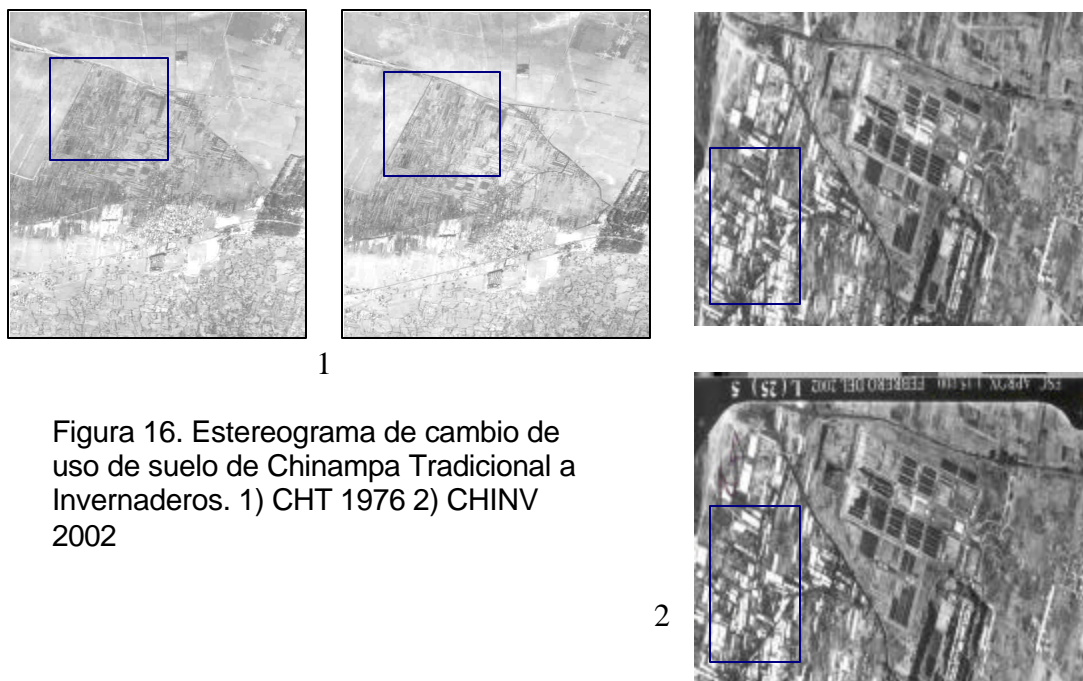


Figura 16. Estereograma de cambio de uso de suelo de Chinampa Tradicional a Invernaderos. 1) CHT 1976 2) CHINV 2002

6.3.2 Análisis comparativo de los procesos de uso de suelo de la Zona Chinampera con su entorno

Decir que la zona de estudio presenta un intenso proceso de urbanización podría parecer irrelevante si se considera que se encuentra ubicada en el Sureste del Distrito Federal sin embargo lo relevante aparece cuando se reporta que la transformación de tierras agropecuarias ocurrió a un tasa de casi el 5% anual por lo que en 26 años se paso de un territorio fundamente agrícola a uno urbano, lo que se complementa con una tasa de casi el 3% anual de transformación de tierras con otros usos a urbano (quizá el único cambio verdaderamente irreversible).

Este panorama contrasta fuertemente con el hecho de que 1,502 ha constituyen la permanencia de las chinampas que solo se perdieron a una tasa del 0.7% anual con respecto al área total; en principio este dato es afortunado por la posibilidad que le da a la permanencia de un sistema de producción agrícola con una alta carga cultural y de conservación, el reto es que es relicto de tradición pueda recuperar su esplendor por que por otro lado el dato desafortunado es que dentro de la extensión exclusiva de chinampas solamente el 23.4% de la superficie es utilizada aplicando el famoso sistema productivo tradicional que se ha venido abandonado también a una tasa alta del 5.4% anual dejando tras de si una ocupación que tiende a simplificar los sistemas de producción a través de la baja inversión de trabajo a cambio de una cada vez más alta inversión económica y de menor esfuerzo, como lo representa la producción de cultivo en las chinampas que en la actualidad ocupa el mayor porcentaje de la extensión chinampera y la creciente ocupación de chinampas con invernaderos que aun que es la de menor extensión se encuentra en pleno proceso de expansión. De esta manera la trayectoria que le depare el futuro tanto a las chinampas como al sistema productivo tradicional dependerá fundamentalmente de que los poseedores encuentren nuevamente una actividad redituable que se conjugue con una

intención tal vez utópica o idealista, pero con gran entusiasmo y amor por la tierra para seguir cultivando las chinampas y mantener viva esta tradición.

6.3.3 Los Procesos de cambio en la zona chinampera desde la perspectiva de los poseedores

Los cambios de uso de suelo que se han generado en esta zona, se han visto muy influenciados por las condiciones ambientales, climáticas y urbanas, pero principalmente por factores sociales y culturales que se han venido presentando actualmente. Por ello fue necesario conocer la opinión de los chinamperos mediante 40 entrevistas realizadas en las principales zonas productoras como son: Tláhuac, San Luis Tlaxialtemalco, San Gregorio y Barrio Caltongo.

Con ello se pudo conocer que, el 100% de los chinamperos entrevistados conocen este sistema tradicional chinampero, de los cuales el 3% de ellos renta las chinampas debido a que no cuenta con una propia (Figura 17), el 3% cuenta con una extensión de tierra y renta otra porción para aumentar su producción y el 94% son propietarios de varias chinampas.

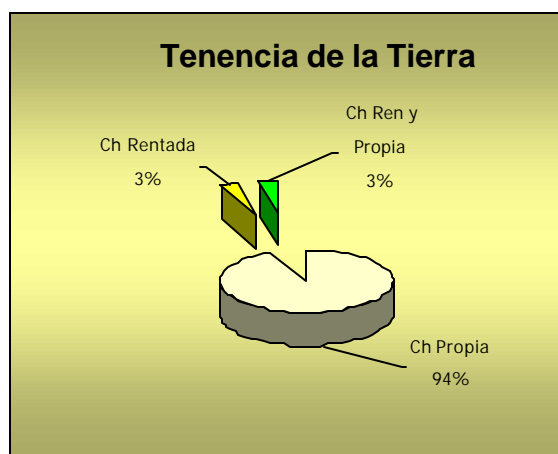


Figura 17. Tenencia de la Tierra

Actualmente la aplicación del Sistema de Cultivo Tradicional sólo la llevan a cabo el 55% del total de los entrevistados (Figura 20) principalmente en la zona de San

Gregorio Atlapulco, lugar donde en su mayoría es la producción de Hortalizas; el 31% ha optado por utilizar la tecnología de Invernaderos para aumentar su producción con menor esfuerzo en San Luis Tlaxialtemalco, zona en la que la principal actividad es la Floricultura y el resto ocupa ambos sistemas de producción (Figuras 18 y 19).



Figura 18. Producción en invernaderos.



Figura 19. Cultivo Tradicional

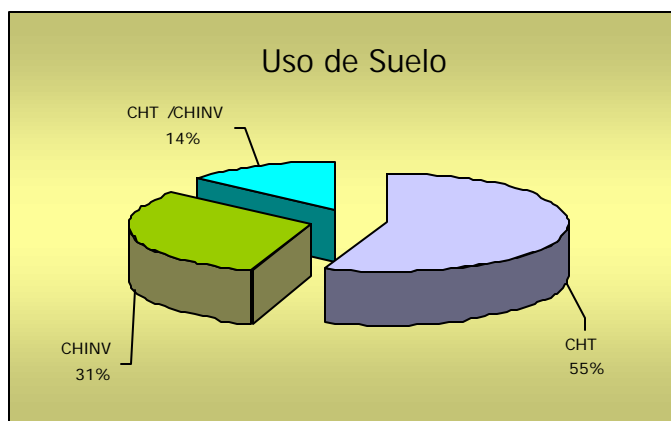


Figura 20. Métodos de producción en la zona chinampera.

En base a lo comentado por los chinamperos, se observó que el sistema de producción se ha ido diversificando de acuerdo a las necesidades y posibilidades económicas de los productores, tal es el caso de la utilización de invernaderos con la finalidad de aumentar sus niveles de productividad en menor tiempo y a su vez con menor esfuerzo.

Por otra parte los productores entrevistados han notado que efectivamente la zona chinampera ha mostrado una notable reducción del área productiva donde se aplica el sistema tradicional, coinciden en que esta disminución comenzó aproximadamente hace 30 años, sin embargo, este proceso ha sido más notorio a partir de los últimos 8 años, el 30% de los 40 entrevistados, considera que la principal causa de ello es el abandono de la gente, la falta de interés ante la permanencia de estos cultivos y por otro lado el 45 % piensa que el gobierno se ha mostrado muy desinteresado en que estas tierras de producción agrícola persistan (Figura 21).

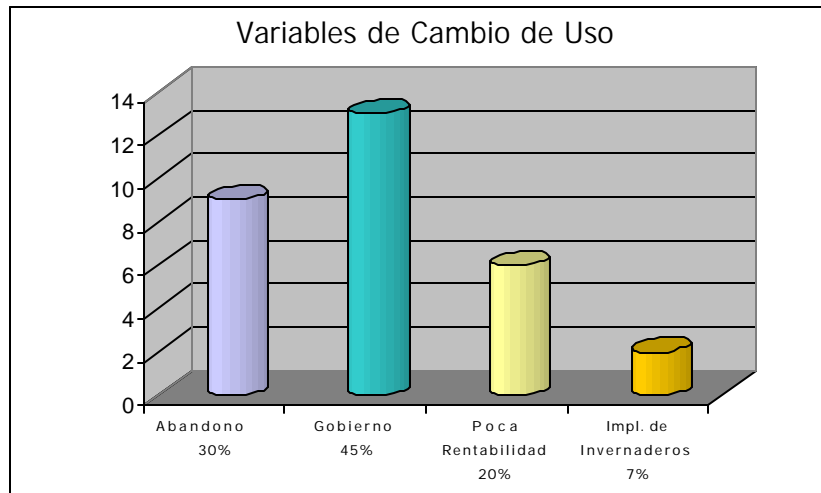


Figura 21. Variables de Cambio de Uso de Suelo.

Este abandono de las tierras logra que los asentamientos humanos crezcan sin control, por que la gente considera que si la tierra ya no es productiva baja su valor y por tanto lo mejor es utilizarlas con fines de uso habitacional (Figura 22), para evitar estos cambios de uso, la gente propone que debería haber vigilancia y que la venta de estas tierras sea a los mismos chinamperos que aun se dedican al cultivo y que las nuevas generaciones retomen el conocimiento de sus antepasados y sigan produciendo con el sistema tradicional pudiendo mantener así vivo este legado cultural y social de carácter hereditario.



Figura 22 Asentamientos Urbano y descargas de aguas residuales a los canales.



Otro resultado que arrojó la entrevista, es que el 40% de los 40 chinamperos entrevistados han recibido apoyos del gobierno por parte de CORENA y SAGARPA para infraestructura e insumos con fines productivos (Figura 23); 40 % cifra subtotal, de la cual consideran que solo 10% de los beneficiados le ha dado el uso correcto al apoyo invirtiéndolo directamente en las chinampas, mientras que el 90% no lo ha empleado correctamente ya que lo gastan para otras actividades de carácter personal, dando como resultado que estos apoyos no han causado impactos benéficos para la conservación de la chinampería.

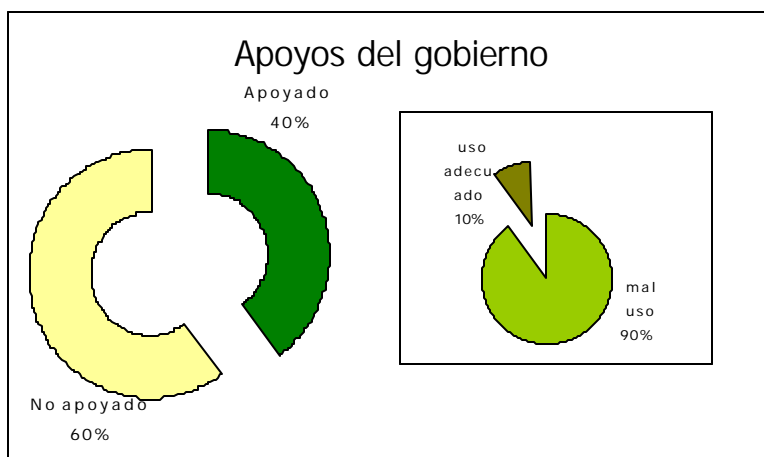


Figura 23 Total de chinamperos apoyados por el gobierno.

El uso de invernaderos se acentúa más en la zona de San Luis Tlaxialtemalco. Consideran que este método representa mayores beneficios para la producción (Figura 24). El 43% del total de los entrevistados está de acuerdo en la aplicación de este uso, debido a que las condiciones son más controladas, y por tanto hay mayor producción todo el año, pueden incluir más variedad de especies y la mano de obra es menor, el 20% se muestra indiferente ante el cambio y el 36% no está de acuerdo por que se están cerrando los canales con la finalidad de facilitar el acceso de los autos lo cual implica que el paso de agua se vea alterado en todas las zonas así como el paso de las canoas, y por otro lado, los fertilizantes químicos utilizados se van al subsuelo causando un aumento de la salinidad y contaminación.

En el mismo sentido, el 90% del total de los entrevistados está de acuerdo en que se debe rescatar la aplicación del Sistema Tradicional de Cultivo de la zona Chinampera, sin embargo ellos mismos no están dispuestos a regresar a este método, ya que consideran que es bueno pero no para ellos debido al gran esfuerzo que implica el retomar este tipo de producción, puesto que tendrían que dedicar mas tiempo y trabajo mas duro y complejo (Figura 25).

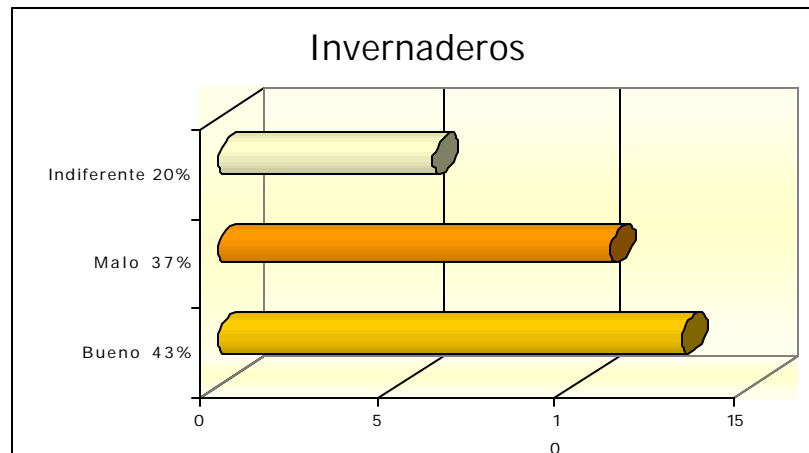


Figura 24. Criterios del Uso de Invernaderos

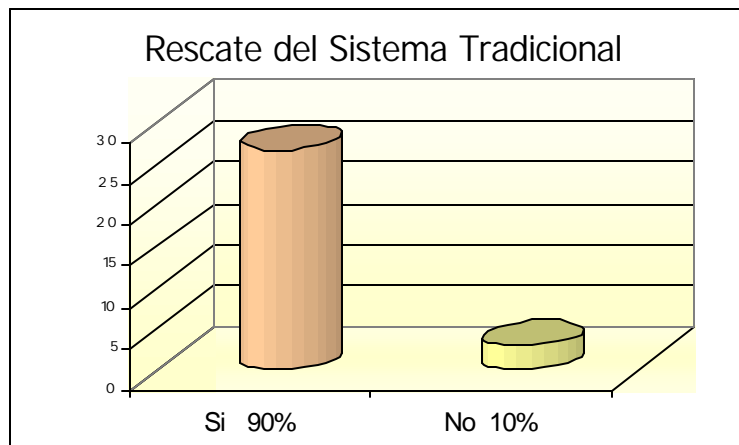


Figura 25. Rescate Chinampero.

Finalmente la mayoría de la gente considera que la mejor manera de recuperar nuevamente la zona inundada para reactivarlas con fines de producción (Figura 26) es rellenando si es necesario con desperdicio o cascajo en las partes profundas y la capa superficial con tierra fértil y de buena calidad, lo cual permitiría nuevamente contar con mayor superficie agrícola para obtener mayores ganancias y por tanto mayores beneficios económicos a nivel familiar y por tanto regional.

Sólo que temen que al realizar estas medidas de reactivación de terrenos agrícolas, no haya un buen manejo de las aguas de escurrimiento por parte del

gobierno, debido a la falta de infraestructura hidráulica, lo que traería como consecuencia de nueva cuenta el abandono de las mismas tierras y por tanto el de una parte de este sistema de producción de gran valor sociocultural y económico como lo es el SISTEMA TRADICIONAL CHINAMPERO.



Figura 26.- Zonas de Chinampería Tradicional inundada con agua residual.

7. CONCLUSIONES



1. Los patrones de uso del suelo al interior de la chinampería son muy diferentes a los de su entorno, ya que la predominante permanencia del uso agrícola en las chinampas, contrasta con el prevaleciente proceso de urbanización identificado en los alrededores.
2. En la dinámica de la zona chinampera ha prevalecido la diversificación productiva por sobre la permanencia del sistema productivo tradicional al generarse 3 nuevos sistemas productivos.
3. La tendencia principal en el uso de las chinampas es hacia la simplificación del sistema productivo ya que actualmente se realiza en 568 ha.
4. En los procesos de cambio en la zona chinampera predominan los de carácter reversible.
5. El abandono del sistema de producción tradicional chinampero responde fundamentalmente a razones culturales y socioeconómicas, determinado por la renuencia de las nuevas generaciones a la continuidad agrícola y la baja rentabilidad.
6. El uso de chinampas con mayor tecnificación (producción en invernadero), tiende a aumentar debido a que las nuevas generaciones ven a ésta como una alternativa de menor esfuerzo y mayor rentabilidad.

8. PROPUESTAS



1. Promover el rescate y la permanencia del sistema de cultivo tradicional chinampero mediante estímulos económicos a través de esquemas semejantes al pago por servicios ambientales.
2. Campaña de difusión y promoción al consumo de productos chinamperos tradicionales.
3. Saneamiento hidrológico (agua y sedimentos) de la zona chinampera.
4. Las actividades turísticas incluyan el conocimiento de la aplicación del sistema productivo tradicional.
5. Investigar el arraigo de valores culturales en la comunidad y su descendencia y hasta donde estos incluyen la permanencia o rescate del sistema productivo tradicional.

9. LITERATURA CITADA



- AGUAYO, M. 1992. Aspectos microbiológicos y de calidad del agua de cuatro canales de Xochimilco. In: STHEPHAN-OTTO (Coord.), Primer seminario internacional de investigadores de Xochimilco México D.F.
- ALARCÓN-CHÁIRES, P. 1998. Cambios en la Vegetación y uso del suelo en la Meseta Purhepecha, el caso de Nahuatzen, Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad botánica de México*. 62: 29-37.
- BOJORQUEZ, L; VILLA, F. 1992. La zona lacustre de Xochimilco: reconstrucciones hipotéticas. In: STHEPHAN-OTTO (Coord.), Primer seminario internacional de investigadores de Xochimilco México D.F.
- BRIDGES, E. M. y VAN BAREN, H. V. 1996. Soil: An overlooked, undervalued and vital part of the human environment. In: Bi-Annual Report 1995-1996. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) 9-19.
- CARABIAS, J. 1990. Las políticas de producción agrícola, la cuestión alimentaria y el medio ambiente. In: LEFF, E. Medio Ambiente y Desarrollo en México. Vol I. CIIH. Miguel Ángel Porrúa. México. 329-356.
- CHRISTIAN, C. S. y STEWART, G. 1968. *Methodology of integrated surveys*. Aerial Surveys and Interpreted Studies. Proc. UNESCO Conf. Principles Methods Integrating Aerial Studies Nat. Res. Potential Develop. Toulouse, 1967. pp. 233-280.
- FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes 48. Roma. 105 pp.
- FAO. 2001. Indicadores de la calidad de la tierra: aspectos del uso de la tierra, del suelo y de los nutrimentos de la plantas. FAO, Roma, Italia. Pág. 1-3
- FRANKLIN, S. E. 2001. Remote sensing for Sustainable forest Management. Lewis Publisher. London 407 pp.
- GDF-SMA, 2000. Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.
- HERRERA, B. 1983. Elementos de Fotogrametría. Uso de materiales aerofotográficos. Chapingo. México. 173 pp

- HOHL, P. and MAYO, B. 1997. Arc View GIS Exercise Book, 2a. Ed. On Word Press. Thompson Learning. México 432 pp.
- HUTCHINSON, S. and DANIEL, L. 2000. Inside Arc View GIS, 3rd Ed. On Word Press. Thompson Learning. México 488 pp.
- INEGI, 1997. Unidades de suelo de acuerdo con el sistema FAO/UNESCO de 1968 modificado por INEGI, en 1997. Carta Geológica
- LILLESAND, T.M. and KIEFER, R. W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd Ed. John Wiley and Sons. New Cork, 612 pp.
- LIRA J., 1991. La Percepción Remota: Nuestros ojos desde el espacio. Fondo de cultura económica, México D.F.
- LÓPEZ, B. F. 2003. Degradación forestal y cambios de uso de la tierra en una zona con influencia urbana. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. México. 74 pp.
- LÓPEZ, R. G. F. 1988. Sistema Agrícola de Chinampas *perspectiva agroecológica*. Chapingo, México. Págs. 9, 11-13,16, 43-49.
- NAVARRO, P. M. y LEGORRETA, G. 1988. Sistemas de Información Geográfica. Teoría introductoria y ejercicios con AutoCAD e IDRISI. Publicaciones Docentes del Museo de Zoología "Alfonso L Herrera" No. 2. Facultad de Ciencias de la UNAM. México. 163 pp.
- ORTIZ S. C. Y CUANALO DE LA C, H. 1984. *Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Un sistema de clasificación de tierras*. 2^a. Edición Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 86 pp.
- PETERSON T. y CHALIF E., 2000. Aves de México, Guía de campo. Edit. Diana, 4^a Impresión, México. 473 pp.
- FIRCO-SAGARPA, 2002, Plan Rector de Producción y Conservación de la Microregión Chinampera
- ROJAS, R. T. 1993. La agricultura Chinampera compilación histórica. 2^a edición. Chapingo, México. Págs. 45-46,133, 157,258.
- SÁNCHEZ, S. O.1980. La flora del Valle de México. 1^a reimpresión. Edit. Herrera. México D.F.

- SEMARNAT, 2002. Informe del uso del Suelo del 2002.
- SEMARNAT, 2002. Lietchinger W. V. Informe General de la situación general del Medio Ambiente en México.
- SORIA, R. J., ORTIZ, C., ISLAS, F. y VOLKE, V. Sensores Remotos, Principios y Aplicaciones en la Evaluación de los Recursos Naturales, Experiencias en México. Publicación especial No. 7. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo. México, 93 pp.
- SSP, 1981. Guía para la interpretación de cartografía del DF. 49 pp.
- STEPHAN-OTTO, P. E. Y LÓPEZ, B. F. 2001. Perspectivas Modernas de la Chinampería de Xochimilco: una propuesta de evaluación integral de sus sustentabilidad. PAPIIT-DGAPA-UNAM, México, Pág.1.
- STRANDBERG, C. 1975. Manual de Fotografía Aérea. Ed. Omega. Barcelona. 268 pp.
- VELÁZQUEZ ALEJANDRO, et. al., 2003. Land Use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, México.
- VELÁZQUEZ ALEJANDRO, et. al., 2002. Análisis del cambio de uso del suelo, mapas del análisis del cambio de uso del suelo. Instituto de Geografía de la UNAM. SEMARNAT.
- VERUETTE, J. 1967. Notas sobre Fotogrametría y Fotointerpretación. Instituto Nacional Agrario. Caracas.
- VINK, A. 1975. Land use in Advancing Agriculture. Springer Verlag. 394 pp.

10. ANEXO



ENTREVISTA ZONA CHINAMPERA DE XOCHIMILO D. F.

Nombre:

1.- ¿Desde cuándo es Chinampero (raíces)?

2.- La Chinampa es propia () Rentada ()

3.- Sistema Tradicional () No tradicional (), Cual?

4.- ¿Que tan redituable es su producción?

a) Producción

Buena ()

Mala ()

Regular ()

b) Económica

Buena ()

Mala ()

Regular ()

5.- ¿Ha notado una reducción notable sobre el área Chinampera? Nosotros hemos calculado que se ha reducido en 3% en 26 años ¿coincide con esto?.

Si (), desde cuándo? _____ No ()

6.- ¿Cuál considera usted que es la causa principal de está perdida?

Abandono de la gente () El Gobierno () Poca rentabilidad ()

7.- ¿Cree usted que se ha estado perdiendo el sistema tradicional en las Chinampas? Nosotros hemos calculado que se ha reducido en 80% en 26 años ¿coincide con esto? ¿Esta de acuerdo con esa tendencia?

Si ()

No ()

8.- ¿Cuál considera usted que es la causa principal de está pérdida?

Otras alternativas de producción (Poca rentabilidad) ()

Abandono o desinterés de la familia ()

Falta de atención del Gobierno ()

9.- ¿Qué consecuencias cree que se están produciendo?

10.- ¿Que alternativas se podrían implementar para no perder este patrimonio?

11.- ¿Recibe usted o algún otro chinampero apoyos del gobierno?

Si () Como lo emplea? _____ No ()

12.- ¿Considera que si ha ayudado a la conservación de la Chinampera?

No (), ¿Por qué?

Si (), ¿De que forma?

13.- ¿Esta de acuerdo en el proceso de simplificación productiva (explicarles qué es) que hemos detectado en el estudio?

14.- ¿Por qué cree que se han implantado los invernaderos?

15.- Si esto está en aumento o si es el uso futuro de las chinampas

¿Cómo lo califica?

Bueno () malo () indiferente ()

16.- ¿Según usted que efectos tiene esto en las chinampas?

17.- ¿Considera que es importante recuperar la aplicación del sistema tradicional?

SI (),

¿Que propondría?_____

No (), ¿Por qué?

18.- Nosotros calculamos que 8% de las chinampas se han deshabilitado por inundación (precisar ubicación) ¿coincide con esto?

19.- ¿Cuál es la causa principal de esto?

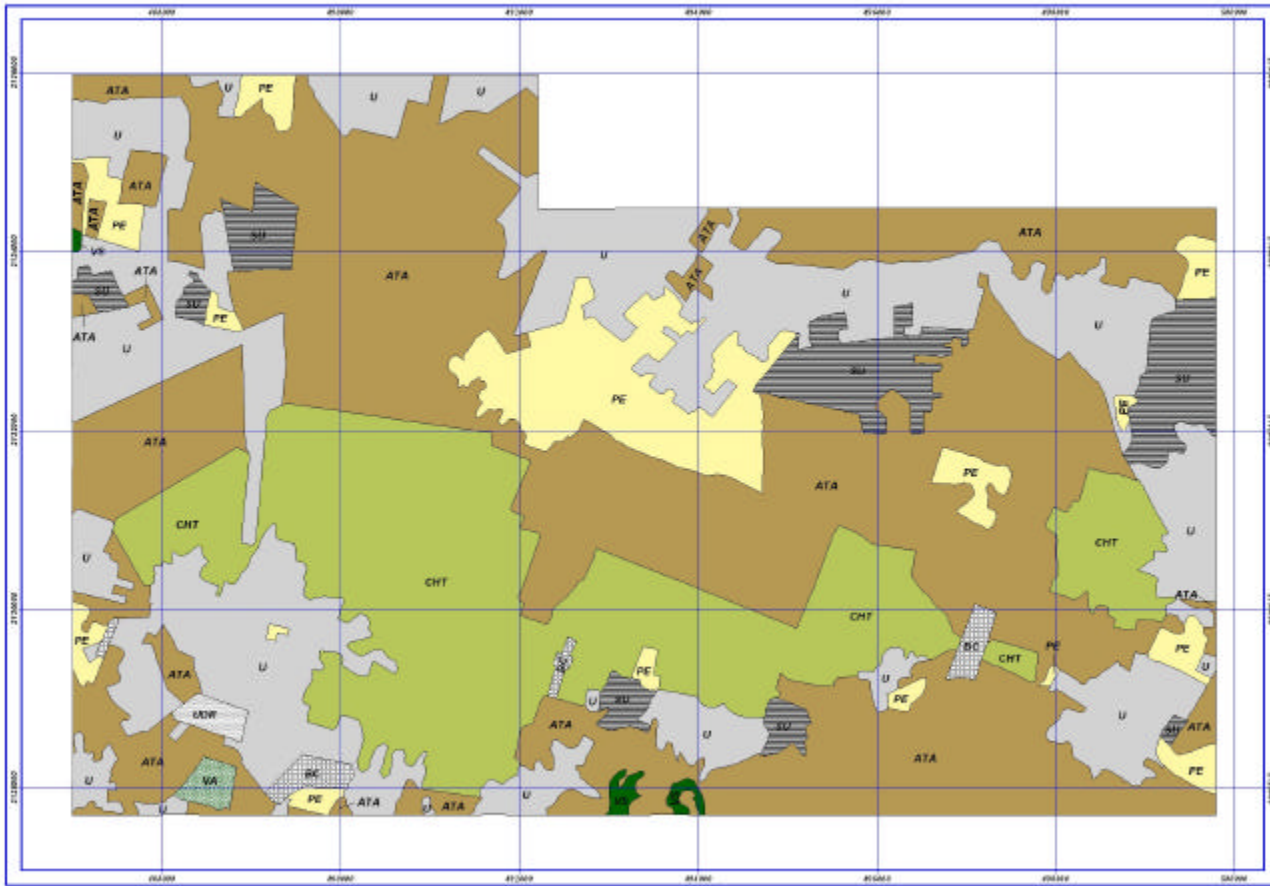
20.- ¿Considera que habría que rehabilitarlas?

Si (), ¿Qué propondría?

NO (), ¿Por qué?

Uso de Suelo de 1976

Zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac, D.F.



LEYENDA

Uso de Suelo del 1976

- CHINAMPAS**
- CHT** Tradicional
- USO AGRICOLA**
- ATA** Temporal Anual
- USO URBANO**
- U** General
- BU** Semi Urbano
- DR** Deportivo Recreativo
- BO** Bosque Cultivado
- USO PECUARIO**
- PE** Pecuario Extensivo
- VEGETACION NATURAL**
- VA** Vegetación Acuática
- SEW** Vegetación Secundaria

Escala 1:25,000

Cambios de Uso del Suelo en la Zona Chinampera de Xochimilco, D.F. (Proyecto PAPIT W43591, UNAM)

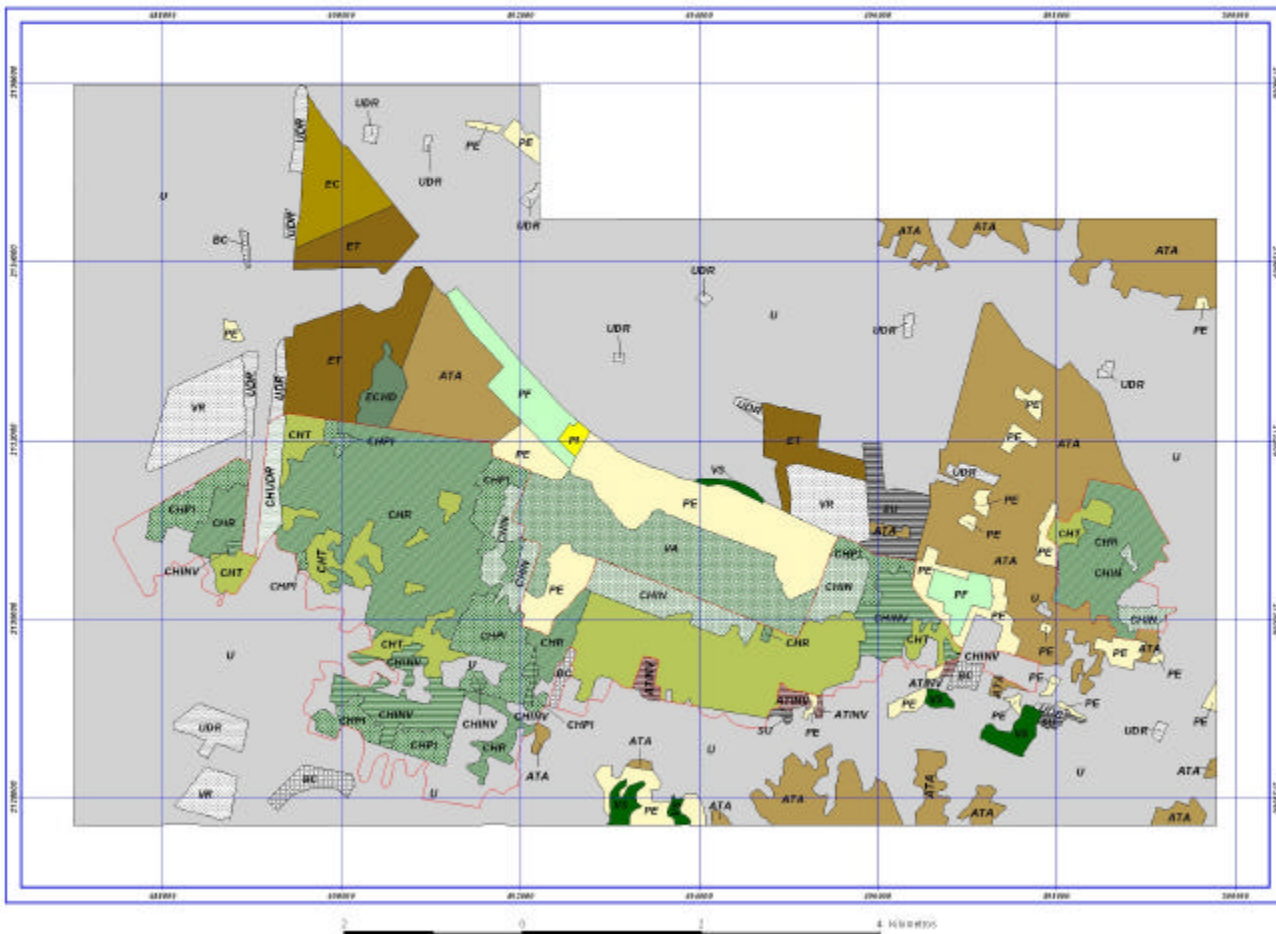
Mapa elaborado en el Laboratorio de Estudios de la FES ZARAGOZA, UNAM, por Luis El Valenzuela Sandoval, Luzbeth Álvarez Gómez y M. en C. Faustino López Barrera. Con el apoyo de la FES 32 Puentes, Morelia Delegación, escala 1:10,000, POCEP 2009 y Ocho Pop 2002

Sistema de coordenadas: UTM MGRS 1976, Zona 14



Uso de Suelo de 2002

Zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac, D.F.



LEYENDA

Uso de Suelo del 2002

CHINAMPAS

- CHT Tradicional
- CHM Riego
- CHND Invernaderos
- CHNI Pastizal Inducido
- CHNS Inundación
- CHUC Deportivo Recreativo
- USO AGRICOLA
- ATA Temporal Anual
- ATAI Invernaderos
- USO URBANO
- U General
- SU Semi Urbano
- UDR Deportivo Recreativo
- UDC Parque Cultural
- VR Control de Inundación
- USO ECOLOGICO
- VA Terrestre
- VAI Conservación
- VAII Chinampas Demostrativas
- USO PECUARIO
- PI Intensivo
- PE Extensivo
- USO FORESTAL
- PF Producción
- VEGETACION NATURAL
- VA Acuícola
- VAII Secundaria

Limite de Chinampa Tradicional en 1976

Escala 1:25,000

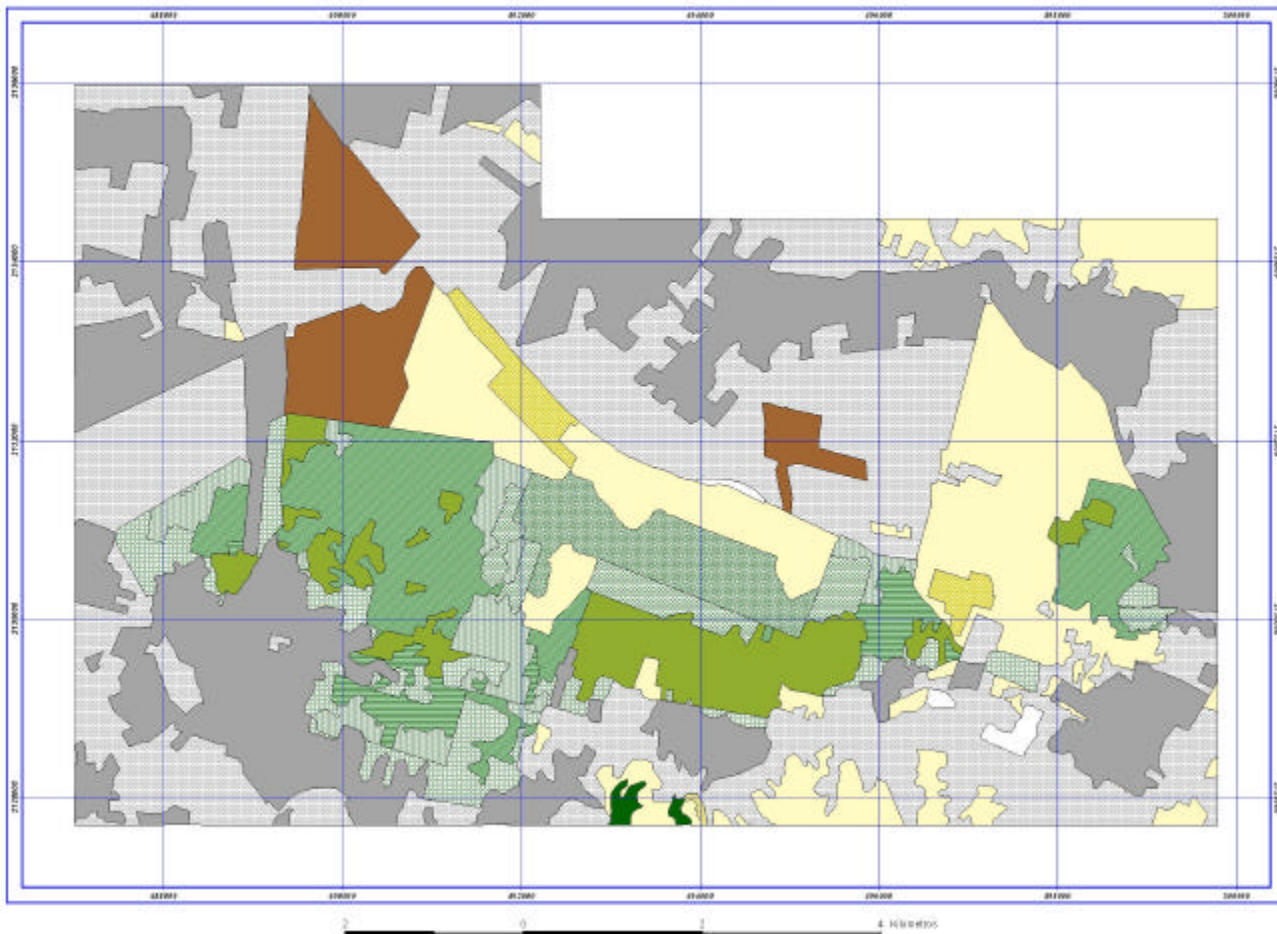
Cambios de uso del Suelo en la Zona Chinampera de Xochimilco, D.F. (Proyecto P4P07 W20001, UNAM)

Mapa elaborado en el Laboratorio de Estudios de la Zona Chinampera, UAM-Xochimilco, por Luis El Valencia Mendocino, Judith Alvarez-Gonzalez y M. en C. Faustino López Barrera. Con el apoyo del Vicerrectorado de Planeación y Gestión Urbana y el Comité de Planeación Urbana y del Distrito Federal.

Sistema de coordenadas: UTM MAD 1927, ZONA 14

Procesos de cambio del Uso de Suelo

Zona Chinampera de Xochimilco y Tláhuac, D.F.



LEYENDA

- Procesos de Cambio
- CHINAMPAS
 - Permanencia Tradicional
 - Simplificación Agrícola
 - Urbanización en Chinampa
 - Consolidación
 - Inundación en Chinampa
 - Tecnificación
 - ZONA PERIFÉRICA
 - Permanencia Urbana
 - Urbanización
 - Inundación
 - Permanencia Agropecuaria
 - Ecología Turística
 - Tecnificación Forestal
 - Revegetación
 - Permanencia de Veg. Nat.
 - Deforestación

Escala 1:25,000

Cambios de Uso del Suelo en la Zona Chinampera de Xochimilco, D.F. (Proyecto PAP/07) INEGI/UNAM

Mapa elaborado en el Laboratorio de Estudios de la PDS ZARAGOZA, UNAM por Luis St. Valencia Sánchez, Zoroberto Álvarez Gómez y M. en C. Roberto López Barrera. Con el apoyo Arc Viter 3.2 Fuente: Base Delegacional escala 1:10,000. Fichas de 2000 y Guía Pro/ 2002

Sistema de coordenadas: UTM MAD 18Q7, ZONA 14