



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN AGROECOSISTEMAS
PERIURBANOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
LILIAN LUCIO ROJAS

DIRECTORA DE TESIS
DRA. HELENA COTLER ÁVALOS
Centro Geo

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Agradecimientos

Al Posgrado en Geografía de la UNAM, al Instituto de Geografía de la UNAM, así como a la misma Universidad por las oportunidades brindadas durante mi formación profesional.

A Carlos Geovani Santana, Mario Rufino, Víctor Manuel Rodríguez y Francisco Contreras por su disposición, por su tiempo, por sus experiencias compartidas y por la confianza brindada, fundamental para la realización de este proyecto. Adicionalmente, les agradezco por mantener la cultura agrícola en la Ciudad de México con un enfoque sustentable de sus agroecosistemas, así como proveer alimentos a la urbe mientras mantienen sus ambientes y sus respectivas particularidades culturales.

Al laboratorio de Geografía Física y sus responsables, del Instituto de Geografía de la UNAM por las facilidades brindadas para el uso de sus instalaciones y equipos durante los muestreos, así como del pretratamiento y los respectivos análisis de suelos.

Al laboratorio de Edafología Experimental del Instituto de Geología de la UNAM (IGL, UNAM-LANGEM) por sus disposiciones en los respectivos análisis de suelos realizados.

Al proyecto Chinampayolo por las disposiciones brindadas para las reuniones con productores agroecológicos, así como por su labor ambiental y social que realizan.

A la Dra. Helena Cotler por todo el apoyo, disposición y tiempo brindado previo y durante la realización de este proyecto.

A mis sinodales: Marta Astier, José María León, Silke Cram y María José Ibarrola por la disposición brindada, así como sus revisiones que enriquecieron este trabajo.

A mi familia por todo el apoyo recibido durante la realización de este proyecto.

Al compañerismo por toda la colaboración, asesoría y apoyo brindado durante todo este proceso.

A CONACYT por el apoyo económico brindado durante la maestría.

Este proyecto fue desarrollado en el marco del proyecto apoyado por SECTEI (Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación) “Innovaciones socio-ambientales para fortalecer los sistemas agro-alimentarios desde las instituciones de educación e investigación. Redes Alimentarias Alternativas y Sustentabilidad en la Ciudad de México”

“Sin importar que tan urbana sea nuestra vida, nuestros cuerpos viven de la agricultura; nosotros venimos de la Tierra y retornaremos a ella, y es así que existimos en la agricultura como existimos en nuestra propia carne”

(Wendel Berry)

Contenido

Contenido	4
Índice de figuras	7
Índice de cuadros	9
Índice de anexos	10
Resumen	11
Summary.....	12
1. Introducción	13
2. Marco teórico	14
2.1. <i>Agroecología</i>	14
2.1.1. Agroecología como ciencia	14
2.1.2. Prácticas agroecológicas	22
2.1.3. Agroecología y movimientos sociales	25
2.2. <i>Transición agroecológica</i>	29
2.2.1. Análisis de la transición agroecológica con enfoque de sustentabilidad.....	31
3. Antecedentes.....	34
3.1. <i>Agroecología periurbana</i>	34
3.2. <i>Agroecología en la Ciudad de México</i>	36
3.2.1. Legislación y Políticas públicas en materia de agroecología en la Ciudad de México	36
4. Justificación	40
4.1. <i>La geografía en el análisis de la transición agroecológica</i>	40
5. Pregunta de investigación, objetivo general y objetivos específicos	42
5.1 <i>Preguntas de investigación</i>	42
5.2 <i>Objetivo general</i>	42
5.3 <i>Objetivos particulares</i>	42
6. Características de la zona de estudio	43
7. Métodos	48
7.1. <i>Identificación de los productores agroecológicos</i>	48
7.2. <i>Selección de los sitios de estudio</i>	49
7.3. <i>Mapeo de la finca y selección de los sitios de muestreo</i>	50
7.4. <i>Entrevista semiestructurada e historia productiva del agroecosistema</i>	51

7.5.	<i>Muestreo del suelo.</i>	52
7.6.	<i>Análisis de suelos en laboratorio</i>	52
7.6.1.	Densidad aparente.....	53
7.6.2.	pH y Conductividad eléctrica	53
7.6.3.	Textura	54
7.6.4.	Cationes intercambiables y fósforo disponible.....	54
7.6.5.	Carbono y Nitrógeno total	55
7.7.	<i>Análisis de los resultados</i>	55
7.7.1.	Sistematización de los cambios estructurales de los agroecosistemas en la transición agroecológica	55
6.1.1.	Calidad de suelos	55
6.1.2.	Análisis multicriterio para la evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas en la transición agroecológica	57
6.1.1.	Identificación de fortalezas y debilidades.....	59
6.1.2.	Identificación general de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de los agroecosistemas estudiados.	59
8.	Resultados	61
8.1.	<i>Caracterización de los agroecosistemas</i>	61
8.1.1.	Información personal e historia productiva.....	61
8.1.2.	Características productivas	62
8.1.3.	Características económicas y comerciales	67
8.1.4.	Características sociales y organizacionales	69
8.2	<i>Calidad de suelo de los agroecosistemas</i>	69
8.3.	<i>Sistematización de los cambios estructurales de los agroecosistemas en la transición agroecológica</i>	71
8.3.1	Agroecosistemas chinamperos	71
8.3.2	Agroecosistemas de montaña	77
8.3.1.	Características culturales identificadas en la transición agroecológica	81
8.4.	<i>Identificación de conductores (drivers) organizacionales, institucionales, comerciales y técnicos identificados para la transición agroecológica.</i>	84
8.4.1	Agroecosistemas chinamperos	84
8.4.2	Agroecosistemas de montaña	87
8.4.3.	Aspectos similares y diferentes identificados en la transición agroecológica de los agroecosistemas estudiados	90
8.5.	<i>Evaluación multicriterio de la sustentabilidad de los agroecosistemas en su transición agroecológica</i>	92
8.5.1	Agroecosistemas chinamperos	92
8.5.2	Agroecosistemas de montaña	96
8.6.	<i>Fortalezas y debilidades identificadas en los agroecosistemas estudiados durante la transición agroecológica.</i>	98
8.6.1	Fortalezas y debilidades familiares	98
8.6.2	Fortalezas y debilidades familiares	99
8.6.3	Fortalezas y debilidades en el tema productivo.....	100
8.6.4	Fortalezas y debilidades económicas y comerciales	104
8.6.5	Fortalezas y debilidades Institucionales.....	105
8.6.6	Fortalezas y debilidades sociales.....	106
8.7.	<i>Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de los agroecosistemas periurbanos estudiados en transición agroecológica</i>	108

9. Discusión	111
9.1. <i>Factores de manejo en la transición agroecológica</i>	<i>111</i>
9.2. <i>Calidad del suelo.....</i>	<i>112</i>
9.3. <i>Factores personales y culturales en la transición agroecológica.....</i>	<i>113</i>
9.3.1. <i>Manejo agroecológico y manejo orgánico.....</i>	<i>114</i>
9.4. <i>Factores económicos y comerciales.....</i>	<i>116</i>
9.5. <i>Factores sociales.....</i>	<i>117</i>
9.6. <i>Pandemia por Covid-19</i>	<i>118</i>
9.7. <i>Factores institucionales</i>	<i>119</i>
10. Conclusiones.....	122
11. Reflexiones finales.....	124
12. Referencias	125
Anexos	132

Índice de figuras

Figura 1. Componentes estructurales en un agroecosistema	18
Figura 2. Función de los componentes de biodiversidad y estrategias para mejorar	21
Figura 3. Estructura y procesos del agroecosistema.	23
Figura 5. Representación de la transición agroecológica como una restauración de las funciones ecosistémicas, a partir de un estado degradado hacia uno multifuncional.	30
Figura 6. Sistema en cuestión representado por una esfera que se desplaza por un paisaje de estabilidad.	31
Figura 7. Representación del uso de los atributos de resiliencia y adaptabilidad en el proceso de cambio gradual en los sistemas en transición.....	33
Figura 8. Suelo de Conservación de la Ciudad de México	37
Figura 9. Zonas de estudio dentro del SC de la Ciudad de México.	43
Figura 10. Ubicación de los sitios de estudio..	50
Figura 11. Proceso de mapeo de la finca con los dos productores chinamperos de este estudio.	51
Figura 12. Diagrama del análisis con perspectiva multinivel y temporal retrospectivo utilizado en este estudio para analizar la transición agroecológica de los agroecosistemas estudiados, basado de los diagramas de “anclaje” de un paisaje socio técnico turbulento de Geels et al., (2008) adaptado por Tittone (2019); y el de escalas anidadas de Anderson et al., (2019).	58
Figura 12. Edad de los productores, su tiempo en la agricultura y tiempo de transición agroecológica (TA) de sus respectivos agroecosistemas.....	61
Figura 13. Mapa de la finca del agroecosistema Chinampa 1.....	64
Figura 14. Mapas de la finca de los agroecosistemas: a) Chinampa 2 y b) Montaña 1.	65
Figura 15. Actividades económicas complementarias a la actividad agrícola en los agroecosistemas estudiados. 68	
Figura 16. Puntos de venta de los agroecosistemas estudiados a 5 y 20 años de transición agroecológica según corresponda. En color azul cielo los puntos de venta convencional, y en azul marino los puntos de venta alternativos (con valor agregado a los productos).....	69
Figura 17. Resultados de los indicadores de calidad de suelo de los agroecosistemas chinamperos (izquierda) y de montaña (derecha) en relación con los valores óptimos o el 100%.	70
Figura 18. Índice de calidad de suelos en los cuatro agroecosistemas estudiados.	71
Figura 19. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 1 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).	73
Figura 20. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 1 a 5 años de transición agroecológica. 73	

Figura 21. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 2 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).	76
Figura 22. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 2 a 6 años de iniciada su transición agroecológica (t2).	76
Figura 23. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 1 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).	78
Figura 24. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 1 a 5 años de iniciada su transición agroecológica (t2).	78
Figura 25. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 2 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).	80
Figura 26. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 2 a 20 años de iniciada su transición agroecológica (t2).	80
Figura 27. Interrelación de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Chinampa 1.	84
Figura 28. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Chinampa 2.	86
Figura 29. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Montaña 1.	87
Figura 30. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Montaña 2.	89
Figura 31. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Chinampa 1 dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 5 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.	93
Figura 32. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Chinampa 2, dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 6 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.	93
Figura 33. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Montaña 1, dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 5 años de transición al 2020.	96
Figura 34. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Montaña 2, dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 20 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.	97

Índice de cuadros

Cuadro 1. Indicadores físicos, químicos y biológicos, para evaluar la calidad del suelo y su relación con la funcionalidad del suelo y la tendencia esperada para una mejor calidad de suelo.	20
Cuadro 2. Ejemplos de sistemas de manejo de suelo, vegetación, agua, entre otros, utilizado por campesinos de América Latina.	24
Cuadro 3. Características del enfoque convencional y agroecológico en los sistemas agrícolas.	27
Cuadro. Características principales del manejo agroecológico y convencional como criterio de selección.	49
Cuadro 5. Selección de los sitios de estudio	50
Cuadro 5. Muestras realizadas en los agroecosistemas seleccionados.	52
Cuadro 6. Matriz de indicadores de calidad de suelos para diagrama amoeba de los agroecosistemas chinamperos.	56
Cuadro 7. Matriz de indicadores de calidad de suelos para diagrama amoeba de los agroecosistemas de montaña.	56
Cuadro 8. Derivación de los criterios e indicadores de sustentabilidad para los agroecosistemas periurbanos estudiados.	57
Cuadro 9. Indicadores de sustentabilidad en los agroecosistemas chinamperos para elaboración de amoeba. ...	94
Cuadro 10. Indicadores de sustentabilidad en los agroecosistemas de montaña para elaboración de amoeba. ...	94
Cuadro 11. Fortalezas (gris claro) y dificultades (gris oscuro) personales, familiares y productivas identificadas que han experimentado los productores durante su transición agroecológica.	102
Cuadro 12. Fortalezas (gris claro) y dificultades (gris oscuro) socioeconómicas mencionadas por los productores durante su transición agroecológica.	102
Cuadro 13. Debilidades y fortalezas identificadas en los agroecosistemas periurbanos de la Cd. Mx durante su transición agroecológica.	109
Cuadro 14. Amenazas y Oportunidades identificadas en los agroecosistemas periurbanos de la Cd. Mx. durante su transición agroecológica..	110

Índice de anexos

Anexo 1. Criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales. (Masera et al., 2000)	132
Anexo 2. Propiedades de los sistemas socio-ecológicos y su implicación a la resiliencia y adaptabilidad. Adaptado de (Adaptado de Cabel & Oelofse, 2012 y Tiftonell, 2019)	133
Anexo 3. Estructura temática de la entrevista semiestructurada	134
Anexo 4. Características de los agroecosistemas chinamperos (Chinampa 1 y 2).	136
Anexo 5. Características de los agroecosistemas de montaña (Montaña 1 y 2)	137
Anexo 6. Resultados de los análisis de suelo en laboratorio, por agroecosistema de estudio.	138

Resumen

El proceso de transición agroecológica implica una serie de cambios simultáneos a nivel de las innovaciones técnicas (agronómicas y tecnológicas) e institucionales, socioculturales, económicas, organizacionales y normativas, que ocurren a diferentes escalas temporales y espaciales. La premisa teórica es pasar de un sistema agrícola ambientalmente degradado (bajo manejo convencional), a uno diversificado que ofrezca servicios ambientales y socioculturales (bajo manejo agroecológico). El objetivo de este trabajo fue identificar, analizar y sistematizar los factores tecnológicos, ambientales, sociales, institucionales, familiares y económicos que han fortalecido o debilitado el desempeño de los sistemas agrícolas bajo un proceso de transición agroecológica (de 5 a 20 años) a partir de las experiencias de los productores (y sus familias) periurbanos de Tlalpan y Xochimilco, Ciudad de México. Se estudiaron dos agroecosistemas chinamperos (Xochimilco) y dos de montaña (Tlalpan). Se seleccionaron indicadores para medir la sustentabilidad con perspectiva multinivel: la parcela, el agroecosistema y las relaciones de éste a nivel regional. A escala parcela (cultivo de hortalizas y milpa), se midió la calidad de los suelos. Para la escala agroecosistema, se mapearon (mapeo de finca), caracterizaron los agroecosistemas y se midieron 13 indicadores. Para la escala regional, se analizaron los factores de mercado, sociales, políticos e institucionales que afectaban a los agroecosistemas estudiados. El periodo de transición contó con tres momentos en el tiempo que fueron: (t2) al 2020, (t1) inicio del proceso y (t0) antes del proceso de la transición. Se realizó una evaluación multicriterio de la sustentabilidad y se adaptó un análisis FODA para identificar las fortalezas y debilidades de los agroecosistemas en transición agroecológica.

Se registró que, en los 20 años de proceso de transición, los suelos alcanzaron los niveles óptimos del índice calidad de suelos. Los agroecosistemas o fincas, en la primera etapa se enfrentaron al desconocimiento técnico, reducción de la rentabilidad y falta de mercado. En la última etapa del proceso, el caso de Montaña 2 y Chinampa 2 pudieron alcanzar niveles deseables de los indicadores gracias al programa gubernamental Sello Verde y la participación con el Mercado Alternativo de Tlalpan para el primero, y a Chinampayolo para el segundo. En ambos casos se brindó capacitación, acompañamiento técnico y se desarrollaron mercados alternativos. De igual manera, se obtuvo que la conciencia por la salud humana, generada a partir de la capacitación en manejo agroecológico, el acompañamiento técnico y el acceso a un mercado estable (con un valor agregado en la comercialización de los alimentos producidos) fueron factores determinantes para iniciar la transición. No obstante, en la etapa de inicio del proceso de transición, la baja rentabilidad, la falta de acompañamiento técnico, y la falta de mercado estable son factores que pueden provocar su abandono. Como factores externos, los agroecosistemas se encuentran bajo la presión de la expansión urbana, las condiciones climáticas cambiantes y la baja disponibilidad de mano de obra. A pesar de todos los desafíos productivos, económicos, comerciales y sociales experimentados por los productores, en el periodo de transición agroecológica estudiado, existen factores culturales, éticos y políticos que los motivan a no querer volver al modelo anterior de agricultura convencional.

Summary

Agroecological transitions process implies simultaneous transitions with technical (agronomic and technological), institutional, sociocultural, economic, organizational, and regulatory innovations occurring at different temporal and spatial scales. The theoretical premise is to move from an environmentally degraded agricultural system (conventional management), to a diversified one that offers environmental and sociocultural services (agroecological management). The aim of this work was to identify, analyze and systematize the social, institutional, family, and economic drivers that have strengthened or weakened the performance of agricultural systems under agroecological transition of peri-urban producers (and their families) in Tlalpan and Xochimilco, Mexico City. Two chinampero agroecosystems (Xochimilco) and two mountain agroecosystems (Tlalpan) were studied.

Indicators were selected to measure sustainability with a multilevel perspective: plot, agroecosystem and its relationships at regional level. On a plot scale (vegetable cultivation and milpa), soil quality was measured. For the agroecosystem scale, the agroecosystems were mapped (farm mapping), characterized and 13 indicators were measured. For regional scale, the market, social, political and institutional factors that affected the agroecosystems studied were analyzed. The transition period had three moments in time that were: (t2) to 2020, (t1) start of the process and (t0) before the transition process. A multicriteria evaluation of sustainability was carried out and a SWOT analysis was adapted to identify the strengths and weaknesses of agroecosystems in agroecological transition.

Results showed that in 20 years of transition process, the soils reached the optimum levels of soil quality index. The agroecosystems or farms, in the first stage, faced technical ignorance, reduced profitability and lack of market. In the last stage of the process, the case of Montaña 2 and Chinampa 2 were able to reach desirable levels of the indicators thanks to “Sello Verde” government program and participation with Tlalpan Alternative Market for the former, and Chinampayolo for the latter. In both cases, training and technical support were provided and alternative markets were developed. Similarly, it was obtained that health awareness, generated from training in agroecological management; technical support and access to a stable market, with an added value in the marketing of the food produced, were determining factors to start the transition. However, in initial stage of the transition process, low profitability, lack of technical support, and lack of a stable market are factors that can cause their abandonment. As external factors, agroecosystems are under pressure from urban sprawl, changing climatic conditions, and low labor availability. Despite all the productive, economic, commercial and social challenges experienced by the producers, in the agroecological transition period studied, there are cultural, ethical and political factors that motivate them not to want to return to the previous model of conventional agriculture.

1. Introducción

La agroecología puede entenderse como el estudio integrado de todos los sistemas alimentarios, teniendo en cuenta sus dimensiones ecológicas, económicas y sociales, dicho de modo más sencillo, la ecología de los sistemas alimentarios (Francis et al, 2003). No obstante, la agroecología puede ser explicada desde diferentes enfoques: como disciplina científica, como una serie de prácticas agrícolas, o un movimiento social (Rosset & Altieri, 2018; Wezel et al., 2009). También puede referirse a varios niveles, desde una parcela, el agroecosistema o finca, hasta el nivel de sistema alimentario que incluye la producción, transformación, comercialización y distribución (Wezel et al., 2009).

En un estudio integral de sistemas agroecológicos se incluye el agroecosistema, la unidad familiar y el contexto en el que se desenvuelven. Los agroecosistemas se definen como ecosistemas modificados por el hombre para la producción agrícola dentro de una unidad geográfica. Para la agroecología, representan la unidad ecológica de análisis debido a su complejidad y diversidad de componentes bióticos y abióticos independientes e interactivos que proporcionan diversos servicios ecosistémicos (Wezel et al., 2009, Altieri & Nicholls, 2000; Altieri et al., 1999).

La transición agroecológica es un proceso de una serie de transiciones simultáneas. Es el resultado de la interrelación entre sucesivas innovaciones técnicas (biológicas y tecnológicas) e institucionales (socioculturales, de mercado, organizacionales, normativas, etc.). Así mismo, la transición agroecológica puede ser vista como un proceso de conversión de un sistema agrícola inicial (convencional, degradado) con un enfoque meramente productivista a uno agroecológico con un enfoque sustentable. Siendo así, la sucesión de innovaciones puede ser: 1) etapa de aumento de eco-eficiencia, 2) sustitución de insumos y 3) etapa de rediseño del sistema. No obstante, el tránsito entre etapas requiere de impulsores o promotores tanto técnicos como institucionales, tales como: regulaciones, la demanda del mercado, desarrollo territorial, co-evolución de las organizaciones, entre otros (Tittonell, 2019).

Dado lo anterior, la transición agroecológica es un proceso complejo, por lo que para entender su complejidad hay que tener en cuenta tres criterios claves mínimos: i) las características estructurales internas del agroecosistema que emprende el proceso; ii) las singularidades del productor o familia productora que toma las decisiones y gestiona el funcionamiento del sistema; y iii) los factores externos que condicionan las posibilidades de desarrollo de un proceso de transición (Marasas et al., 2012; Altieri et al., 1999b).

2. Marco teórico

2.1. Agroecología

La agroecología se explica desde varios enfoques, los que parten de la agroecología como una disciplina científica, como una serie de prácticas agrícolas, o bien, como un componente político en un movimiento social (Rosset & Altieri, 2018; Astier et al., 2015; Wezel et al., 2009; Altieri & Nicholls, 2000). Así mismo, este concepto puede referirse a varios niveles, desde una parcela o un agroecosistema, hasta el nivel de sistema alimentario (Astier et al., 2015; Wezel et al., 2009). Por tanto, ante esta heterogeneidad es que existen diferentes definiciones de agroecología, sin llegar a un consenso (Astier et al., 2015; Hecht, 1999; Wezel et al., 2009).

2.1.1. Agroecología como ciencia

La agroecología como disciplina científica tiene como unidad de estudio los agroecosistemas o ecosistemas agrícolas, es decir, ecosistemas modificados por el hombre para la producción agrícola (Wezel et al., 2009, Altieri & Nicholls, 2000). Su enfoque implica el estudio de un sistema amplio que va más allá de las relaciones ecosistémicas y los procesos agrícolas que se llevan a cabo dentro de dichas unidades de estudio, sino que también, se incluyen interacciones fuera de este, entre los componentes económicos, sociales entre otros (Gliessman et al., 2007). De esta manera, se busca la optimización funcional del agroecosistema completo, tomando en cuenta las necesidades y contextos sociales de los agricultores.

No obstante, el pensamiento científico de la agroecología ha cambiado desde sus inicios, a principios del S. XX. Por lo que se identifican dos periodos principales de evolución como disciplina científica (Rosset & Altieri, 2018; Astier et al., 2015; Wezel et al., 2009; Hecht, 1999) 1) 1930-1960 y 2) después de 1970.

El primer periodo podría considerarse como el surgimiento y época temprana de la agroecología en la ciencia, donde la agroecología podía definirse como la aplicación de la ecología en la agricultura. El término agroecología fue utilizado por primera vez en 1928-1930 por el agrónomo ruso Bensin haciendo referencia al uso de métodos ecológicos en la agricultura, especialmente en la investigación de cultivos de plantas comerciales (Bensin, 1930, citado en Klages, 1942, citado en Wezel et al, 2009).

Publicaciones posteriores retomaron el concepto de la agroecología, aunque no todos hicieron mención explícita. Investigadores como Klages (1928 y 1942), Tischler (1920, 1953, 1959 y 1961) y Azzi (1956) de manera independiente analizaron los diferentes componentes de los agroecosistemas para entender las relaciones complejas entre las plantas cultivadas y su entorno, que implicaba el suelo, los animales, el clima, así como factores históricos, socioeconómicos y tecnológicos que influyen en la producción de cultivos en una región concreta. Howard (1943)

hizo hincapié en la fertilidad de los suelos y las necesidades de reciclar los residuos orgánicos en las tierras agrícolas, así como influir en el pensamiento agrícola holístico a partir de sus experiencias y observaciones de las prácticas agrícolas tradicionales en la India (Rosset & Altieri, 2018; Wezel et al., 2009; Hecht, 1999).

El segundo periodo, comenzó como un cambio gradual, entre finales de la década de los 60. Aquí, el libro “La Primavera Silenciosa” de Rachel Carson (1962) y el movimiento ambientalista de la época dieron a la agroecología las bases sobre el planteamiento de la contaminación ambiental debido al uso de insecticidas químicos en la agricultura industrial promovida por la Revolución Verde. Así mismo se incluyó la conservación natural y la distribución justa de los beneficios.

En las siguientes décadas el marco conceptual de la agroecología que incluía la visión ecosistémica se amplió a una visión holística. Se incorporó el componente social a la investigación no sólo como un factor sino como una forma de conocimiento. Es así como la información empírica basada en observaciones y prácticas del conocimiento tradicional, acumulada de los campesinos integraba también aspectos culturales que eran una fuente de conocimiento para el enfoque conceptual y la aplicación de la agroecología, en este periodo destaca el trabajo de Efraím Hernández Xolocotzi (1977) que se interesó en los conocimientos tradicionales, indígenas y campesinos en México (Astier et al., 2015; Hecht, 1999).

Posteriormente, con el concepto de Desarrollo Sustentable en 1987 se comenzó a considerar la relación entre la agricultura y la sociedad, promoviendo que las prácticas agrícolas debían desarrollarse más hacia un ambiente amigable o una agricultura sustentable. Es así como en este periodo hubo un cambio profundo de un nivel de estudio disciplinario a transdisciplinario, así como la amplitud de una escala de agroecosistema a una de sistema alimentario, definido como la red global de producción, distribución y consumo de alimentos (Astier et al., 2015; Gliessman, 2007; Wezel et al., 2009)

Recapitulando, la evolución de la agroecología desde sus inicios a principios del S.XX está asociado a la evolución misma de las dos principales disciplinas de las que emerge, la agronomía y la ecología, además de otras como la botánica y la zoología, para el control de plagas en los cultivos (Rosset & Altieri, 2018; Wezel et al., 2009; Gliessman, 2007). Posteriormente en los años 70 la agroecología incorporó a las disciplinas sociales como la antropología, la etnoecología y la sociología rural; promoviendo un enfoque de investigación más interdisciplinario y participativo, así como, un diálogo con otros sistemas de conocimiento sobre todo el de los campesinos e indígenas, en participación directa con las comunidades agrarias locales (Hecht, 1999).

En este periodo de resurgimiento de la agroecología, se visibiliza y valora el conocimiento acumulado de los campesinos e indígenas, quienes mejor conocen sus ambientes y las interacciones que se producen en sus parcelas. Una influencia en el pensamiento agroecológico procede de los estudios de antropólogos y geógrafos quienes se esfuerzan en describir y analizar las prácticas agrícolas y la lógica de los pueblos nativos y campesinos. Estos estudios se interesan por el uso de recursos y del manejo del predio como la base de la subsistencia de la familia y no

sólo por las características biofísicas del predio agrícola desvinculado a las necesidades del agricultor. De igual manera se hace hincapié en factores sociales y económicos necesarios para la comprensión de la lógica de producción en sistemas agrícolas.

De esta manera, Francis et al. (2003) definen la agroecología como “el estudio integrado de todos los sistemas alimentarios, teniendo en cuenta sus dimensiones ecológicas, económicas y sociales, o dicho de modo más sencillo, la ecología de los sistemas alimentarios”. Teniendo en cuenta que en los sistemas alimentarios se considera a la red global de producción, distribución y consumo de alimentos.

La agroecología al tratarse de una interdisciplina, que tiende a la transdisciplinariedad, conjunta varias metodologías de análisis propias de cada disciplina de las que provienen, así como de nuevas creadas a partir de la investigación participativa con los agricultores (Rosset & Altieri, 2018; García, 2006; Hecht, 1999). Por esta razón, la agroecología, dependiendo del objetivo de investigación, puede hacer uso de herramientas metodológicas de la ecología, la sociología, la economía, la antropología, la agronomía, entre otras. Es decir, se pueden utilizar tanto metodologías cualitativas (entrevistas, observación participante, mapeos participativos, entre otros) como cuantitativas (análisis de suelos, análisis de biodiversidad, entre otros) para tener un análisis más integral del sistema agroecológico a evaluar.

2.1.1.1. La visión sistémica para el estudio de agroecosistemas

El estudio de los agroecosistemas requiere de una visión sistémica para entender los procesos e interacciones internas y externas (sistema alimentario). Un sistema se entiende como un conjunto que mantiene su existencia por medio de la interacción mutua de sus partes, o bien, como un conjunto de elementos con relaciones entreteljadas que constituyen una unidad completa. En este sentido la estructura del sistema es el conjunto de relaciones complejas entre sus componentes y entre los subsistemas que a la larga determinan el resultado y el objetivo común del sistema como una unidad (FAO, 2008).

El sistema está compuesto por elementos, los cuales pueden ser subsistemas de uno o más sistemas diferentes y a su vez, ser sistemas independientes pero interconectados. De acuerdo con la teoría de sistemas, se podría tratar de sistemas de sistemas, lo cual implica una mayor complejidad según el número de sistemas o subsistemas involucrados en la unidad. Es así como su estructura determina las interacciones que ocurren dentro del sistema en cuestión (Johansen, 2004).

Las interacciones y procesos que se llevan a cabo en el sistema permiten conocer la configuración de las relaciones y enlaces establecidos entre las entidades que componen a los subsistemas y a su vez al sistema. Por lo tanto, para que un sistema sea comprendido debe de ser estudiado en

función de su naturaleza completa y no simplemente en una de sus partes (Bellingner, 2002 y Heylegen, 2003, en FAO, 2008)

Los sistemas se estructuran jerárquicamente en niveles (Johansen, 2004), la profundidad de su estudio dependerá de la escala y el nivel seleccionado. Desde un nivel de mayor jerarquía se puede tener una visión del todo pero ignorando las partes menores, en tanto, desde un nivel bajo ocurre lo contrario, se atienden las partes menores en interacción, sin entender la estructura total de los niveles (FAO, 2008; Johansen, 2004).

En este sentido, se puede hablar de los agroecosistemas como sistemas complejos compuestos por elementos naturales, pero al ser modificados por el ser humano se incorporan elementos socio-culturales que determinan cultivos y formas de manejo, así como elementos económicos. Desde el enfoque de sistema alimentario (red global de sistemas productivos, procesamiento, publicidad, decisiones económicas y políticas, y hábitos del consumidor en la sociedad), los agroecosistemas representan un subsistema relacionado con otros elementos sociales, económicos, institucionales y políticos que forman parte de este sistema más amplio.

2.1.1.2. Agroecosistemas

Los agroecosistemas o ecosistemas agrícolas pueden definirse de diferentes maneras, una de ellas es como ecosistemas modificados por el ser humano para la producción agrícola dentro de una unidad geográfica. Para la agroecología, representan la unidad ecológica de análisis debido a su complejidad y diversidad de componentes bióticos y abióticos independientes e interactivos que proporcionan diversos servicios ecosistémicos (Wezel et al., 2009, Altieri & Nicholls, 2000; Altieri et al., 1999).

Sin embargo, estos ecosistemas agrícolas son difíciles de delimitar con precisión, ya que se conciben como sistemas abiertos que reciben insumos del exterior y a partir de distintos procesos resultan productos que salen del sistema en cada cosecha como alimentos o insumos para otros sistemas externos.

Además, los agroecosistemas como unidad ecológica dinámica y compleja son también sistemas socio ecológicos de continua interacción entre la gente y los recursos de producción de alimentos, en un área específica. De esta manera, los agroecosistemas están conformados por subsistemas como componentes estructurales y funcionales conectados por interacciones en las que fluye energía y nutrientes.

De acuerdo con Gliessman (2002) estos componentes y subsistemas son: la atmósfera y la lluvia, el sol, el suelo, los cultivos, los insumos incorporados por el hombre, animales y productos animales, los descomponedores, el consumo y el mercado (Figura 1). Los tres primeros representan el principal aporte de energía y nutrientes de manera natural para los cultivos,

mientras que de manera antrópica este aporte se realiza a partir de insumos de origen animal hacia los cultivos y los animales. El consumo y el mercado representan las salidas y pérdidas del sistema, pero éstas pueden regresar de manera cíclica a partir de la descomposición de la materia orgánica que se repone en el suelo, evitando de esta manera la fractura metabólica del sistema.

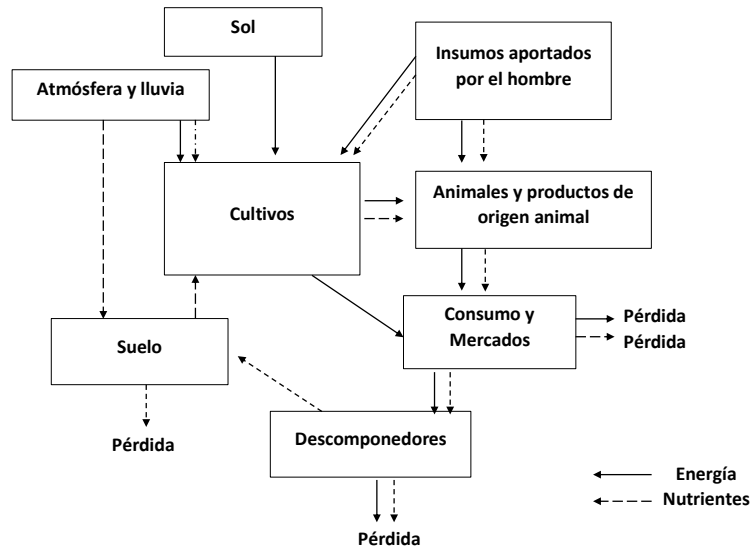


Figura 1. Componentes estructurales en un agroecosistema (Gliessman, 2002).

La población del cultivo representa la unidad funcional principal, ya que ocupa un nicho en el sistema que juega un rol particular en el flujo de energía y el ciclo de nutrientes. No obstante, los cultivos están íntimamente relacionados con el sistema suelo de donde no solo provienen los nutrientes, sino del que derivan otras funciones esenciales para la agricultura y el ecosistema en general. Por esta razón, la biodiversidad agrícola y los suelos representan componentes pilares en la estructura y funcionamiento natural del agroecosistema (Rosset & Altieri, 2018; Gliessman et al., 2001; Altieri & Nicholls, 2000), como se describe a continuación.

2.1.1.3. Calidad del suelo

El suelo es un componente fundamental del agroecosistema debido a la diversidad de funciones ecosistémicas que brinda, tales como: medio en el que crecen las plantas, hábitat de organismos, regulación de plagas y enfermedades, ciclo de nutrientes, regulación del agua, reserva genética, entre otras (FAO, 2015; Astier et al., 2002). El suelo manejado agroecológicamente debería de ser capaz de mantener su productividad en condiciones de estrés, así como de los recursos base, de los cuales depende la agricultura (Conway, 1994 y FAO, 1994 en Astier et al., 2002).

El concepto de calidad del suelo reconoce la multifuncionalidad del suelo para mantener una productividad sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; atenuar los

contaminantes ambientales y patógenos; así como, favorecer la salud de las plantas, animales y humanos que se benefician (Bautista et al., 2004; Karlen et al., 1997).

La calidad del suelo simultáneamente es considerada como un instrumento para conocer el estado del suelo a partir del uso de indicadores (Bautista et al., 2004; Astier et al., 2002). La evaluación de la calidad del suelo es importante para determinar si un determinado manejo mejora, degrada o mantiene igual el estado del suelo, para que, a partir de los resultados tomar las estrategias adecuadas.

Los indicadores de la calidad del suelo son variables que brindan información sobre las propiedades y características edáficas, así como de los procesos que ocurren en este sistema. Estos indicadores pueden ser tanto variables cuantitativas (pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de materia orgánica (MO), entre otras) como cualitativas (evidencias de erosión hídrica, presencia de costras, entre otras), los cuales se refieren a las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Cuadro 1) (García et al., 2012; Bautista et al., 2004; Astier et al., 2002). Los indicadores no son absolutos, por lo que su selección dependerá del objetivo a evaluar.

2.1.1.4. Biodiversidad en el agroecosistema

La biodiversidad en el agroecosistema también conocida como agrobiodiversidad puede abarcar varios niveles o componentes del sistema, tales como el suelo, los cultivos, los cuerpos acuáticos, etc. De acuerdo con Casas y Vallejo (2019), ésta comprende a la diversidad silvestre y domesticada de plantas, animales, hongos y microorganismos asociados directa o indirectamente a los sistemas de producción de alimentos y materias primas, incluyendo los sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas, todos los cuales se encuentran incluidos interaccionando en los procesos de producción y demás servicios ecosistémicos (Figura 2).

La biodiversidad agrícola, es el resultado de la interacción de la diversidad biológica y cultural. Se refiere a los productos como alimentos, fibras y medicinas de origen natural, así como los producidos en los agroecosistemas (Casas & Vallejo, 2019). Los sistemas agrícolas tradicionales, manejados por campesinos y grupos indígenas, representan el manejo continuo bajo un conocimiento tradicional heredado y construido históricamente por experimentación y adaptaciones en el tiempo (Rosset & Altieri, 2018).

En este sentido, la biodiversidad es el resultado de los procesos históricos y, por lo tanto, se refiere a los procesos relacionados con el tiempo y el espacio (Altieri et al., 1999). Por lo que el nivel de esta biodiversidad en el agroecosistema está determinada por la intervención humana, las condiciones climáticas, edáficas, socioculturales y económicas en determinada situación geográfica (Rosset & Altieri, 2018).

Cuadro 1. Indicadores físicos, químicos y biológicos, para evaluar la calidad del suelo y su relación con la funcionalidad del suelo y la tendencia esperada para una mejor calidad de suelo. (Realizado con datos de Astier et al., 2002; Bautista et al., 2004; y García et al., 2012)

Indicadores del suelo	Relación con la condición y función del suelo	Tipo de tendencia
Físicos		
Textura (%arcilla, limo y arena)	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo	Equilibrio
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces (cm)	Estima la productividad potencial y la erosión	Incremento
Infiltración (cm h ⁻¹) y densidad aparente (g cm ⁻³)	Potencial de lavado; productividad y erosividad	Incremento; Reducción
Capacidad de retención de agua (%)	Relación con la retención de agua, transporte, y erosividad; humedad aprovechable, textura y materia orgánica	Incremento
Estabilidad de agregados (% 1-2 mm diámetro)	Estabilidad, erosión	Incremento
Químicos		
Materia orgánica (N y C total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión	Incremento
pH	Define la actividad química y biológica	Neutralidad
Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹)	Define la actividad vegetal y microbiana	Disminución
P, N y K extractables (Kg ha ⁻¹)	Nutrientes disponibles para la planta, pérdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental	Incremento
Biológicos		
C y N de la biomasa microbiana (Kg ha ⁻¹)	Potencial microbiano catalítico y depósito para el C y N, cambios tempranos de los efectos del manejo sobre la materia orgánica	Incremento
Respiración, contenido de humedad y temperatura (Kg de C ha ⁻¹ d ⁻¹)	Mide la actividad microbiana; estima la actividad de la biomasa	Incremento
N potencialmente mineralizable (Kg de N ha ⁻¹ d ⁻¹)	Productividad del suelo y suministro potencial de N	Incremento
Número de lombrices	Relacionado con la actividad microbiana	Incremento

La biodiversidad en los agroecosistemas sigue principios ecológicos de interacciones entre una misma población de especies, así como con otras poblaciones. Desde la ecología de comunidades, los cultivos asociados en los agroecosistemas se basan en los principios de exclusión competitiva o principio de producción competitiva (Vandermeer, 2011; Altieri et al., 1999). El primer principio, propuesto por Gauss, dice que dos especies no pueden vivir juntas permanentemente si sus nichos son parecidos, es decir, un nicho dentro del agroecosistema determinado no puede ser ocupado simultánea e indefinidamente por más de una especie (Vandermeer, 2011). Esto debido a la competencia por nutrientes, espacio, polinizadores, radiación, etc., llegará a un estado que de ser rebasado sucederá que una especie crezca y la otra disminuya su población hasta cero, en algunos de los casos. La prevalencia de una especie dependerá de que tan buena o mala competidora sea.

Por otro lado, el principio de producción competitiva hace mención de que dos diferentes especies usarán todos los recursos necesarios más eficientemente que una sola. Es decir, se

pueden tener relaciones de facilitación dependiendo de la relación entre los cultivos, manteniendo así, una estabilidad en el crecimiento de las poblaciones. No obstante, si los cultivos que comparten el mismo espacio tienen los mismos requerimientos, podría llevarse a cabo el principio de competencia exclusiva, disminuyendo la diversidad del agroecosistema. Dependiendo de las especies es que se puede llevar a cabo una u otra relación de competencia (Vandermeer, 2011; Altieri et al., 1999)

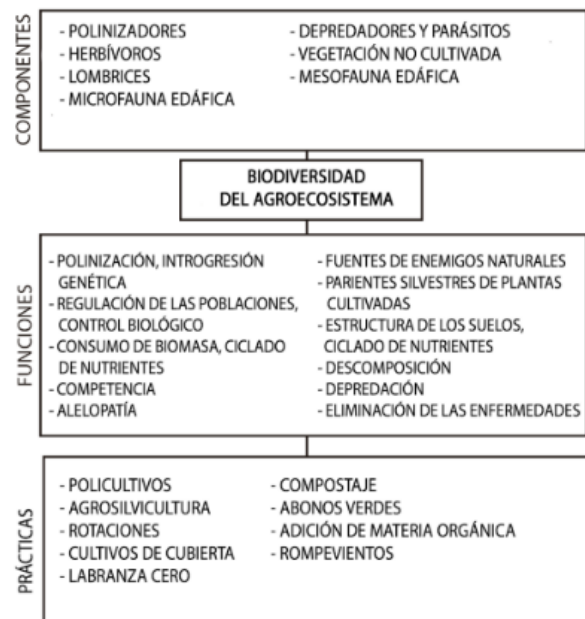


Figura 2. Función de los componentes de biodiversidad y estrategias para mejorar (Rosset & Altieri, 2018)

Los policultivos son aquellos en donde hay más de una especie cultivada, las milpas son un ejemplo. Podría decirse que siguen el principio de producción competitiva, en donde existen relaciones de facilitación que reducen la competencia interespecífica. Un ejemplo es la relación que existe entre las leguminosas con otros cultivos, por decir alguna, frijol y maíz. La leguminosa fija el N atmosférico en el suelo, convirtiéndolo en amonio, el cual es aprovechado por el maíz; mientras que éste le sirve de soporte al frijol donde se enreda al crecer. De esta manera, existe una relación de facilitación que beneficia a ambos cultivos.

Como se mencionó anteriormente la biodiversidad en los agroecosistemas, puede referirse a la diversidad genética y la diversidad de especies en los distintos componentes del agroecosistema. En términos de los cultivos y, para el caso de variedades autóctonas, nativas o criollas, como se conocen, la diversidad genética es el registro de las adaptaciones de las plantas en sus procesos de domesticación. Los sistemas agrícolas que utilizan semillas de este tipo de plantas y cultivos tienen una implicación en la continuidad de la domesticación progresiva, la cual se da a partir de procesos de hibridación natural entre variedades cultivadas y sus parientes silvestres. De esta manera aumenta la variabilidad y diversidad genética de las semillas que disponen los agricultores (Rosset & Altieri, 2018; Altieri & Nicholls, 2000).

El intercambio de semillas criollas entre agricultores aumenta la diversidad genética. Estudios han mostrado que el aumento en la diversidad genética aumenta la resistencia a las enfermedades y otro tipo de estrés biótico, así como a los cambios climáticos. También aumenta la diversidad nutricional de las poblaciones locales (Clawson, 1985; Zhu et al. 2000 en Rosset & Altieri, 2018).

Los policultivos, anteriormente mencionados, representan una diversificación espacial y temporal del agroecosistema que permite la coexistencia de dos o más cultivos en el mismo espacio. En una relación de producción competitiva, los cultivos interactúan entre sí suscitando sinergias para el uso de energía, aporte de nutrientes y control biológico de manera más eficiente, lo cual promueve una diversidad funcional en el agroecosistema (Rosset & Altieri, 2018; Vandermeer, 2011). Por ejemplo, están las leguminosas que fijan el nitrógeno y lo dejan disponible en el suelo para otros cultivos; especies como el rábano, por otro lado, tienen raíces pivotantes que ayudan a descompactar el suelo, mejorando así la densidad aparente. Especies arbóreas ofrecen sombra y regulan la temperatura en los cultivos, fijan nitrógeno como *Aeschynomene spp*, *Albizia lebbbeck*, entre otras (Botero & Russo, 1998) y son hábitats de animales, como aves e insectos que polinizan los cultivos y controlan biológicamente insectos, por mencionar algunas de sus funciones.

2.1.2. Prácticas agroecológicas

Como se mencionó anteriormente, la agroecología evolucionó de disciplinas aisladas a un enfoque transdisciplinario y participativo que involucra a las ciencias naturales y sociales, y valora los saberes y conocimientos campesinos tradicionales. La agroecología se trata de una agricultura de procesos e interacciones en los agroecosistemas que se basan en principios ecológicos adecuados a las necesidades de las familias campesinas, así como, de sus contextos ambientales, culturales y socioeconómicos. Por lo tanto, la agroecología no puede ser vista como un recetario de prácticas, sino como un proceso de investigación participativa (Rosset & Altieri, 2018).

Las prácticas agroecológicas tienen una base ecológica que promueve las sinergias entre los subsistemas que integran al agroecosistema diversificado, siguiendo una serie de principios ecológicos adaptativos a las condiciones de éstos y las necesidades de agricultor. De esta manera, a partir del manejo agroecológico se puede proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimientos y fertilidad sostenidos, y control natural de plagas mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas (Rosset & Altieri, 2018; Gliessman, 2002; Altieri & Nicholls, 2000).

Altieri (1995) menciona seis principios agroecológicos:

- 1) Incrementar el reciclaje de la biomasa, con el fin de optimizar con el tiempo la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes.

- 2) Fortalecer el “sistema inmunológico” de los sistemas agrícolas, mediante el incremento de la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.) creando hábitats apropiados.
- 3) Proporcionar las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal, en especial mediante el manejo de la materia orgánica y mediante el aumento de la actividad biológica de los suelos.
- 4) Minimizar las pérdidas de energía, agua y recursos genéticos mediante la conservación y regeneración de los recursos hídricos y edáficos, y la agrobiodiversidad.
- 5) Diversificar las especies y los recursos genéticos del agroecosistema en el tiempo y el espacio, a nivel de los campos y a nivel del paisaje.
- 6) Aumentar y mejorar las interacciones biológicas y sinergias beneficiosas entre los componentes de la agrobiodiversidad, fomentando los procesos y servicios ecológicos clave.

La aplicación de los principios agroecológicos mantiene la estructura y funcionalidad del agroecosistema. De esta manera se promueve la eficiencia en los procesos energéticos, biogeoquímicos, hidrológicos, sucesionales y de regulación biótica en estos sistemas agrícolas, manteniéndolo en un balance multifuncional de acuerdo con las necesidades y contexto del agricultor que maneja dicho agroecosistema (Figura 3).

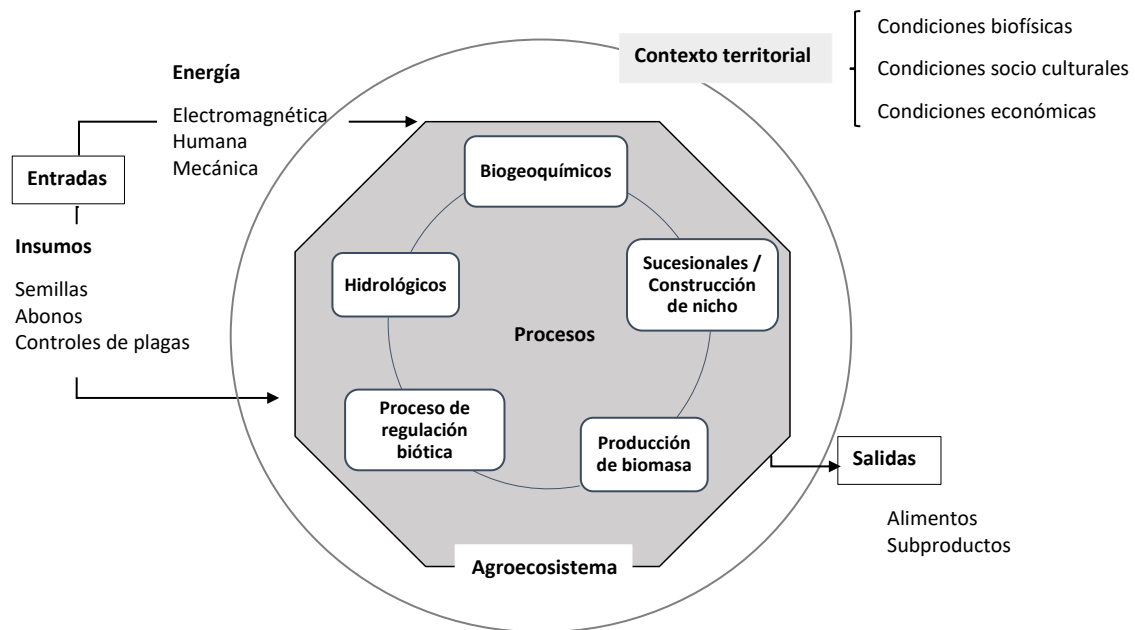


Figura 3. Estructura y procesos del agroecosistema. Elaboración propia con datos de Gliessman (2002) y Altieri et al. (1999).

En otras palabras, se promueve que el agroecosistema tenga la capacidad para mantener un balance energético desde la fijación por las plantas hasta la descomposición de la materia orgánica, debido a que con ello se determina el número de organismos que pueden mantenerse en cada nivel trófico. A partir de esto se podrá reciclar nutrientes y con ello mantener la fertilidad en los suelos para la producción de biomasa vegetal, misma que será regulada por relaciones de competencia y facilitación. De esta manera, se intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo (Altieri et al., 1999).

La agroecología y las prácticas agroecológicas están basadas en un conjunto de conocimientos y técnicas que tienen su origen en las comunidades campesinas y en sus modos de experimentación (Astier et al., 2015). Algunas de estas prácticas agroecológicas se pueden observar en el Cuadro 2, en dónde a partir de alguna limitación ambiental se realiza una determinada práctica de manejo para mejorar las condiciones de los suelos, el agua, la temperatura y el control de plagas (Nicholls et al., 2015; Altieri & Nicholls, 2000; Altieri et al., 1999a).

Cuadro 2. Ejemplos de sistemas de manejo de suelo, vegetación, agua, entre otros, utilizado por campesinos de América Latina. (Altieri & Nicholls, 2000)

Limitación ambiental	Objetivo	Prácticas de manejo
Espacio limitado	Maximizar uso de recursos ambientales y tierra disponible	Policultivos, agroforestería, huertos familiares, zonificación altitudinal, fragmentación del predio, rotaciones de cultivo.
Laderas/pendiente	Controlar la erosión, conservar el agua	Terrazas, franjas en contorno, barreras vivas y muertas, <i>mulching</i> , cubiertas vivas continuas, barbecho.
Fertilidad marginal del suelo	Sostener la fertilidad y reciclar la materia orgánica	Barbechos naturales o mejorados, rotaciones y asociaciones con leguminosas, composta, abonos verdes y orgánicos, pastoreo en campos de barbecho o después de la cosecha, uso de sedimentos aluviales, etc.
Inundaciones o excesos de agua	Integrar la agricultura y las masas de agua	Cultivos en campos elevados (<<chinampas>>, <<waru-waru>>, etc.)
Lluvias escasas o poco predecibles	Conservar el agua y utilizar en forma óptima la humedad disponible.	Uso de cultivos tolerantes a sequía, <i>mulching</i> , policultivos, cultivos de ciclo corto, etc.
Extremos de temperatura y de radiación	Mejorar el microclima	Reducción o incremento de sombra, podas, espaciamiento de cultivos, uso de cultivos que toleran sombra, manejo de viento con cortinas rompeviento, cercos vivos, labranza mínima, policultivos, agroforestería, etc.
Incidencia de plagas	Proteger los cultivos, reducir las poblaciones de plagas	Sobresiembrar, tolerancia de cierto daño, uso de variedades resistentes, siembra en épocas de bajo potencial de plagas, manejo del hábitat para incrementar enemigos naturales, uso de plantas repelentes, uso de caldos minerales, etc.

2.1.3. Agroecología y movimientos sociales

Las auténticas raíces de la agroecología, así como sus prácticas y principios, se encuentran en la racionalidad de la agricultura indígena y campesina, expresada en sus conocimientos y prácticas alrededor del mundo, aunque históricamente ellos no hayan utilizado este término (Altieri, 1995 en Rosset & Altieri, 2018). Los sistemas de conocimiento indígena han sido adaptados y transmitidos a partir del conocimiento y saberes tradicionales, sin embargo, no fueron reconocidas sino hasta la década de los 70 en la segunda ola de la ciencia agroecológica.

A partir de la década de los 40, la ideología industrial promovida por la Fundación Rockefeller tuvo una influencia sobre varios países de Latinoamérica y otras partes del mundo. El objetivo de este movimiento conocido como la Revolución Verde era aumentar la productividad de los suelos agrícolas y la mano de obra, así como modernizar e industrializar sociedades consideradas como primitivas y rurales (Perkins, 1990, en Astier et al., 2015).

Con lo anterior se pretendió modernizar e industrializar la agricultura, mientras se favorecían las economías de escala, con un destino principalmente de exportación. Este sistema productivo convencional favorece a la agroindustria y al agronegocio, siendo los grandes productores y las corporaciones transnacionales los más beneficiados en la lógica del sistema capitalista neoliberal (Rosset & Altieri, 2018; Fox & Haight, 2010).

El sistema agroindustrial ha sido vendido como una panacea que va a acabar con el hambre del mundo al tener como objetivo el aumento de la productividad de los suelos agrícolas, mediante un manejo altamente tecnológico. Este tipo de manejo implica el uso de agroquímicos como fertilizantes y pesticidas, semillas híbridas y transgénicas resistentes a los pesticidas, así como de maquinaria e infraestructura especializada. Sin embargo, tiene un motor capitalista muy bien aceptado por políticas proteccionistas que favorecen a las grandes corporaciones que comercializan y patentan dichos insumos (Rosset & Martínez, 2016; Fox & Haight, 2010).

No obstante, se hace cada vez más evidente que este sistema agroindustrial es autodestructivo. En la parte ecológica ha simplificado y esquilado los ecosistemas, ha provocado la degradación de los suelos, en los que se incluye la erosión y pérdida de la fertilidad, la contaminación de las aguas y la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera. De igual manera, el uso de productos agrotóxicos ha provocado efectos negativos en la salud de los agricultores, así como el ambiente, principalmente en los suelos. (Rosset & Altieri, 2018; Gliessman, 2007). En la parte económica, ha provocado una crisis debido a la disminución de las ganancias causada por la reducción en los rendimientos y el aumento en los costos de producción.

En este contexto agroindustrial, la visión económica considera los impactos al ambiente y a la sociedad como externalidades del proceso de producción; sin tomar en cuenta los efectos negativos a corto y largo plazo sobre estos impactos en la agricultura misma, en la sociedad y en el ambiente en general (Rosset & Altieri, 2018; Wezel et al., 2009; Hecht, 1999). Durante este

contexto histórico es donde surge la agroecología como un movimiento social, el cual se abordará más adelante.

Aunado a lo anterior, esta intervención en el campo mexicano ocasionó una dependencia del agricultor a insumos externos para producir sus cultivos, así como del uso de maquinaria costosa para los pequeños productores. Por otro lado, políticas neoliberales han promovido la homogeneización de los cultivos a partir de la promoción y distribución de paquetes tecnológicos por el país, disminuyendo así la agrobiodiversidad de los agroecosistemas y promoviendo la pérdida del conocimiento tradicional (Rosset & Altieri 2018; Astier et al., 2015; Fox & Haight, 2010; Yunez, 2008)

De igual manera, se propició el abandono del campo por parte de los pequeños productores debido a varios factores tales como: la pérdida de fertilidad de los suelos, los altos costos en la producción, la competencia desleal por la apertura del mercado internacional (Tratado de Libre Comercio con América del Norte), el despojo de tierras, entre otros. Promoviendo e intensificando de esta manera la desigualdad social y económica entre el sector rural y el urbano (Fox & Haight, 2010; Yunez, 2008; Altieri & Nicholls, 2000).

De acuerdo con Rosset & Martínez (2016), la agroecología forma parte de una disputa llevada a cabo en los frentes económico, social, político, cultural, teórico e ideológico. Específicamente provoca disputas entre los movimientos sociales rurales y el agronegocio, así como de otras formas de capitalismo extractivista y sus aliados en los gobiernos sobre los territorios materiales e inmateriales. La disputa sobre territorios materiales se refiere a la lucha por el acceso, control, uso, transformación y reconfiguración de la tierra y el territorio físico. Mientras que la disputa por los territorios inmateriales se refiere a la formulación y la defensa de conceptos, teorías, paradigmas y explicaciones.

Como se mencionó anteriormente, la agroecología representa una alternativa al modelo agrícola convencional dominante (Cuadro 3), lo que ha contribuido al surgimiento de movimientos sociales en diversas partes del mundo (Rosset & Altieri, 2018; Rosset & Martínez, 2016). Estos movimientos tienen sus raíces directamente en los agricultores campesinos, los cuales luchan ante las políticas neoliberales. Las cuales, están caracterizadas por la desregulación, privatización y libre comercio que da entrada al capital financiero transnacional y las corporaciones transnacionales por encima del derecho a la alimentación.

Desde esta perspectiva, la agroecología es entendida como un elemento clave en la construcción de la soberanía alimentaria y como herramienta de lucha, defensa, re-configuración y transformación de tierras y territorios disputados en tierras campesinas bajo un proceso de recampesinización (Rosset & Martínez, 2016). En otras palabras, se busca, por un lado, regresar a la actividad campesina de coproducción con la naturaleza y, por el otro lado, fortalecer la base productiva y la lucha por la autonomía para que se reduzca la dependencia de los productos externos y se re-dignifique la agricultura (Rosset & Martínez, 2016; Piris, 2016; Wezel et al., 2009).

Así mismo, se busca que se entienda a los campesinos como las personas que cultivan la tierra para producir alimentos, incluyendo a los pescadores, los pastores, los trabajadores agrícolas, los sin tierra, los trabajadores migrantes, los trabajadores rurales indígenas, de diversas identidades, géneros y grupos de edad (La Vía Campesina, n.d.).

Cuadro 3. Características del enfoque convencional y agroecológico en los sistemas agrícolas. (Marasas et al., 2012)

ENFOQUE CONVENCIONAL	ENFOQUE AGROECOLÓGICO
Maximiza la renta y la ganancia	Optimiza la productividad del sistema
Predomina una mirada reduccionista	Predomina una mirada sistémica y holística
Predomina la uniformidad de los sistemas productivos	Promueve la biodiversidad de cultivada y asociada. Pone en valor la heterogeneidad de la biodiversidad.
Posee una alta dependencia de insumos externos	Estimula el aprovechamiento de los recursos locales y minimiza la dependencia de insumos externos al sistema.
Mayor énfasis en la “calidad formal” de los productos, realizando propiedades externas (brillo, color, homogeneidad de tamaño, ausencia de manchas)	Prioriza alimentos sanos y la “calidad real” de los alimentos vinculada al contenido de vitaminas, oligoelementos, etc. Y la ausencia de residuos de agroquímicos
Predomina una visión cortoplacista	Visión de sustentabilidad
Se basa en recetas generales y universales	Se basa en la comprensión de las particularidades locales y la elección de estrategias de manejo apropiadas a esa condición local
Promueve el individualismo	Promueve la colectividad
Ataca los síntomas	Enfatiza en entender las causas del problema
Enfatiza en los rendimientos y la productividad de un solo cultivo	Enfatiza en la estabilidad y resiliencia de toda la finca

Los movimientos sociales, fundados en la agroecología, promueven la soberanía alimentaria, en donde los alimentos representan un derecho para satisfacer una necesidad fundamental, y no como objetos económicos intercambiables. En este sentido, es un derecho la producción de alimentos saludables, culturalmente consumidos, así como el acceso a éstos por parte de toda la población, y no solo para un grupo selecto con determinado poder adquisitivo. De esta manera, se promueven los circuitos cortos de comercio, es decir, un consumo más local de los alimentos producidos, así como un desarrollo rural más justo social y económicamente (F. Anderson, 2018; López, 2015; Parra, 2007).

La agroecología, así como la soberanía alimentaria, más que una imposición global consiste en cambios sistémicos. A través de estos cambios los seres humanos tienen el control tanto de los alimentos que consumen como del cómo se producen y como se usan los recursos naturales (F. Anderson, 2018). De igual manera, la agroecología sienta las bases para que los campesinos se

apropien de su tierra y sus recursos; también, que se valore el trabajo y los saberes campesinos como una herencia cultural y como un medio de vida que se debe conservar (López, 2015; Piris, 2016).

A nivel mundial, las instituciones internacionales como La Vía Campesina¹ han sido cruciales para hacer escuchar las voces de los campesinos inconformes con el modelo económico mundial y el agronegocio corporativista. La agroecología representa un modelo agrícola alternativo al sistema convencional pero también es un marco para alcanzar la soberanía alimentaria. Dicha soberanía está basada en los derechos humanos, en la descentralización y en la celebración de la diversidad y los valores del trabajo alrededor de la producción de alimentos en todas las sociedades (F. Anderson, 2018).

La agroecología tiene un peso político en los movimientos sociales promovidos por campesinos, científicos y ONG's como una disputa por los territorios rurales entre el campesinado organizado y sus aliados frente al agronegocio y sus respectivos aliados. El frente político e ideológico de esta disputa no sólo es en oposición a las políticas públicas que históricamente han favorecido al agronegocio, y otros acaparadores de tierras, sino también a favor de otra forma de pensamiento en el manejo agrícola basado en una relación dialéctica con la naturaleza (Rosset & Altieri, 2018).

Bajo el pensamiento agroecológico surgen las Redes Alimentarias Alternativas como iniciativas organizadas para responder a los retos del sistema agroalimentario actual, especialmente en las ciudades. En estas se articulan productores, transformadores y consumidores para construir sistemas alimentarios más locales, justos, democráticos y sustentables (Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, 2020; Sánchez, 2009). Estas redes forman parte de los circuitos cortos de comercio que buscan aumentar la proximidad de los productores y los consumidores a partir de la reducción de intermediarios en el circuito de comercio actual (Llobera & Redondo, 2015). Éstas genera beneficios como: precios sociales y económicos más justos tanto para los productores como para los consumidores, alimentos más frescos, reducción en la emisión de gases de efecto invernadero al acortar las distancias de transporte, y relaciones de proximidad y confianza entre productores y consumidores locales (Calvário et al., 2019; Piris, 2016).

¹ La Vía Campesina es un movimiento internacional que reúne a campesinos, agricultores pequeños y medianos, sin tierra, jóvenes y mujeres rurales, indígenas, migrantes y trabajadores agrícolas a partir del trabajo con 182 organizaciones de 81 países. Este movimiento defiende la agricultura campesina por la soberanía alimentaria como una forma de promover la justicia social y dignidad y se opone fuertemente a los agronegocios que destruyen las relaciones sociales y la naturaleza (La Vía Campesina, 2017).

2.2. Transición agroecológica

El proceso de transición agroecológica no puede verse como una sola transición, sino como una serie de transiciones múltiples en las diferentes escalas, niveles y dimensiones. Durante la transición ocurre una serie de innovaciones y cambios técnicos, productivos y ecológicos en los agroecosistemas, mientras son influenciados y dirigidos por factores sociales, culturales, económicos, políticos e institucionales (Tittonell, 2019; Marasas et al., 2015).

De acuerdo con Tittonell (2019) la transición agroecológica es el resultado de una interrelación entre sucesivas innovaciones técnicas (biológicas y tecnológicas) e institucionales (socioculturales, de mercado, organizacionales, normativas, etc.) (Figura 4). De manera simplificada, la transición agroecológica es el proceso de conversión de un sistema agrícola inicial (convencional, degradado) con un enfoque meramente productivista a uno agroecológico con un enfoque sustentable. Siendo así, la sucesión de innovaciones puede ser: 1) etapa de aumento de eco-eficiencia, 2) sustitución de insumos y 3) etapa de rediseño del sistema. Ahora bien, el tránsito entre etapas requiere de impulsores o promotores tanto técnicos como institucionales, tales como: regulaciones, la demanda del mercado, desarrollo territorial, co-evolución de las organizaciones, entre otros.

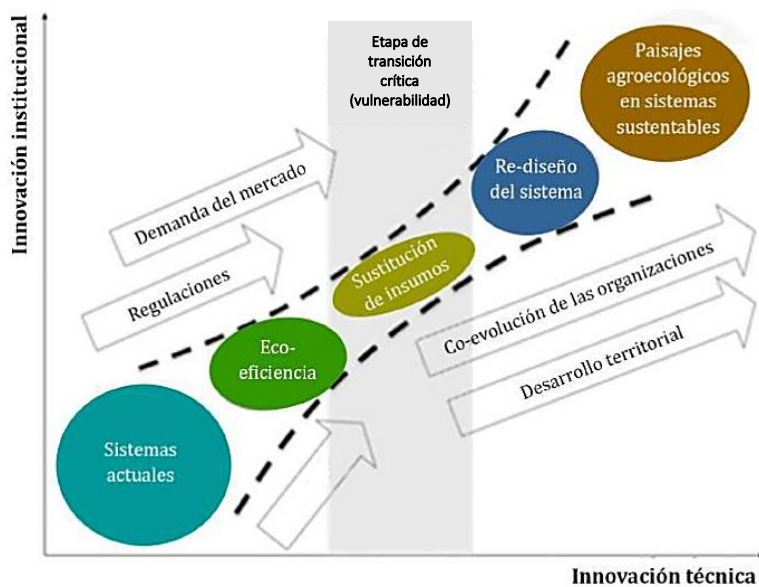


Figura 4. La transición agroecológica como resultado de la interrelación entre innovaciones técnicas e institucionales (Tittonell, 2019).

De igual manera, la transición agroecológica es un proceso complejo en donde se conjuntan diferentes escalas de la agroecología (parcela/finca, agroecosistema o unidad de producción, sistema alimentario). En la escala de agroecosistema y desde el enfoque ecológico, este proceso

de conversión puede entenderse como una restauración de varias funciones ecosistémicas, a partir de innovaciones y de cambios al manejo del agroecosistema de acuerdo con la adopción de los principios agroecológicos (Tittonell, 2019; Rosset & Altieri, 2018).

En la Figura 5 se representan tres estados del agroecosistema en relación con su estructura y sus funciones en transición agroecológica. El primer estado (C) se refiere a la agricultura convencional e industrial altamente dependiente de insumos y subsidios externos, donde los agroecosistemas tienen una función únicamente productivista, causando una degradación de otras funciones ecosistémicas. El último estado (A) representa un sistema biodiverso y multifuncional en servicios ecosistémicos, por otra parte, implica una independencia en la producción y una autonomía de autoorganización. El inicio de la transición agroecológica (B) es un estado intermedio inestable, un umbral crítico donde se realiza un cambio estructural y funcional del agroecosistema, los cuales determinarán la continuidad de la transición agroecológica o el regreso al estado degradado estable.

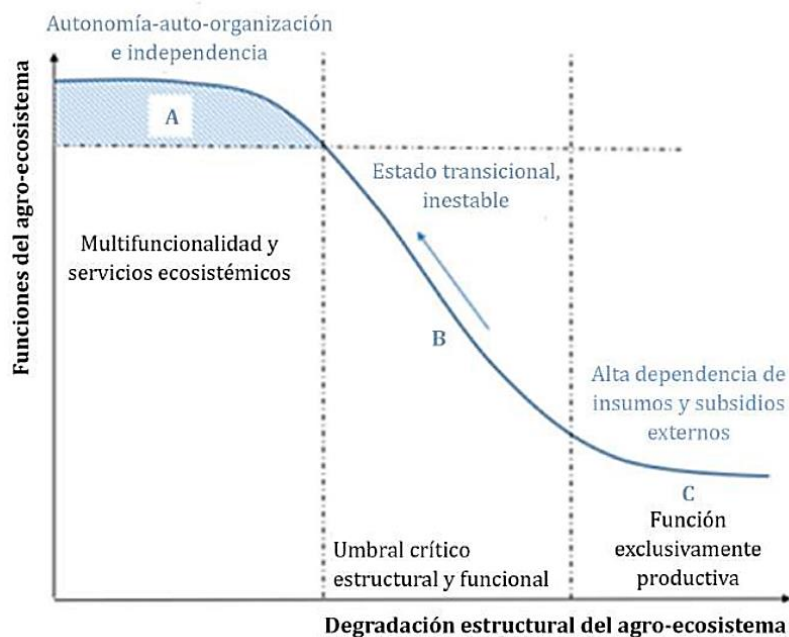


Figura 5. Representación de la transición agroecológica como una restauración de las funciones ecosistémicas, a partir de un estado degradado hacia uno multifuncional. (Tittonell, 2019)

Con el enfoque del modelo de paisaje de estabilidad (Tittonell, 2019; Ollivier et al., 2018), el sistema en cuestión se representa por una esfera que se desplaza por valles o cuencas, pendientes y cima. En la Figura 6, el desplazamiento del sistema corresponde a la representación de los estados A, B y C de la figura anterior. En este caso, el régimen C representa el sistema exclusivamente productivista, simplificado y altamente dependiente de insumos y subsidios externos. El régimen B corresponde a la transición entre C y A puesta como una pendiente hacia arriba, es decir, es una etapa de alta inestabilidad en la cual el sistema de manera natural tiende a regresar a C. El régimen A corresponde a un conjunto de configuraciones diversificadas,

multifuncionales, independientes y autogestionadas. Bajo este modelo, tanto los regímenes A y C son un conjunto de configuraciones funcionales y estructurales autoreforzantes, representando cuencas de atracción. Para llegar al régimen A el sistema debe atravesar un umbral crítico (U), estructural y funcional, representado por la cima del paisaje (Tiftonell, 2019).

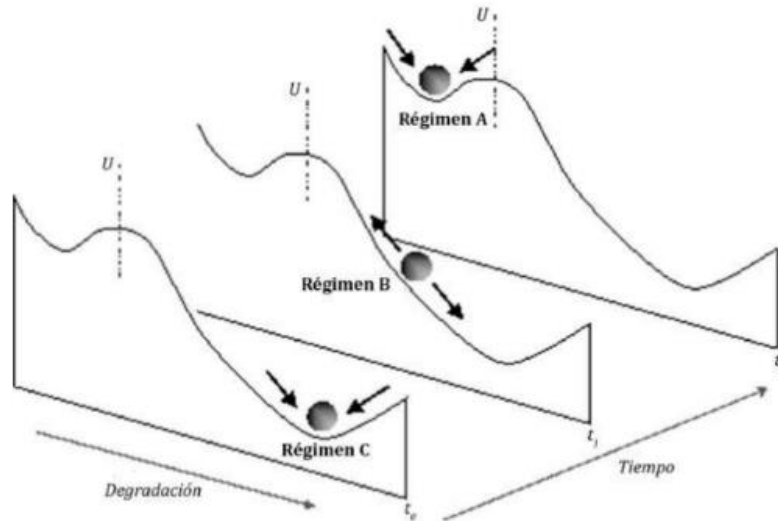


Figura 6. Sistema en cuestión representado por una esfera que se desliza por un paisaje de estabilidad. (Tiftonell, 2019)

Con lo anterior, el proceso transicional no es lineal y está sujeto a diversas vulnerabilidades en el tiempo. La transición agroecológica es un estado de conversión que requiere de impulsores o promotores técnicos e institucionales para lograr cambios funcionales y estructurales en los agroecosistemas, de no ser así, los sistemas en transición pueden regresar a la agricultura convencional (régimen C). Estos impulsores pueden ser las políticas públicas que no vayan acorde al desarrollo agroecológico, las demandas del mercado, entre otros.

2.2.1. Análisis de la transición agroecológica con enfoque de sustentabilidad

El análisis de la transición agroecológica se puede realizar de diferentes maneras, Marasas et al. (2015) proponen tres criterios claves mínimos para entender la complejidad de la transición agroecológica: i) las características estructurales internas del agroecosistema que emprende el proceso; ii) las singularidades del productor o familia productora que toma las decisiones y gestiona el funcionamiento del sistema; y iii) los factores externos que condicionan las posibilidades de desarrollo de un proceso de transición.

En este sentido, como ya se mencionó anteriormente, la agroecología es considerada como una alternativa agrícola sustentable al manejo convencional e industrial dominante, en el que se involucra la esfera ambiental, social y económica (Rosset & Altieri, 2018; Altieri et al., 1999). Para evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema en su desempeño socioeconómico y agroecológico se pueden utilizar indicadores de sustentabilidad, como los propuestos por el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Este marco define siete atributos a partir de los cuales se generan indicadores estratégicos vinculados mediante criterios de diagnóstico, particulares al sistema en evaluación, que son: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad e independencia (Anexo 1) (Masera et al., 2000).

De acuerdo con el MESMIS (Masera et al., 2000), la productividad se refiere a la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios, es decir, la eficiencia, donde el rendimiento de la parcela puede ser un indicador. La estabilidad, se entiende como la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable, esto es, que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema a un nivel promedio o normal, no decreciente en el tiempo. Esta última está relacionada con la resiliencia del agroecosistema, la cual es la capacidad de este sistema de recuperarse ante cambios adversos, como puede ser la variabilidad económica del productor, la diversidad en los mercados y la diversidad biológica.

La adaptabilidad y equidad hacen referencia a la flexibilidad de los sistemas para modificar e innovar el manejo ante nuevas circunstancias, un indicador puede ser la diversidad de prácticas de manejo en las parcelas o la agrobiodiversidad; por otro lado, se hace referencia a la distribución de manera equitativa los costos y beneficios entre actores involucrados, asegurando la factibilidad económica. Algunos indicadores a estos atributos pueden ser el número de miembros en los grupos para la preparación de abonos orgánicos, la distribución de los beneficios y mecanismos de la toma de decisiones.

Finalmente, la independencia se refiere al nivel de autonomía mediante la cual se puede controlar y responder a los cambios fuera de las fronteras del sistema, mientras se mantienen intactos la identidad y los valores. Los criterios que pueden evaluar este atributo son: la participación, la capacitación y entrenamiento, y la autosuficiencia; a partir de los indicadores como: la asistencia a las asambleas u otros eventos de capacitación, el número de productores capacitados y la dependencia a recursos externos como agroquímicos, respectivamente.

La transición agroecológica también puede verse como un incremento de la resiliencia socio-ecológica. La resiliencia es entendida de diferentes maneras: a) la cantidad de cambio que el sistema puede sufrir y aún conservar el mismo control en función y estructura; b) el grado en que el sistema es capaz de autoorganizarse; y c) la capacidad de construir y aumentar la capacidad de aprendizaje y adaptación después de una perturbación (Tittonell, 2019; Cabel & Oelofse, 2012).

En ese caso, la resiliencia del agroecosistema puede ser vista como la capacidad de este sistema para auto-organizarse adaptativamente para preservar sus atributos funcionales y estructurales

esenciales luego de una perturbación. De esta manera, el estudio de la resiliencia a partir de indicadores permitiría identificar los puntos en los que se puede intervenir para reducir la vulnerabilidad en la transición agroecológica.

Los agroecosistemas pueden considerarse sistemas socio-ecológicos, dado la constante interacción entre el ser humano y el ambiente; cuya complejidad y dinámica adaptativa responden a estímulos políticos, económicos y biofísicos del contexto en el que pertenecen. Siendo así, la resiliencia en su naturaleza abstracta y multifuncional resalta como una propiedad emergente del sistema, y es contexto dependiente (espacial y temporalmente).

Campbell y Oelofse (2012) proponen un marco conceptual para medir, evaluar y analizar el concepto de resiliencia de sistemas socio-ecológicos (Anexo 2). Bajo este enfoque, la transición agroecológica de un agroecosistema puede verse como una suma de los cambios graduales de este sistema, que contribuyen con una mayor resiliencia y adaptabilidad, en función del mejoramiento en los siguientes atributos: autorregulación ecológica, diversidad y redundancia funcional, diversidad de respuestas, heterogeneidad espacial y temporal, auto-organización social, construcción de capital natural local, aprendizaje reflexivo y compartido, autonomía e interdependencia local y conocimientos tradicionales (Figura 7).

Con todo lo anterior, la transición agroecológica implica una serie de vulnerabilidades en el tiempo, de diferente dimensión y tipo. Medir y monitorear los cambios durante el periodo de transición ayuda al productor a evaluar el éxito de este proceso y proporciona un marco para determinar los requerimientos e indicadores de la sostenibilidad.

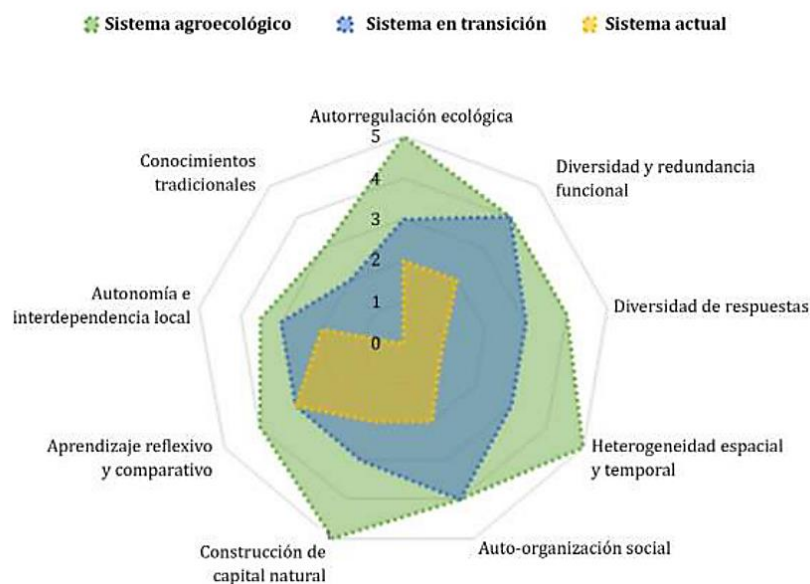


Figura 7. Representación del uso de los atributos de resiliencia y adaptabilidad en el proceso de cambio gradual en los sistemas en transición. (Tittonell, 2019)

3. Antecedentes

3.1. Agroecología periurbana

La agricultura urbana y periurbana data desde los inicios de las civilizaciones en asentamientos humanos. No obstante, a lo largo de la historia con el desarrollo urbano se ha separado la zona urbana y la zona rural, siendo esta última en donde se producen los alimentos que se proveen a la primera. Ahora bien, con la globalización la comercialización y distribución de los alimentos se ha extendido por todo el mundo, siendo así que los alimentos son transportados desde zonas rurales de un país, a diferentes países del mundo e inclusive a diferentes continentes. Con esto se han creado cadenas de comercio largas que requieren de muchos intermediarios entre los productores y los consumidores, los cuales, pueden ser tanto nacionales como transnacionales de acuerdo al alimento y destino en cuestión (Rosset & Altieri, 2018; Llobera & Redondo, 2015).

Las cadenas largas de comercio tienen una implicación ambiental, económica y social. Tan solo el transporte de alimentos representa un uso de combustible que contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, por otro lado, el costo de los alimentos implica los altos costos de la producción más el costo de transporte. De esta manera, para que la agricultura sea un negocio rentable, esta debe reducir al máximo sus gastos de producción (entre otras acciones mano de obra barata) y aumentar su productividad (en suelos con poca fertilidad, implica el uso de agroquímicos) así como hacer uso de subsidios (López, 2015; Jonathan Fox & Haight, 2010; Kenner, 2008).

Ahora bien, los sistemas agroecológicos en las ciudades surgen como componentes necesarios para la soberanía alimentaria, ya sea desde tiempos ancestrales, como en el caso de la zona chinampera y las terrazas en las montañas de la Ciudad de México para las culturas prehispánicas, o bien, como estrategias relativamente recientes (finales del S. XX) como en el caso de los sistemas organopónicos y jardines populares en Cuba (González, 2016; Toledo, 2012; Urquijo, 2012; Altieri et al., 1999).

Como se mencionó anteriormente, los sistemas agroecológicos buscan la soberanía alimentaria, en dónde se pueda producir alimentos siguiendo principios agroecológicos que contribuyan a un manejo sostenible del ambiente y sus recursos, así como, ser un sistema agroalimentario más justo social y económicamente. En este sentido, los agroecosistemas urbanos y periurbanos promueven la producción de alimentos de calidad nutricional y de comercio de proximidad a las zonas urbanas, con precios justos tanto para el consumidor como para el agricultor, visibilizando las externalidades positivas (Rosset & Altieri, 2018; Vaarst et al., 2018; Llobera & Redondo, 2015; Parra, 2007).

Cuba es un caso único y emblemático de transición agroecológica urbana, la cual fue una alternativa forzada debido a la crisis comercial y económica ocasionada a partir de la caída del régimen socialista en la década de los 80. A raíz de este acontecimiento histórico, la soberanía y

seguridad alimentaria de Cuba se vieron comprometidas, no solo por la alta dependencia de alimentos importados, sino también por los insumos externos para la agricultura, como son los fertilizantes, los pesticidas sintéticos y el petróleo (Toledo, 2012; Altieri et al., 1999;). Por lo cual, la transición agroecológica en las urbes fue la solución ante este problema agrícola, alimentario y energético.

Del caso cubano se pueden extraer varias enseñanzas en el logro de la transición agroecológica. Por ejemplo, que la conversión de la agricultura industrial a la agroecología periurbana agroecológica surgió por una necesidad. La satisfacción de esta necesidad alimentaria se dio gracias a la participación conjunta de la ciudadanía, la academia y el gobierno. En el tema de proyectos y apoyos a la agroecología el gobierno promovió este tipo de manejo a partir de apoyos económicos, así como la formación de profesionales expertos en el tema de producción agroecológica en conjunto con la academia. Simultáneamente se ha observado como estos tipos de sistemas agroecológicos aprovechan los recursos locales especialmente la materia orgánica para hacer composta, continuando con la ruta metabólica mencionada por Marx (Toledo, 2013), así como una economía circular y de la proximidad, dado la cercanía de las zonas de cultivo y los asentamientos urbanos (Lepore & Van Caloen, 2017; Llobera & Redondo, 2015; Toledo, 2012).

De acuerdo con Sobal et al. (1998) el sistema alimentario implica las actividades, las estructuras sociales e institucionales y los procesos relacionados con la producción, distribución, intercambio y consumo de los alimentos. Siguiendo este enfoque, se observa que los sistemas agrícolas en contextos urbanos, ya sea de producción urbana², periurbana o suburbana, mantienen una estrecha relación entre la zona agrícola y la ciudad, en tanto que esta última es la principal fuente de consumidores. Por lo mismo, el contexto urbano influye de varias maneras en los socio-ecosistemas, incluyendo los procesos y estructuras sociales e institucionales relacionados con la distribución y comercialización de los alimentos, así como de las dietas alimentarias que pueden determinar el tipo de alimentos producidos (Vaarst et al., 2018).

² Los sistemas agrícolas se consideran de producción urbana cuando se establecen dentro de la ciudad; estos son periurbanos cuando se encuentran en la zona periférica o fuera de la zona urbana. Se considera que son suburbanos los que anteriormente eran periurbanos pero quedaron “encerrados” en la ciudad, como en el caso de Xochimilco (FAO, 2015a)

3.2. Agroecología en la Ciudad de México

Los sistemas alimentarios en la Ciudad de México (Cd.Mx) tienen su origen en las primeras culturas que poblaron la Cuenca de México, quienes a lo largo de la historia han logrado diversas adaptaciones a los diferentes ambientes y recursos disponibles, como el caso de las chinampas en la zona lacustre, o terrazas en el pie de monte y laderas en las montañas (González, 2016; FAO, 2015; Urquijo, 2012). México es un territorio en el que por características geográficas y culturales han ocurrido procesos de domesticación de plantas a partir de sus parientes silvestres, por lo cual es considerado centro de origen de diversas variedades de alimentos como el maíz, jitomate, calabaza, frijol, chile, amaranto, entre otros (Boege, 2008).

La agroecología en la Cd. Mx. se explica a partir del contexto histórico del país. Es decir, la agroecología tiene sus raíces en los saberes y conocimientos campesinos e indígenas acumulados, producto de una herencia cultural mesoamericana y mestiza. De igual manera, su evolución en el país está sincronizada con la evolución misma de la agroecología como ciencia, al tener relevantes sistemas agrícolas tropicales, prácticas y movimientos sociales (Astier et al., 2015; Toledo, 2012).

Actualmente la agricultura en la Cd. Mx. se localiza dentro del polígono Suelo de Conservación, establecido en el 2000 por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF), el cual corresponde a poco más del 50% del territorio estatal (Figura 8). Este polígono tiene una importancia política, socioeconómica y ambiental. Su objetivo es mantener los servicios ecosistémicos del Suelo de Conservación, tales como la conservación de la biodiversidad, recarga del acuífero de esta ciudad, regulación del clima, conservación de suelo, fijación de gases de efecto invernadero, entre otros, así mismo, fomentar el desarrollo rural (GODF, 2000).

3.2.1. Legislación y políticas públicas en materia de agroecología en la Ciudad de México

Como parte de las políticas ambientales del PGOEDF (2000) el gobierno del entonces Distrito Federal, hoy Cd. Mx., puso mayor interés en las actividades agrícolas como parte del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que respeten la integridad estructural y funcionalidad de los ecosistemas de los que forman parte.

Al ordenar el territorio en suelo urbano y suelo de conservación, la agricultura en la Cd. Mx. pasó a ser periurbana y suburbana, concentrándose en las alcaldías que presentan menores densidades de población: Xochimilco, Tlalpan, Milpa Alta y Tláhuac (SEDEMA, 2016); dónde además se ubican varios pueblos originarios. Para el uso agrícola con enfoque agroecológico, se establecieron las siguientes zonificaciones y porcentajes: agroforestal (6.9%), agroforestal especial (5.7%), agroecológica (15.9%) y agroecológica especial (3.5%). En estas zonificaciones se establece que se deben ejecutar técnicas de conservación del suelo y agua, así como promover el uso de composta y abonos orgánicos (GODF, 2000).

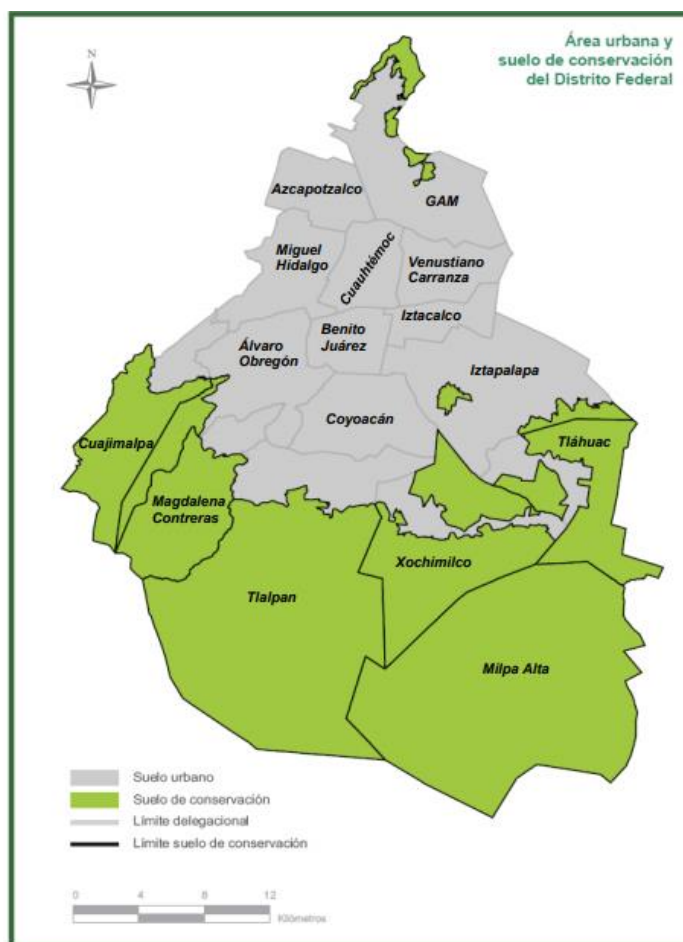


Figura 8. Suelo de Conservación de la Ciudad de México (Saavedra, 2016).

Igualmente, en el 2000 se creó la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, de la cual se formuló el PGOEDF. Esta Ley promueve los sistemas agrícolas orgánicos a partir de la prohibición del uso de agroquímicos sintéticos que contaminen el suelo y afecten la flora, fauna y la salud (PAOT, 2000). Posteriormente en el 2011 se publicó la Ley de Desarrollo Agropecuario Rural y Sustentable del Distrito Federal, la cual tiene como objetivo propiciar la integralidad y sustentabilidad del desarrollo agropecuario y rural en la actual entidad (GODF, 2011). De esta fue que se creó el Programa Social de Desarrollo Agropecuario y Rural de la Ciudad de México.

Este Programa Social de Desarrollo Agropecuario y Rural, en su eje de desarrollo económico sustentable tiene como meta producir alimentos libres de agroquímicos a partir del fomento en la producción de alimentos de buena calidad y de alto valor nutritivo, mediante técnicas ecológicas, respetuosas del ambiente, libres de contaminantes, con bajo consumo de agua y aprovechando los recursos locales disponibles. Todo lo anterior, a través de programas de reconversión productiva. Igualmente, se tiene el fin de integrar los sectores agropecuarios, forestal, piscícola, artesanal, de transformación y comercial que permitan un crecimiento económico sustentable. Una línea de acción para esta meta es desarrollar e impartir capacitación especializada a los productores rurales y urbanos para la integración productiva (SEDEREC, 2018).

Otro instrumento jurídico de carácter estatal se refiere al decreto de 2,522.43 ha de superficie como Área Natural Protegida (ANP) de la Cd.Mx. en la categoría de Zona de Conservación Ecológica Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco (ZCEEXSGA) en 1992. Esta ANP se rige de acuerdo al Programa de Manejo del ANP-ZCEEXSGA publicado en 2006 y actualizado en 2018, en el cual, de acuerdo a la normatividad vigente, entre otras cosas se promoverá el manejo agroecológico en la zona chinampera, con el objetivo de mantener las condiciones ecológicas, así como restarurar zonas degradadas (SEDEMA, 2018; Distrito Federal, 2006).

Así mismo, existen apoyos y programas dirigidos a la agricultura desde cada alcaldía perteneciente al Suelo de Conservación. Es así, como en Tlalpan se creó el programa social “Desarrollo Rural, Conservación y Manejo Equitativo y Sustentable de los Recursos Naturales del Suelo de Conservación Tlalpan” en 2016. Este programa estaba dirigido para el fomento de actividades productivas rurales sustentables, mediante el otorgamiento de apoyos económicos. Posteriormente este fue modificado en 2018 y se renombró como “Desarrollo Rural y Sustentable”, en el cual, uno de sus objetivos es conservar los ecosistemas, así como mejorar y fortalecer los sistemas productivos tradicionales y agroecológicos para la preservación de los recursos naturales y genéticos del Suelo de Conservación, mediante técnicas agroecológicas. Lo anterior a partir de programas de capacitación, asistencia técnica y financiamiento a los productores rurales.

Actualmente en el 2020 se volvió a modificar el Programa a “Apoyo al Desarrollo Agropecuario”, el cual, además de promover el manejo agroecológico y la conservación de la agrobiodiversidad, también promueve y protege los conocimientos y prácticas tradicionales que los pueblos y barrios originarios realizan.

De acuerdo con SEDEMA (2016), la agricultura en el Suelo de Conservación hasta el 2016 era de aproximadamente 22,800 ha de superficie dentro de las alcaldías de Tlalpan, Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco, en 11,543 unidades de producción familiar. En estas zonas se produce maíz, fruta, hortalizas y animales para el autoconsumo familiar y la venta local, pero también hay una producción a mayor escala de nopal, amaranto, hortalizas, hierbas y plantas ornamentales para mercados urbanos y regionales. Casi el 90% de la producción agrícola se realiza en condiciones de temporal, y el 80% de la superficie cultivable corresponde a cultivos cíclicos, principalmente avena forrajera y maíz.

No obstante, aún como toda esta legislación, parece haber un fallo en cuanto a la agroecología pues esta no ha conseguido lo que en los proyectos se quería. La agricultura en el Suelo de Conservación representa un problema en cuanto al crecimiento superficial de las zonas agrícolas. En una contradicción, la participación en el sector primario ha disminuido pero sigue en aumento las áreas destinadas a la producción agrícola. SEDEMA mencionó que esto se debe a la disminución en la rentabilidad por unidad de producción, por lo tanto, el mismo productor debe aumentar la superficie agrícola para conservar la rentabilidad. No obstante, este aumento se realiza sobre suelos forestales con un manejo agrícola extensiva, intensiva y de subsistencia

(SEDEMA, 2016). Lo anterior resalta el cuestionamiento de cómo se ha dado la agricultura agroecológica en el Suelo de Conservación, que lo que hace es promover en un marco legal una agricultura sustentable dentro de la Cd. Mx.

Si bien, existe legislación en materia de agroecología en la Cd.Mx. desde el año 2000, y para la agroecología el conocimiento tradicional de los pueblo originarios son ejemplos y base para las prácticas agroecológicas (e.g. la chinampería tradicional), no obstante, hacen falta estudios sobre la transición agroecológica de los sistemas agrícolas de esta Ciudad.

4. Justificación

Dado todo lo anterior, es importante analizar la transición en agroecosistemas periurbanos, como los de la Ciudad de México, para identificar los factores que limitan y potencian el manejo agroecológico, así mismo para conocer las adaptaciones a las condiciones ambientales, sociales, económicos e institucionales como mecanismo de resistencia, que a su vez conserva el conocimiento tradicional. En un trabajo a pequeña escala, se puede identificar el enfoque con los que los agricultores asocian a la agroecología y saber si esto podría llegar a determinar el tipo de manejo agroecológico que realizan.

Finalmente, por otro lado, conocer el proceso de transición permitiría identificar los factores que influyen en su adopción y la continuidad del manejo en ambientes periurbanos y que esta información pueda incidir en las políticas públicas para promover este tipo de manejo de manera más adecuada, clave para la seguridad alimentaria.

4.1. La geografía en el análisis de la transición agroecológica

Como ya se mencionó anteriormente el estudio de la transición agroecológica implica varios niveles, como el estudio de los agroecosistemas, las condiciones de la familia campesina y el contexto en el que se desenvuelven los dos primeros. De esta manera, la geografía que es una disciplina mixta en sí misma (Bocco & Urquijo, 2015); que permite abordar este proyecto con una visión de la geografía social y la geografía física. En este sentido, la geografía ambiental es un esfuerzo transdisciplinario que une estas dos visiones de la geografía o al menos matiza las diferencias entre ambas.

La geografía ambiental permite abordar problemáticas sociales y naturales o físicas con un referente espacial (Bocco & Urquijo, 2015), como una postura dual entre lo físico y lo humano. Por lo cual, los procesos ecológicos de los agroecosistemas son abordados con la visión de geografía física, mientras que las características socioeconómicas y culturales se abordan a través de la geografía social. De esta manera, un enfoque a partir de la geografía ambiental va más allá de las metodologías aplicadas, sino que permite integrar la información para entender sistemas complejos con una espacialidad establecida. En este caso, se habla de los agroecosistemas en transición agroecológica cuyos cambios en el manejo son dirigidos por las familias campesinas ubicadas en la zona periurbana de la Cd. Mx., específicamente en localidades de pueblos originarios, con características particulares.

La espacialidad en este trabajo tiene su importancia, ya que las características ambientales y sociales son diferentes entre Xochimilco y Tlalpan. El paisaje del primero es un humedal lacustre históricamente construido, mientras que el de Tlalpan es montañoso, por lo que las prácticas agrícolas serán diferentes. No obstante, ambos sitios comparten estar localizados en la zona periurbana de la Ciudad, dentro del Suelo de Conservación; lo que implica ciertas presiones sociales, económicas, culturales y culturales importantes a tomar en cuenta.

De esta manera, los componentes físicos y sociales interactúan en diferentes escalas. En la escala del agroecosistema existen interacciones internas entre la familia, y sus posibilidades y requerimientos, y el sistema productivo. A escala de sistema alimentario, las interacciones son externas entre los sistemas agrícolas y los consumidores, el mercado, las instituciones gubernamentales y académicas, y las redes u organizaciones sociales, por mencionar algunas. Por tal motivo, la geografía ambiental con su enfoque transdisciplinario es útil en este estudio porque aporta los elementos para estudiar de manera integral la transición agroecológica en sistemas agrícolas periurbanos.

5. Pregunta de investigación, objetivo general y objetivos específicos

5.1 Preguntas de investigación

¿Cuáles son los factores sociales, institucionales, familiares y económicos determinantes que promueven u obstaculizan el desempeño de los sistemas agrícolas bajo un proceso de transición agroecológica de los productores periurbanos de Tlalpan y Xochimilco, en la Ciudad de México?

¿Cómo han incidido los cambios de manejo en la calidad de suelos de los agroecosistemas transitados a la agroecología?

5.2 Objetivo general

Identificar, analizar y sistematizar los factores tecnológicos, ambientales, sociales, institucionales, familiares y económicos que han fortalecido o debilitado el desempeño de los sistemas agrícolas bajo un proceso de transición agroecológica a partir de las experiencias de los productores (y sus familias) periurbanos de Tlalpan y Xochimilco, Ciudad de México.

5.3 Objetivos particulares

- I. Caracterizar el manejo agroecológico que se llevan a cabo en los agroecosistemas estudiados, incluyendo las prácticas agrícolas, infraestructura e insumos utilizados.
- II. Identificar las condiciones biofísicas de los agroecosistemas seleccionados, en términos de calidad de suelo y tipos de cultivos.
- III. Sistematizar los cambios de manejo agrícola realizados por los productores, para identificar las variables estructurales que condicionan la transición agroecológica en los agroecosistemas de estudio.
- IV. Sistematizar los factores comerciales, organizacionales, institucionales, y técnicos que sirvieron como conductores (*drivers*) de la transición agroecológica en los agroecosistemas estudiados.
- V. Identificar las contraprestaciones (trade offs) de los agroecosistemas en su proceso de transición
- VI. Identificar las fortalezas y debilidades de los agroecosistemas estudiados en sus procesos de transición agroecológica, así como las amenazas y oportunidades que pueden promover o debilitar la transición agroecológica como agroecosistemas periurbanos.

6. Características de la zona de estudio

Los agroecosistemas estudiados en este trabajo se localizan dentro de la Cuenca de México, en la Cd. Mx. En esta entidad habitan más de 9 millones de personas, de las cuales el 1% de la población se localiza en área rural, por lo que el sector económico terciario, es decir, el comercio es la actividad que más aporta al PIB estatal (INEGI, 2021), mientras que las actividades primarias como la agricultura tan sólo aportaron 0.1% del PIB estatal en el 2016.

Actualmente la agricultura en la Cd. Mx. se localiza dentro del polígono de Suelo de Conservación, establecido en el 2000 por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF), el cual corresponde a poco más del 50% del territorio estatal (Figura 9).

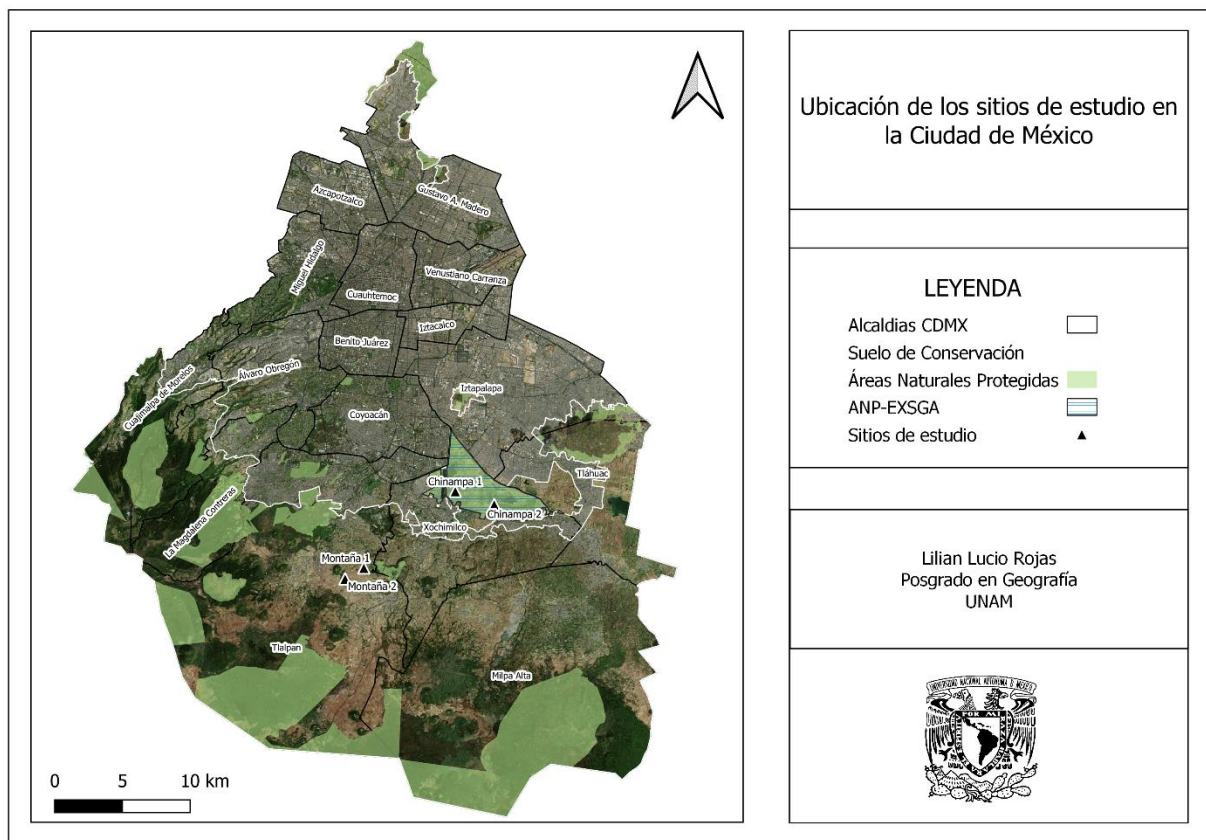


Figura 9. Zonas de estudio dentro del SC de la Ciudad de México. Elaboración propia

Las comunidades San Miguel Xicalco y San Miguel Topilejo se ubican en la alcaldía de Tlalpan. Mientras que las comunidades de Xochimilco centro y San Gregorio Atlapulco se ubican en la alcaldía de Xochimilco, ambas alcaldías se encuentran en la zona sur de la cuenca y de la entidad. Los agroecosistemas de montaña estudiados en las localidades de Tlalpan se localizan en la parte media de la Cuenca de México; y los agroecosistemas chinamperos se ubican en la parte baja de la Cuenca, en la zona lacustre.

Dentro de las características físicas comunes de estas comunidades está la fisiografía, esta superficie estatal se encuentra dentro de la provincia del Eje Neovolcánico en la subprovincia

Lagos y Volcanes de Anáhuac. Ya más específico en las localidades de Tlalpan el sistema de topoformas es de sierra, mientras que en las localidades de Xochimilco es de llanura (INEGI, 2017).

Los agroecosistemas chinamperos están conformados por chinampas (del náhuatl *chinamitl*, que significa seto o cerca de cañas); que son islotes artificiales o camas elevadas estabilizadas en el lago por ahuejotes (*Salix bomplandiana*). Se construyen mediante la acumulación de materia orgánica, sedimentos arcillosos lacustres y otros materiales que sirven para consolidar los islotes (González, 2016; Ramos et al., 2011; Rojas Rabiela, 1983). Estos agroecosistemas conforman una extensa red de canales o apantles los cuales han sido usados como un sistema de drenaje, así como para irrigación y mantener la humedad del suelo (Ramos et al., 2011). Los sistemas chinamperos fueron construidos por los antiguos pobladores de la Cuenca de México, con el objetivo de abastecer de alimentos a la creciente urbe. Se desarrollaron en el periodo Clásico en Mesoamérica, a inicios del S. 11 d.C.

La zona chinampera tiene varios nombramientos nacionales e internacionales, siendo patrimonio natural y cultural mundial. Dentro de ellos destacan: Zona de Monumentos Históricos; Delegaciones Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta (1986), Patrimonio Mundial Cultural y Natural por la UNESCO (1987), Área Natural Protegida con la categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (1992), sitio RAMSAR (2004) y Sistema Agrícola Chinampero como parte de Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) (2017).

Las características ambientales de la zona chinampera son las siguientes: se localiza en la zona lacustre, la cual forma parte de un corredor biológico, siendo un ecosistema de humedal representativo de la Cuenca de México, remanente de un lago que la caracterizaba. El paisaje de la zona se encuentra formado por planicies inundadas naturales y cuerpos de agua. Esta zona alberga una importante diversidad de especies de flora y fauna acuática y terrestre, algunas de ellas endémicas como el ajolote neoténico (*Ambystoma mexicanum*), ninfa (*Nymphaea mexicana*). Adicionalmente esta zona funciona como zona de alimentación y reproducción de peces y aves locales y migratorias (Aranda-Sánchez, 2004).

Dentro de la flora representativa se encuentra: ninfa (*Nymphaea mexicana*), cedro blanco (*Cupressus lusitánica*), colorín (*Erythrina coralloides*), La fauna presente son: diferentes especies de ajolotes (*Ambystoma mexicanum*, *Ambystoma velasci*), rana de Tláloc y de Moctezuma (*Rana tlaloci*, *Rana montezumae*), lagartijas (*Phrynosoma orbiculare*, *Sceloporus grammicus*); culebras (*Thamnophis eques*, *Thamnophis scaliger*), tortuga casquito (*Kinosternon hirtipes*); cincuate (*Pituophis deppei*); víbora de cascabel cola negra (*Crotalus molossus*); pato mexicano (*Anas platyrhynchos diaza*); garza morena (*Ardea herodias*); gavilán pecho rojo (*Accipiter striatus*); rascón limícola (*Rallus limícola*) y peces como (Aranda-Sánchez, 2004).

En esta zona permanece un remanente del gran lago donde se fusionaban los Lagos de Xochimilco, Chalco, Xaltocan, Zumpango, Tenochtitlan con el Lago de Texcoco. Los humedales son considerados como relictos de los ecosistemas lacustres de antaño, cuya función fundamental es

la regulación del ciclo hidrológico y del clima en la cuenca de México, de acuerdo con la CONABIO (SEDEMA, 2018; Aranda, 2004).

La parte productiva en términos agrícolas de la zona chinampera ocupa el 68.3% de la superficie total del polígono del ANP con un área de 1,723.11 hectáreas, distribuidas en el Ejido de San Gregorio Atlapulco, Distrito de Riego y en la Zona Chinampera de Xochimilco y San Luis Tlaxialtemalco (SEDEMA, 2018). El sistema chinampero ocupa 2,215 ha que representa el 30% de la superficie total del territorio Patrimonio Cultural de la Humanidad otorgado por la UNESCO con un área de 7,534 ha (González, 2016).

Dentro de las características físicas de la zona chinampera en el aspecto fisiográfico, ésta se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico, Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, en el extremo sur de la cuenca de México. La planicie de la cuenca y la llanura lacustre se originó del depósito de materiales de origen volcánico, aluvial y orgánico (SEDEMA-DG CORENA, 2004 en (SEDEMA, 2018). Topográficamente, la zona chinampera de Xochimilco se ubica en un terreno plano de origen lacustre correspondiente al antiguo vaso del Lago de Xochimilco.

Los suelos de la zona chinampera son predominantemente lacustres y palustres, de composición geológica diversa. Estos suelos presentan un alto contenido de materia orgánica (MO) y son de color oscuro; tienen una gran influencia por la presencia de un manto freático cercado. Son suelos profundos y discontinuos debido a su origen como pequeños islotes rodeados de agua. Debido a que la formación de estos suelos son a partir de la influencia humana, han sido clasificados como antropoles (INECOL, 2002; SEDEMA, 2018).

En cuanto a la hidrografía, la zona chinampera se caracteriza por una extensa red de canales en el área, con un largo de 406 km (González, 2016). Además, en esta zona se localizan los acuíferos de la región, incluidos en materiales granulares de baja y mediana permeabilidad. Hidrológicamente, esta zona se encuentra en un humedal, donde los aportes naturales de agua hacia el lago de Xochimilco provienen principalmente de los ríos Santiago y San Lucas. Esta zona lacustre, actualmente se encuentra reducida a canales, apantles, lagos permanentes y de temporal, cuya profundidad varía considerablemente, desde 60 cm, en algunos canales y zonas inundadas, hasta profundidades de 3 a 6 m en algunos lagos.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el clima de esta zona es templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media ($C(w_1)$). De acuerdo con la estación meteorológica de San Gregorio Atlapulco, la temperatura media anual durante el 2016 fue de 16.2°C con variaciones que fueron de los 11.3° y 19.4°. La precipitación media anual registrada fue de 620.4 mm con lluvias más abundantes entre los meses de junio y septiembre (SEDEMA, 2018).

De acuerdo con González (2016) la zona chinampera está compuesta por 36 poblados rurales pertenecientes al polígono de Suelo de Conservación en la zona rural de la Cd. Mx. Las cinco zonas chinamperas están conservadas en torno a los pueblos originarios que datan de la época

prehispánica, dónde tres de ellos se localizan en la alcaldía Xochimilco: Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco.

No obstante, la zona chinampera contiene 209,922 chinampas, de las cuales solo el 17% se encuentran activas, produciendo hortalizas o flores de ornato. En Xochimilco existen 864 chinampas activas, que representan el 24% del total activo, mientras que en San Gregorio Atlapulco se localiza la mayor cantidad de chinampas activas con el 42% del total activo (González, 2016).

Dentro de los principales aspectos sociodemográficos se encuentra que la alcaldía de Xochimilco tiene una población de 442,178 habitantes (INEGI, 2020), mientras que en el polígono de AZPM habitaban 222,000 habitantes en el 2010. No obstante, la minoría hasta ese entonces era originaria del sitio, por lo que el crecimiento demográfico del año 2000 al 2010 es resultado de inmigración de otras partes de la ciudad, del país o del mundo. En esta zona conviven cuatro grupos de pobladores: chinamperos, ejidatarios, pobladores originarios de la zona que se han desconectado de actividades primarias, y una mayoría de avecindados. Los primeros dos grupos pero mayormente el primero, aún cultivan las chinampas o las poseen aunque no las cultiven directamente (González, 2016).

De acuerdo con Gonzáles (2016) la población cercana a las zonas chinamperas conserva algunos rasgos de las culturas rururbanas e indomestizas que han convivido con las chinampas desde hace siglos. Aún se preservan por la mayoría de los pobladores la toponimia de sus parajes, canales y barrios, así como las fiestas y ceremonias tradicionales como el Niño pa y el apego a las formas ancestrales del cultivo chinampero. Sin embargo, no se renuncia del todo a las ventajas de la vida urbana y el avance tecnológico, político e informativo de la capital del país. Debido a la heterogeneidad de la población cada uno de los sectores anteriormente agrupados, la población tienen distintos intereses y ven en función de ellos el futuro de la zona y su conservación.

Por otro lado, los agroecosistemas de las localidades de Tlalpan se encuentran sobre la Sierra del Chichinautzin, donde se encuentra la principal zona de recarga de los acuíferos de Xochimilco, debido a la alta permeabilidad de su roca de basalto (INEGI, 1997 en UAM, 1999).

Las características físicas de esta zona de montaña son las siguientes: topográficamente se ubica en la sierra, con un intervalo altitudinal de 2,260 y 3,930 msnm, por lo que presenta un relieve montañoso muy accidentado, donde se presentan numerosos cerros y volcanes con pendientes pronunciadas y barrancas (Secretaría de Protección Civil, 2014). El clima de acuerdo con la clasificación de Köppen es templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (C(w₂)). La temperatura media anual para estas localidades fue de 15.4°C, con una precipitación media anual de 951.9 mm (INEGI, 2017). Los suelos de esta zona tienen un origen predominantemente volcánico, por lo que los suelos son de tipo andosol, litosol y feozems (Almeida Leñero et al., 2014).

En cuanto a la flora y fauna, en esta alcaldía se encuentran diferentes tipos de bosques: el bosque de pino (*Pinus spp*), bosque de oyamel (*Abies spp*) y bosque de encino (*Quercus spp*). También hay pastizal inducido con zacatonales y especies arbustivas como la jarilla (*Senecio cinerarioides*). En fauna, se han reportado alrededor de 300 especies de aves en las que se encuentra el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*) endémico de la región; 60 especies de mamíferos dentro de los que destaca el gato montés (*Lynx Rufus*), el coyote (*Canis latrans*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), y el teporingo o zacatuche (*Romerolagus diazi*). Así mismo, se han reportado 56 especies de reptiles (Almeida et al., 2014; Secretaria de Protección Civil, 2014).

Dentro de las características socioeconómicas de esta zona se destaca que para el 2020 en la alcaldía de Tlalpan habitaban 699,928 personas (INEGI, 2021). También se encuentran varios pueblos originarios, aunque solamente el 1.69% del total de la población habla alguna lengua indígena.

Tanto las alcaldías de Tlalpan como Xochimilco forman parte del Suelo de Conservación que limita la zona urbana con la rural, aunque esta diferencia no es tan marcada. En ambas alcaldías son en donde hay mayores asentamientos humanos irregulares con un 34% y 22% respectivamente al 2016 (PAOT, 2016), generando una presión sobre estos espacios, especialmente los dedicados a la agricultura.

Los agroecosistemas en Tlalpan tienen características biofísicas de paisaje de montaña, mientras que los de Xochimilco corresponden a un paisaje lacustre. No obstante, al pertenecer a pueblos originarios, comparten características sociales como el conocimiento sobre el manejo de sistemas agrícolas con un valor histórico y patrimonial; además de que ambos sufren la presión por la expansión urbana, muchas veces irregular. Dichos sistemas agrícolas emblemáticos están localizados en una zona de conservación en el periurbano de una de las ciudades más pobladas del mundo. Dada su importancia, en este proyecto se analizan las fortalezas y los desafíos que han enfrentado algunos casos o experiencias en el proceso de transición agroecológica, a diferentes escalas, desde el agroecosistema hasta las relaciones regionales externas en las que se desenvuelven.

7. Métodos

Los sistemas agrícolas sostenibles engloban la esfera ambiental, económica y social, por tanto se pueden concebir como sistemas complejos, en donde las distintas interacciones que se llevan a cabo no son independientes, ya que dentro del sistema agrícola se encuentran subsistemas que varían según la naturaleza del sistema, en donde los diferentes fenómenos de interacción pueden estar agrupados (García, 2011; Altieri & Nicholls, 2000).

En este trabajo los sitios de estudio están localizados en pueblos originarios de la Cd. Mx., dentro del Suelo de Conservación; con características sociales, ideológicas, económicas y ambientales particulares. La complejidad en este trabajo reside en el análisis de un conjunto de sistemas con sus respectivos subsistemas, estas grandes esferas son: el sistema agrícola, el suelo, la unidad familiar, el sistema económico y el sistema social. De tal manera que, para analizar este tipo de sistemas se utilizaron métodos cuantitativos y cualitativos para obtener un resultado más integral y lograr comprender el proceso de la transición agroecológica.

La metodología de esta investigación consistió en siete fases que a continuación se muestran: 1) identificación de los productores agroecológicos, 2) selección de los sitios de estudio, 3) mapeo de la finca y selección de los sitios de muestreo, 4) entrevista semiestructurada e historia productiva del agroecosistema, 5) muestreo del suelo, 6) análisis de suelos en laboratorio y 7) análisis de los resultados.

7.1. Identificación de los productores agroecológicos

El acercamiento con los productores agroecológicos se realizó a partir de la asistencia a reuniones y contacto con organizaciones sociales como Escuela Campesina, Tlalpan (septiembre de 2019), Chinampayolo y Mercado Alternativo de Tlalpan (noviembre de 2019). Lo anterior como parte del método de Bola de nieve (Martínez, 2012) que permitió conocer actores clave que permitieron el acercamiento a más productores agroecológicos. De esta manera, se asistió a mercados y tianguis de productores agroecológicos y orgánicos en la zona sur de la Ciudad, entre noviembre y diciembre de 2019. Estos sitios de venta fueron: 1) Mercado Alternativo de Tlalpan (Tlalpan), mercado de las cosas verdes Tianguiskilitl (Xochimilco), y el tianguis biocultural chinampero (Coyoacán).

En estas visitas se realizaron entrevistas exploratorias a 12 productores, 11 hombres y 1 mujer, con la finalidad de seleccionar a los agricultores y los agroecosistemas de estudio, así como para diseñar la entrevista semiestructurada que se aplicó posteriormente. Los temas de la entrevista surgieron de la revisión teórica y fueron los siguientes: i) información personal, ii) datos de la parcela (superficie, tenencia), iii) tipo de manejo agrícola en la parcela (prácticas, insumos aplicados, tipos de cultivos), iv) acercamientos institucionales (apoyos, capacitaciones,

acompañamiento), v) factores organizacionales y comerciales involucrados en la transición agroecológica, y vi) factores personales y familiares involucrados en la transición agroecológica.

Los agricultores se seleccionaron a partir de los siguientes criterios principales: i) que los agricultores hayan transitado de un manejo convencional a uno agroecológico (Cuadro 4), ii) que tuvieran al menos 4 años de haber transitado a la agroecología, iii) que el agroecosistema esté ubicado en la zona periurbana de la Cd. Mx, especialmente en Tlalpan y Xochimilco, y iv) que su historia del proceso de transición fuera relevante en cuanto al tiempo de transición agroecológica, los contactos sociales e institucionales que se tuvo, los cambios realizados en su agroecosistema y los desafíos enfrentados y superados.

Cuadro 4. Características principales del manejo agroecológico y convencional como criterio de selección.

Manejo convencional	Manejo agroecológico
Producción en monocultivo, dónde la fertilización se realiza mayormente con fertilizantes sintéticos (urea, 18:46, mezcla maicera, etc.). Para las plagas en los cultivos se utilizan pesticidas (FURADAN, MALATION, ACIDON, etc.).	Producción en policultivos, dónde la fertilización se realiza mayormente con fertilizantes orgánicos (estiércoles, composta, bioles, etc.); así mismo, se realiza un control de plagas sin pesticidas, por ejemplo, con caldos minerales (sulfocálcico, bordelés, ceniza, etc.).

7.2. Selección de los sitios de estudio

A partir de la información recabada en el apartado anterior, se seleccionaron cuatro agroecosistemas, dos agroecosistemas chinamperos y otros dos agroecosistemas de montaña, los cuales son representativos de los procesos de transición agroecológica en dos zonas biofísicas y con sistemas agrícolas contrastantes de la Cd. Mx. (Cuadro 5). Estos se ubican en las localidades de: Xochimilco centro y San Gregorio Atlapulco, en alcaldía Xochimilco; y San Miguel Xicalco y San Miguel Topilejo, en alcaldía de Tlalpan. Los primeros dos corresponden a agroecosistemas chinamperos y los últimos dos a agroecosistemas de montaña (Figura 10).

En esta visita se hizo un recorrido por la parcela o chinampa acompañados con el productor, donde se corroboró el tipo de manejo utilizado en la misma y la superficie. Adicionalmente se les aplicó una entrevista piloto, profundizando en los temas de la entrevista exploratoria y haciendo énfasis en la historia familiar, los pasos seguidos y los factores involucrados en su respectiva transición agroecológica. A partir de la información obtenida, se identificaron los temas para diseñar la entrevista semiestructurada que se aplicará en una etapa posterior.

Cuadro 5. Referencia de los sitios de estudio seleccionados

Tipo de sistema agrícola	Id. Sitio	Localidad	Productor	Localización	Tiempo de transición al 2020
Chinampero	Chinampa 1	Xochimilco centro	Carlos G. Santana	19.276692° N; -99.09606° O	5 años
	Chinampa 2	San Gregorio Atlapulco	Mario Rufino	19.267381° N; -99.068715° O	6 años
de montaña	Montaña 1	San Miguel Xicalco	Francisco Contreras	19.222949 N; -99.160234 O	5 años
	Montaña 2	San Miguel Topilejo	Víctor Rodríguez	19.215298 N; -99.173429 O	20 años

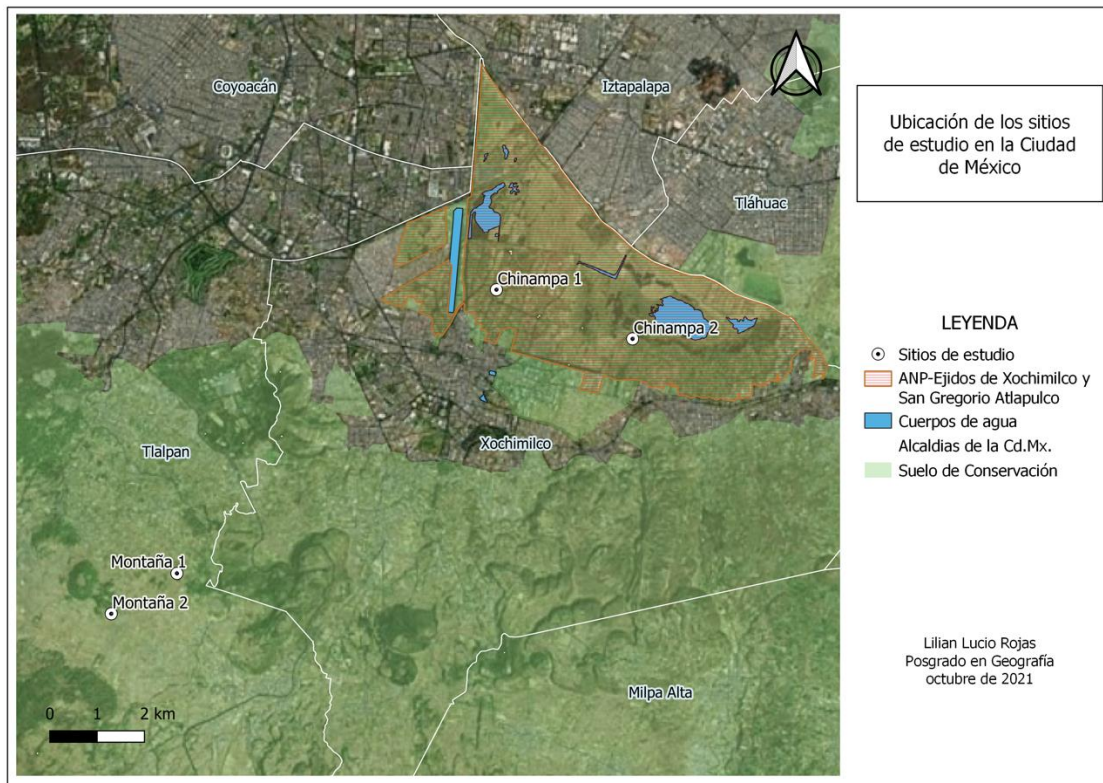


Figura 10. Ubicación de los sitios de estudio. Elaboración propia.

7.3. Mapeo de la finca y selección de los sitios de muestreo

Con el objetivo de caracterizar el manejo agroecológico en la parcela o chinampa de estudio, en febrero y marzo del 2020 se realizó un mapeo de la finca (Geilfus, 2002). Para esta cartografía, a cada productor se le solicitó que dibujara su finca, parcela o chinampa, en un cuaderno con hojas en blanco. Usando lápices de colores, los productores indicaron sus límites, colindancias, infraestructura presente, división de la superficie de acuerdo con los cultivos producidos, entradas de insumos y salidas de productos. Durante el proceso, se grabaron las narraciones que

iban realizando los productores, para triangular la información de las entrevistas (Figura 11). Solamente se pudo realizar el mapeo de la finca en los dos agroecosistemas chinamperos y el agroecosistema de montaña en San Miguel Xicalco, por motivos de la contingencia por Covid-19. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en el mapeo se seleccionó la parcela para muestrear, a partir de que fuera una parcela de cultivo de hortalizas y en la que se haya realizado manejo agroecológico por más tiempo.



Figura 11. Proceso de mapeo de la finca con los dos productores chinamperos de este estudio.

7.4. Entrevista semiestructurada e historia productiva del agroecosistema

La entrevista semiestructurada que se aplicó a los 4 agricultores seleccionados se dividió en siete temas principales: 1) información personal e historia productiva, 2) factores personales y familiares, 3) factores productivos del agroecosistema, 4) factores económico-comerciales, 5) factores socio-organizacionales, 6) factores institucionales y 7) consideraciones personales (Anexo 3).

La entrevista fue aplicada presencialmente a mediados de marzo de 2020 a los productores de Chinampa 1, Chinampa 2 y Montaña 1, posteriormente, se volvió a entrevistar a los productores en septiembre y octubre de 2020 vía telefónica, así como al productor de Montaña 2; para completar información faltante y corroborar información dada en las entrevistas anterior. Esto último como estrategia de triangulación de información (Sautu et al., 2005).

A partir de los resultados se pudo obtener una idea más completa de la historia del productor en su proceso de transición agroecológica, así como sus percepciones, opiniones del tema y perspectivas a futuro, con cierto control de determinada información para realizar la historia productiva del agroecosistema o unidad de producción,

Para poder hacer un análisis retrospectivo, la temporalidad de la entrevista fue del presente al 2020 hacia el pasado, antes de la transición agroecológica. De esta manera, se preguntó por el manejo actual (agroecológico) al 2020, el inicio de la transición agroecológica y el manejo previo a la transición agroecológica (manejo convencional). Fue así como los tres tiempos de estudio de la transición agroecológica fueron: t0 el manejo anterior, t1 los primeros 2 años de la transición y t2 el momento de la medición al 2020, con 5 a 20 años de transición agroecológica correspondiente, como se verá y esquematizará más adelante.

Finalmente, las entrevistas se transcribieron para su análisis. Posteriormente, la información fue organizada en ejes temáticos, retomando los temas principales de las entrevistas; y por productor. Todo esto, en una hoja de cálculo, para de esta manera poder comparar los resultados en búsqueda de similitudes y diferencias en los cuatro procesos de transición agroecológica estudiados, así como para realizar los demás análisis que se abordarán posteriormente.

7.5. Muestreo del suelo.

A escala de parcela, en los sitios seleccionados en la fase anterior, en febrero y mediados de marzo de 2020 se realizó un muestreo superficial de suelos para su posterior análisis en laboratorio (Cuadro 5). Se obtuvo una muestra compuesta representativa de 10 submuestras adquiridas mediante el método del zigzag, de los primeros 20 cm del suelo. Para el caso de parcelas grandes y divididas se tomó una muestra compuesta de cada subdivisión de parcela siempre y cuando el manejo en dicho terreno fuera similar. Adicionalmente, se obtuvo una muestra de suelo para densidad aparente, mediante el método del cilindro (Blake & Hartge, 1986) para su posterior análisis en laboratorio.

Cuadro 5. Muestras realizadas en los agroecosistemas seleccionados.

Muestra	Tipo de muestra	No de muestras compuestas	Tipo de cultivo	Tiempo de transición (años)	Tenencia de la parcela	Tipo de agricultura
Chinampa 1	compuesta	1	rotación de hortalizas	5	propia	temporal y riego
Chinampa 2	compuesta	1	rotación de hortalizas	6	propia	riego
Montaña 1	compuesta	3	rotación de hortalizas y milpa	5	propia	temporal
Montaña 2	compuesta	3	rotación de hortalizas	20	propia	temporal y riego

7.6. Análisis de suelos en laboratorio

Las muestras compuestas de suelo fueron tratadas en el laboratorio de Geografía Física del Instituto de Geografía, UNAM. Estas fueron secadas a temperatura ambiente y tamizadas a malla 10 (2 mm). Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Edafología Ambiental (IGI, UNAM-

LANGEM) del Instituto de Geología de la UNAM y en el Laboratorio de Geografía Física del Instituto de Geografía, UNAM. Los análisis realizados en laboratorio fueron los siguientes:

7.6.1. Densidad aparente

Mediante el método del cilindro (Blake & Hartge, 1986) se tomó una muestra del horizonte más superficial del suelo, en un cilindro de 100 cm³ de volumen y recuperadas en bolsas de plástico debidamente etiquetadas.

Posteriormente en el laboratorio las muestras se vaciaron en charolas con peso conocido. Se pesó el suelo húmedo en una balanza analítica de precisión 0.01 g y se le restó el peso de la charola. Estas muestras fueron secadas en una estufa a 105°C por 24 h y consecuentemente fueron pesadas y nuevamente se restó el peso de la charola respectiva. La densidad aparente fue obtenida mediante la siguiente fórmula.

$$DA \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{\text{Peso suelo húmedo (g)} - \text{Peso suelo seco (g)}}{\text{Volumen del cilindro (cm}^3\text{)}}$$

Se realizó una corrección por pedregosidad, en la cual la muestra de suelo seco fue tamizada a malla 10 (2mm). Las piedras retenidas en la malla se pesaron en una balanza de precisión 0.01 g y luego se calculó su volumen mediante el volumen de agua desplazada en una probeta. El peso de las piedras se restó al peso del suelo seco y el volumen obtenido se restó a los 100 cm³ correspondientes al volumen del cilindro.

7.6.2. pH y Conductividad eléctrica

Estas pruebas fueron realizadas en una proporción 1:2.5, es decir, se pesó una muestra de 10 g de suelo seco y tamizado, en un tubo falcon de 50 ml con tapa. Posteriormente se agregó 25 ml de agua destilada y se agitaron a 240 rpm durante una hora, en un agitador mecánico. Después de dejar que sedimentaran se midió el pH con un potenciómetro Hanna HI 9813-5. Este equipo fue calibrado con solución buffer de pH 7, 4 y 10. Para la medición de pH se hicieron muestras por duplicado en las cuales se introdujo el sensor en la fase líquida de la muestra hasta que este estuviera completamente cubierto. Se hizo una verificación de la calibración del equipo cada 6 mediciones. Los datos obtenidos se registraron en la bitácora correspondiente.

Para la determinación de CE se utilizaron las mismas muestras. Estas fueron filtradas con papel filtro No. 42, recuperando la fase liquidada filtrada en otro tubo falcon de 50 ml. Se utilizó el mismo equipo Hanna HI 9813-5 para medir la CE, previamente calibrado con solución buffer de 1413 µS/cm. La medición se realizó introduciendo el electrodo en la solución filtrada hasta cubrirlo por completo, el dato se registró en la bitácora correspondiente. De igual manera se realizó la verificación de calibración del equipo cada 6 mediciones. Para ambas pruebas los valores por duplicado fueron promediados para obtener un solo valor por muestra.

7.6.3. Textura

La textura fue determinada a partir del método de la pipeta, para determinar la distribución de tamaños de partículas minerales del suelo fino (tamizado < 2 mm). Los tamaños de partículas obtenidos fueron: arena (63-2000 μm), limo (2.0-63 μm) y arcilla (<2.0 μm). La prueba se realizó siguiendo el procedimiento de Mora (2022) e ISRIC (1992), en donde las muestra tuvieron un pretratamiento que consistió en: a) la eliminación de sustancias cementantes como materia orgánica utilizando hipoclorito de sodio al 10%, eliminación de óxidos de Fe mediante disolución utilizando citrato de sodio 0.3M, bicarbonato de sodio 1 M y ditionito de sodio; b) lavados de sales utilizando agua desionizada; c) dispersión química durante toda la noche con hexametáfosfato de sodio 50g/l; y d) dispersión física utilizando ultrasonido durante 3 minutos.

La separación de las partículas finas (arcilla y limo) se llevó a cabo utilizando un sensor PARIO Meter. Para esto, se transfiere la muestra a una probeta de 1000 mL y se aforar a la marca. Continua con la agitación la muestra un minuto y se coloca el sensor PARIO en la probeta. Se programó la medición cada 60 segundos durante siete horas (Meter Group, 2017). La separación de las partículas gruesas (arena) se realizó a partir de tamizar la suspensión después del análisis de la pipeta sobre una batería de tamices (630 μm , 200 μm , 63 μm). Los tamices se fueron lavando de mayor a menor luz de malla. Posteriormente se separaron pusieron en un cristalizador, previamente pesado, las partículas retenidas en cada tamiz, para ser secadas a 105°C; cada fracción fue de arena fue pesada, una vez que las muestras se enfriaron.

El control de calidad realizado consistió en analizar una muestra patrón por lote y realizar duplicados. La precisión del método se calcula mediante la diferencia porcentual relativa. Finalmente el cálculo para obtener la distribución de las partículas se realizó de la siguiente manera: para las arenas se obtuvo según la medición de acuerdo a la malla del tamiz; para la arcilla y limo se realizó el cálculo basado en la Ley de Stokes (Ecuación 1)

$$v = 2/9 (d-d_a) g r^2/\eta = K r^2 \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde: v: velocidad (cm/s), r: radio de la partícula (cm), d: densidad de la partícula (g/cm³), d_a: densidad del agua (g/cm³), g: gravedad terrestre (cm/s²), η : viscosidad del agua (g/cm*s).

7.6.4. Cationes intercambiables y fósforo disponible

Los Cationes intercambiables fueron extraídos con acetato de amonio 1N pH 7. El Ca y Mg se determinaron en un espectrómetro de absorción atómica PinAAcle 900 H de Perkin Elmer. Mientras que el K y Na se determinaron en un espectrómetro de flama Sherwood 360.

El fósforo disponible se extrajo por el método de Bray-Kurtz (1945), utilizando un espectrómetro UV-visible Genesys 20, teniendo como agente reductor ácido ascórbico.

7.6.5. Carbono y Nitrógeno total

Para la determinación de Carbono y Nitrógeno totales se utilizó un analizador elemental CNHS/O Thermo Scientific Flash 2000 en modo CN bajo las siguientes condiciones analíticas: helio como gas acarreador, la temperatura de combustión fue de 950°C y 680° C como temperatura de reducción, se usó un detector de conductividad térmica y un compuesto de calibración de ácido aspártico, teniendo como material de referencica LECO Soil (CRM) for CNS Part No. 502-694.

La materia orgánica se estimó en porcentaje a partir de la constante $MO= 1.724 * C_{total}$

7.7. Análisis de los resultados

7.7.1. Sistematización de los cambios estructurales de los agroecosistemas en la transición agroecológica

A partir de la información recabada en las entrevistas y los mapas de finca se realizaron diagramas de flujo para mostrar la estructura de los agroecosistemas, así como las interacciones internas y externas del sistema. De esta manera, se identificaron los componentes de los agroecosistemas de estudio, las entradas y salidas del sistema, así como las relaciones internas y el tipo de manejo. Para caracterizar los cambios estructurales de los agroecosistemas en la transición agroecológica, se realizó un diagrama de flujo para el agroecosistema al 2020 (bajo manejo agroecológico); y con manejo previo al inicio de la transición (bajo manejo convencional).

6.1.1. Calidad de suelos

Se realizó un mapa multicriterio amoeba, para la interpretación de los indicadores de calidad de suelos. Los valores fueron normalizados a una escala del 100% a partir de las siguientes matrices, Cuadro 6 para los agroecosistemas chinamperos y Cuadro 7 para los de montaña. El objetivo de la normalización es para mostrar la cercanía de los indicadores de calidad de suelo, después del inicio de su transición agroecológica (de 5 a 20 años), a los valores de referencia óptimos.

Aquellos valores cuya dirección de cambio era maximizar se utilizó la ecuación 2; mientras que si la dirección de cambio era minimizar se utilizó la ecuación 3. Solamente para los indicadores Pdisp y K se evaluó conforme al intervalo de referencia con la ecuación 4. Finalmente, se integró un índice de calidad de suelo a partir del promedio de los valores normalizados previamente como se observa en el Cuadro 6 y 7.

$$\text{Valor normalizado máx} = (\text{valor obtenido} / \text{valor máximo de referencia}) * 100 \dots\dots (Ec. 2)$$

$$\text{Valor normalizado mín} = (1 / (\text{valor obtenido} / \text{valor máximo de referencia}) * 100 \dots\dots (Ec. 3)$$

$$\text{Valor normalizado máx (intervalo)} = \left(\frac{\text{valor máximo de referencia} - \text{valor obtenido}}{\text{valor máximo de ref} - \text{valor mínimo de ref}} \right) * 100 \dots (Ec. 4)$$

Cuadro 6. Matriz de indicadores de calidad de suelos para diagrama amoeba de los agroecosistemas chinamperos. (Elaboración propia).

Indicador	Unidades	Dirección	Valores obtenidos		Valores normalizados		Intervalo de referencia		Referencia
			Chinampa 1	Chinampa 2	Chinampa 1	Chinampa 2	Vmín	Vmáx	
densidad aparente	mg/kg	minimizar	0.7	0.6	100	100	0.9	1.4	Siebe et al.,2006
pH		minimizar	7.4	7.9	95	89	6.6	7.3	Porta el al., 2003
CE	dS/m	minimizar	1.80	7.63	100	26		2	Andrades & Martínez, 2014
MO	%	maximizar	16.1	13.7	100	100		5	Andrades & Martínez, 2014
P disp	ppm	maximizar	433.0	104.8	100	100	21	61	
Ca ++	ppm	maximizar	9018.2	9271.5	100	100	750	5000	
Mg ⁺⁺	ppm	maximizar	2129.6	2451.9	100	100	60	360	Castellanos et al., 2015
K ⁺	ppm	maximizar	1977.0	1927.3	100	100	175	1200	
Na ⁺	ppm	minimizar	718.5	4151.3	0.0	0.0		5% PSI	
			índice de calidad de suelo		88	79			

*PSI= (Na/(Ca+Mg+K+Na))*100; El valor utilizado para la normalización en pH fue 7.0.

Cuadro 7. Matriz de indicadores de calidad de suelos para diagrama amoeba de los agroecosistemas de montaña. (Elaboración propia).

Indicador	Unidades	Dirección	Valores obtenidos		Valores normalizados		Intervalo de referencia		Referencia
			Montaña 1	Montaña 2	Montaña 1	Montaña 2	Vmín	Vmáx	
densidad aparente	mg/kg	minimizar	1.3	1.0	100.0	100.0	0.09	1.4	Siebe et al.,2006
pH		maximizar	6.3	6.5	89.5	92.9	6.6	7.3	Porta el al. 2003
CE	dS/m	minimizar	0.29	0.74	100.0	100.0		2	Andrades & Martínez, 2014
MO	%	maximizar	2.6	4.1	52.0	82.0		5	
P disp	ppm	maximizar	36.4	44.2	80.9	100.0	21	40	
Ca ++	ppm	maximizar	1568.0	2830.2	33.4	76.9	600	3500	
Mg ⁺⁺	ppm	maximizar	145.8	258.5	28.6	66.2	60	360	Castellanos et al., 2015
K ⁺	ppm	maximizar	682.2	1066.3	62.6	100.0	150	1000	
Na ⁺	ppm	minimizar	23.0	59.8	100.0	100.0	59.8		
			índice de calidad de suelo		72	91			

*PSI= (Na/(Ca+Mg+K+Na))*100; El valor utilizado para la normalización en pH fue 7.0.

6.1.2. Análisis multicriterio para la evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas en la transición agroecológica

Se realizó un análisis multicriterio retrospectivo basado en el marco de evaluación de sustentabilidad (MESMIS) (Masera et al., 2000) y el marco de indicadores para la evaluación de la resiliencia de los agroecosistemas (Cabel & Oelofse, 2012). A partir de estos marcos se identificaron las contraprestaciones (*trade offs*) de los agroecosistemas en el manejo convencional, el inicio de la transición y el manejo agroecológico actual al 2020, así como mostrar los puntos de vulnerabilidad y resiliencia de estos sistemas.

Se seleccionaron indicadores de acuerdo con los atributos y criterio de diagnóstico identificados a partir de la caracterización de los agroecosistemas (Cuadro 8). Para esto, se obtuvieron datos en tres momentos temporales diferentes y retrospectivos: i) el manejo anterior al inicio de la transición agroecológica (t0), ii) el inicio de la transición agroecológica (t1) que cubre los 2 primeros años; y iii) manejo agroecológico actual al 2020 (t2), el cual corresponde a un periodo de transición de 5 a 20 años según corresponda a cada agroecosistema estudiado.

Cuadro 8. Derivación de los criterios e indicadores de sustentabilidad para los agroecosistemas periurbanos estudiados.

Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicador	Fuente	Escala
Productividad	Eficiencia	Percepción de rentabilidad	Entrevista	agroecosistema
		Tiempo Invertido	Entrevista	parcela
Estabilidad, resiliencia y confiabilidad	Conservación de recursos	Diversidad de cultivos	Entrevista	agroecosistema
		Infraestructura agrícola	Entrevista	parcela
	Viabilidad económica	Calidad de suelo	Muestreo	parcela
		Actividades económicas complementarias	Entrevista	regional
Adaptabilidad	Organización para la producción	Puntos de venta	Entrevista	regional
		Colaboraciones (institucionales, sociales)	Entrevista	regional
	Fortalecimiento del proceso de aprendizaje	Capacitación	Entrevista	regional
Equidad	Equidad familiar	Participación familiar	Entrevista	regional
Autogestión	Dependencia de insumos externos	Autosuficiencia de semillas	Entrevista	regional
		Dependencia de insumos externos	Entrevista	regional
	Satisfacción del productor	Percepción de satisfacción	Entrevista	parcela

Los valores obtenidos fueron normalizados al 100% de acuerdo con la dirección de cambio, para maximizar se utilizó la ecuación 2, y para minimizar se utilizó la ecuación 3, anteriormente mencionadas. Finalmente, los valores fueron integrados en una gráfica amoeba (Galván-Miyoshi, 2008). El objetivo de esta normalización fue mostrar la cercanía de los indicadores de

sustentabilidad, antes de la transición agroecológica, al inicio de esta y después de su inicio de 5 a 20 años de transición según corresponda, a los valores de referencia o valores óptimos.

La escala para la normalización correspondió a la escala del análisis, siendo el agroecosistema todo el sistema agrícola con sus respectivos subsistemas que incluye a la unidad familiar; la escala parcela, se refirió a una fracción del agroecosistema que correspondió a una parcela en específico con cultivo de hortalizas, para el caso de las chinampas, correspondió a una chinampa con cultivo de hortalizas. Finalmente, el contexto en el que los agroecosistemas se han desarrollado en sus respectivos procesos de transición agroecológica dentro del sistema alimentario en la Ciudad de México se ha considerado dentro de la escala regional, es decir, las relaciones externas a los agroecosistemas como el mercado, las colaboraciones con instituciones y organizaciones, y actividades económicas externas que tienen una interacción bidireccional de interdependencia y generación de innovaciones técnicas-institucionales. Por todo lo anterior, en la Figura 12 se esquematiza la perspectiva multinivel utilizada en este estudio, así como la temporalidad. Esta perspectiva tiene como base el diagrama de “anclaje” de un paisaje socio técnico turbulento de Geels et al., (2008) adaptado por Tittonel (2019); y el de escalas anidadas reportadas por Anderson et al., (2019).

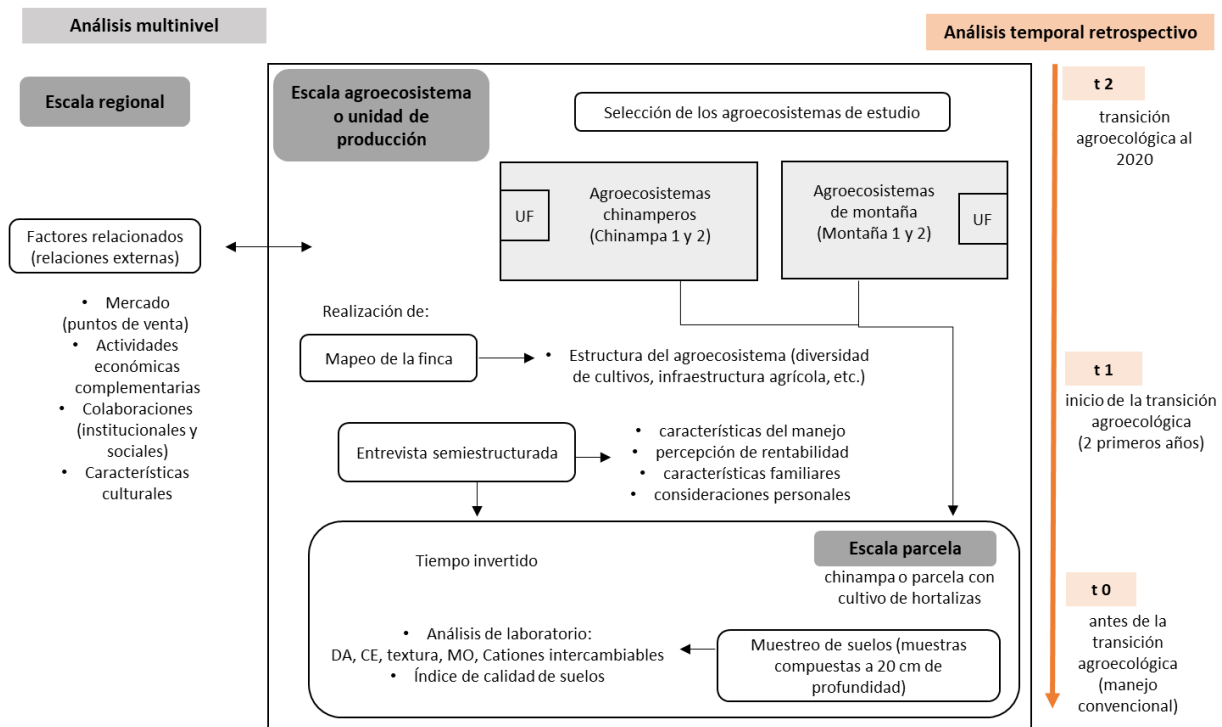


Figura 12. Diagrama del análisis con perspectiva multinivel y temporal retrospectivo utilizado en este estudio para analizar la transición agroecológica de los agroecosistemas estudiados, basado de los diagramas de “anclaje” de un paisaje socio técnico turbulento de Geels et al., (2008) adaptado por Tittonel (2019); y el de escalas anidadas de Anderson et al., (2019).

6.1.1. Identificación de fortalezas y debilidades

A partir de las entrevistas se identificaron factores o características como fortalezas o debilidades que los productores han experimentado e identificado durante su transición agroecológica, teniendo como base el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) o DAFO (Foschiatti & Alberto, 2012). Este análisis transversal fue mayormente al momento actual de la transición agroecológica (año 2020) (t2), aunque también se incluyeron condiciones al inicio de la transición (t1) (como se muestra en los cuadros correspondientes).

En este estudio solamente se identificaron las fortalezas y debilidades o desafíos, como factores internos, es decir, aquellos elementos o factores que están bajo su control. Las fortalezas se entienden como las capacidades especiales y recursos con que cuenta el sistema y debilidades, así como aspectos positivos que deben mantenerse o reforzarse y capacidades o factores de éxito propias del sistema. Las debilidades fueron aquellas deficiencias o carencia de algo, bajos niveles de desempeño, es decir, dónde hay vulnerabilidad y denota una desventaja.

Estas debilidades y fortalezas identificadas se dividieron en siete temas: personal, familiar, productivo, económico, comercial, institucional y social; y se ordenaron en un cuadro con los cuatro casos de estudio. Las fortalezas se marcaron en color gris claro, mientras que las debilidades y desafíos están en gris oscuro. A los factores se les asignó un grado de importancia de uno a tres asteriscos, siendo uno el grado más bajo y tres asteriscos el grado más alto. La asignación de estos valores se determinó de dos maneras: i) fueron explícitamente mencionados por los productores durante las entrevistas en escalas de poco, medio o mucho, ii) a partir del énfasis identificado que cada productor puso respecto al tema en la entrevista, a partir del análisis de las grabaciones. En algunos casos, no se marca ni fortaleza ni debilidad dado que dicho factor no fue mencionado por el productor o simplemente no está representado en el sistema en cuestión.

6.1.2. Identificación general de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de los agroecosistemas estudiados.

Con los datos anteriores, se realizó una matriz basada en un análisis FODA o DAFO (Foschiatti & Alberto, 2012; Ponce, 2006), mencionado anteriormente; con la integración general de los resultados en los cuatro agroecosistemas periurbanos de la Cd. Mx. En esta matriz se organizaron los factores identificados y/o mencionados por los productores entrevistados en fortalezas y debilidades, como factores internos de los agroecosistemas estudiados en la transición agroecológica. Así mismo, se organizaron como oportunidades y amenazas como factores externos al sistema; dónde las oportunidades son entendidas como aquellas capacidades, recursos potenciales y circunstancias del entorno que son potencialmente favorables para los agroecosistemas y pueden ser cambios o tendencias que pueden ser aprovechados para alcanzar o superar los objetivos. Las amenazas fueron aquellos factores del entorno que resultan en

circunstancias adversas, cambios o tendencias que crean una condición de incertidumbre e inestabilidad que ponen en riesgo el alcance de los objetivos establecidos, y en dónde los agroecosistemas tienen poca o nula influencia.

A diferencia de un análisis FODA estricto, en este estudio solamente se identificaron los factores de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas mencionadas por los productores, sin poner una cuantificación final.

8. Resultados

8.1. Caracterización de los agroecosistemas

Las características de estos agroecosistemas incluyen información personal, productiva, económica, comercial y socio-organizativas al año 2020, dónde toda la información se puede consultar en anexo 4 y 5.

8.1.1. Información personal e historia productiva

En los agroecosistemas chinamperos los productores entrevistados tienen una edad de 35 y 56 años (Figura 12), con una escolaridad de carrera técnica y secundaria respectivamente. Mientras que los productores de montaña entrevistados tienen edades similares con 36 y 39 años, con una escolaridad de nivel superior y nivel media superior respectivamente. Por otro lado, los únicos que han migrado han sido los productores de Chinampa 2 y Montaña 2, el primero a Los Ángeles, California y el segundo a New York, E.U.A.

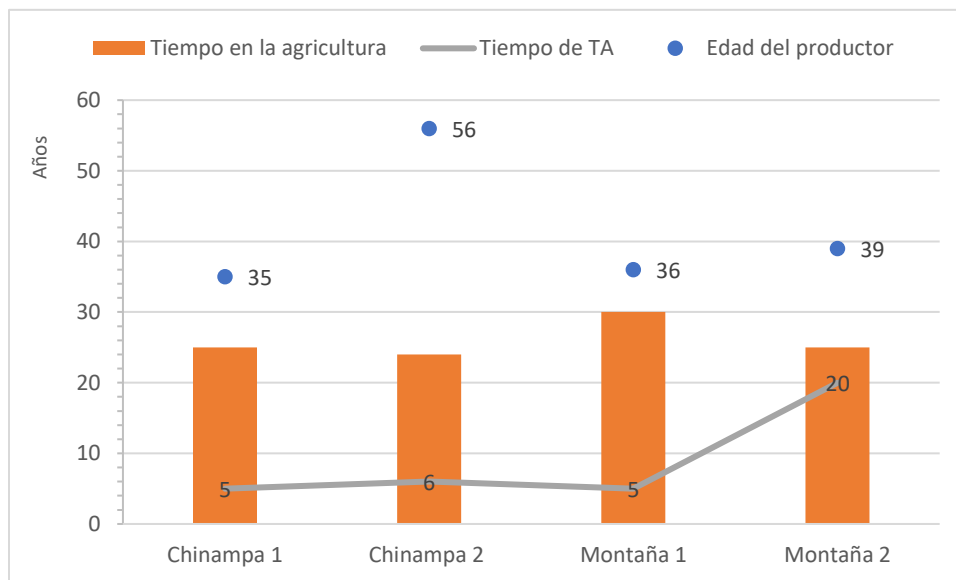


Figura 12. Edad de los productores, su tiempo en la agricultura y tiempo de transición agroecológica (TA) de sus respectivos agroecosistemas.

La unidad familiar en los agroecosistemas chinamperos estudiados está conformada por una familia, es decir, el productor, esposa e hijos. Mientras que, en los agroecosistemas de montaña estudiados, la unidad familiar que trabaja el agroecosistema está constituida por 3 familias en Montaña 2 y 6 en Montaña 1. De ahí que como característica social la participación familiar en el trabajo agrícola es baja en estos agroecosistemas chinamperos, mientras que en los de montaña es alta.

Los dos productores chinamperos se han dedicado a la agricultura alrededor de 25 años, aunque el de Chinampa 2 no se ha dedicado de manera consecutiva sino en diferentes momentos de su

vida. Cabe mencionar que el productor de Chinampa 1 proviene de una familia chinampera, su padre y abuelo lo iniciaron en esta actividad, pero no fue sino hasta el 2010 que aprendió todo el manejo chinampero que incluye el manejo de lodos. Mientras que el productor de Chinampa 2, aunque su abuelo fue chinampero, su padre no se dedicó a la misma actividad, por lo que el aprendizaje de la chinampería fue por cuenta propia a través de vecinos chinamperos. En Tlalpan por otro lado, ambos productores de montaña proceden de familias campesinas y adquirieron de sus ancestros el conocimiento de la actividad agrícola.

Aunque todos los productores entrevistados provienen de familias campesinas, no todos se han dedicado siempre a la agricultura, sino que lo han hecho en diferentes momentos de sus respectivas vidas. El productor de Chinampa 1 ha estado en la actividad agrícola alrededor de 25 años de manera continua, mientras que el productor de Chinampa 2 tiene 24 años en varios periodos. En Tlalpan, el productor de Montaña 1 lleva en la actividad 30 años y el de Montaña 2 sus respectivos 25 años.

8.1.2. Características productivas

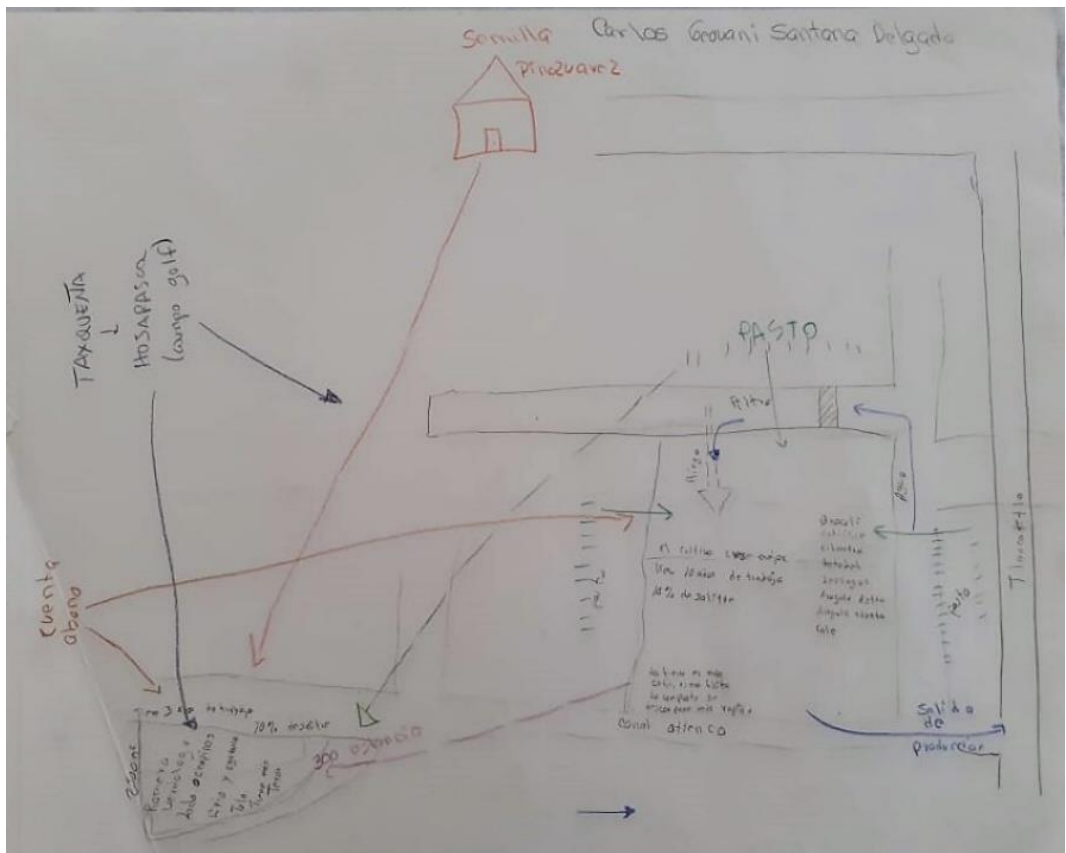
La superficie agrícola entre los sistemas estudiados es contrastante en los agroecosistemas chinamperos con los de montaña. El agroecosistema Chinampa 1 está compuesto por una chinampa propia de 2,500 m² y otra chinampa en préstamo con su abuelo con un área de 2,200 m² (Figura 13). El agroecosistema Chinampa 2 está compuesto por una chinampa propia de 900 m² (Figura 14 a). Por otro lado, en el agroecosistema Montaña 1 se trabaja una parcela familiar de 1.4 ha y adicionalmente se rentan 15 ha en 8 parcelas. Finalmente, el agroecosistema Montaña 2 se tiene una parcela de 1.2 ha de un terreno de 3 ha, cuya área restante es bosque; adicionalmente en otro paraje se trabaja 1.5 ha de un total de 5 ha que temporada tras temporada habilita una mayor área.

Los cuatro agricultores recibieron capacitación teórico-práctica sobre manejo orgánico o agroecológico antes de comenzar su transición agroecológica. Los productores de Chinampa 1 y Montaña 1 recibieron dicha capacitación en Huasca, Hgo., impartida por Jairo Restrepo. El productor de Montaña 2 hizo lo mismo, pero en la actual Cd. Mx. promovida por la Comisión de Recursos Naturales del D.F. (CORENA); mientras que el productor de Chinampa 2 tuvo una capacitación no tan formal con compañeros chinamperos de Xochimilco, liderada por el Ing. Agrónomo y chinampero Antonio Trejo. Adicionalmente, cada uno de ellos ha recibido más capacitaciones desde que comenzaron sus transiciones agroecológicas, la cual inició en el año 2000 para el productor de Montaña 2, en 2014 en Chinampa 2 y en 2015 los productores de Chinampa 1 y Montaña 1 (Figura 12). Además, cabe mencionar que todos los productores han sido autodidactas, es decir, han aprendido a partir de la consulta de libros, búsquedas en internet y a través de la experimentación.

Los dos agroecosistemas chinamperos tienen sistema de riego para sus cultivos. En Chinampa 1 se utiliza el agua del canal, que tiene en la parte trasera de la chinampa; que pasa por un biofiltro; mientras que en Chinampa 2 se tiene un sistema de riego por goteo que adaptado, que utiliza agua proviene de un pequeño sistema de captación de agua de lluvia y del canal trasero a la chinampa. De acuerdo con el productor, en este último se encuentra un biofiltros natural compuestos de macrófitas del lugar. Por otro lado, en los agroecosistemas de montaña, la producción es más de temporal, pero también se tienen sistemas de riego a partir de ollas de captación de agua de lluvia. En Montaña 1 se tiene sistema de riego por goteo, pero solo en la parcela personal, que abastece mayormente a los cultivos de los invernaderos pequeños, los cultivos de las parcelas en renta son completamente de temporal. De manera similar, en Montaña 2 se tiene un sistema de riego por goteo en los cultivos cercanos a la olla de captación, los cultivos restantes, así como los de la parcela adicional son completamente de temporal.

Con respecto a los cultivos producidos, en los cuatro casos son policultivos, predominantemente de hortalizas. Únicamente en Montaña 1 se tiene cultivo de hortalizas y maíz (en milpa), teniendo maíz cacahuacintle, calabaza, chícharo, rábano, espinaca y se tienen árboles frutales como duraznos y manzanos. Los cultivos anteriores solo se tienen en la parcela propia, en las parcelas en renta se siembran distintas variedades de maíz criollo como el cacahuacintle, azul y blanco, así como ebo en cultivo de secano. Mientras que su compañero de Montaña 2 tiene un total de 15 cultivos en rotación y árboles frutales. En la parcela principal cultiva: ajo, cilantro, manzanilla, melissa, romero, espinaca, kale, acelga, coliflor, coles verdes y moradas, nabo, rábanos, lechugas y zanahorias; de frutales tiene limones, manzanas, pera y ciruelas. Mientras que en la parcela complementaria se produce papa, poro y cebolla. Por otro lado, en Chinampa 1 se cultivan en rotación y asociación de cultivos 4 tipos de betabeles, 3 tipos de lechugas, brócoli, arúgula astro y silveta, y cilantro en la chinampa principal; adicionalmente cultiva romeritos y verdolagas en la chinampa adicional. Finalmente, en Chinampa 2 se cultiva jitomate saladet y pepino en rotación, dentro de un invernadero

La semilla para los cultivos es mayormente comprada en tiendas, aunque también es adquirida de cosechas anteriores. Para el caso de las semillas de maíz, el productor de Montaña 1 las compra en San Miguel Topilejo de productores de Toluca. Tanto el productor de Montaña 1, Montaña 2 y Chinampa 2 han comenzado un proceso de domesticación de sus semillas. En Montaña 2 un 70% de la semilla se compra, el 30% restante son semillas que obtiene de la cosecha anterior, de manera similar en Chinampa 2 el 60% de la semilla es propia y el restante 40% se compra. Finalmente, en Montaña 1 se compra semillas de calabaza, hortalizas y de maíz cacahuacintle, manteniendo su propia semilla de maíz azul y blanco.



Carlos Gouani Santana Delgado

2,500 m²

Arroz	Arroz
Cilantro	Cilantro
Brucañ con brinjal	Brucañ con brinjal
coliflor	coliflor
Cilantro	Cilantro
brinjal	brinjal
lechuga	lechuga
lechuga	lechuga
Brucañ	Brucañ
Brucañ	Brucañ
coliflor	coliflor
Brucañ	Brucañ
lechuga	lechuga
lechuga	lechuga
Brucañ y brinjal	Brucañ y brinjal

Canañal

Figura 13. Mapa de la finca del agroecosistema Chinampa 1.

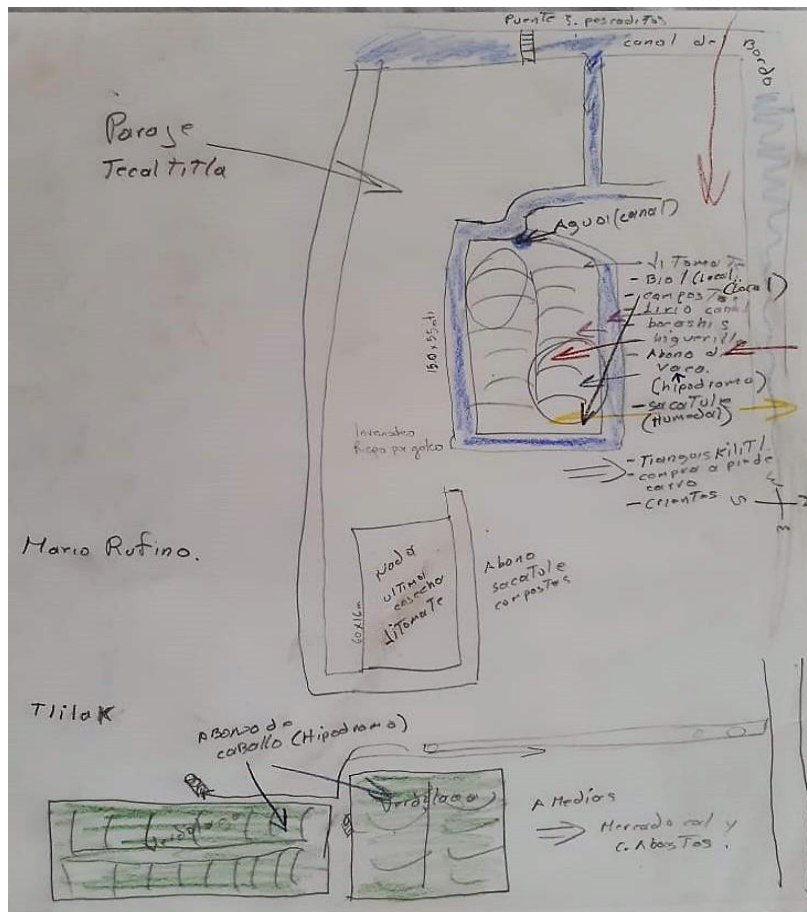


Figura 14. Mapas de la finca de los agroecosistemas: a) Chinampa 2 y b) Montaña 1.

El tipo de labranza es mayormente manual. En los agroecosistemas de montaña se realiza el tradicional doble azadonazo, el cual consiste en una labranza manual con azadón a una profundidad de 40 cm aproximadamente. Adicionalmente, en Chinampa 1 también se suele utilizar un motocultor (alquilado) que reduce el tiempo de trabajo. En los agroecosistemas de montaña la labranza es manual con azadón sólo en Montaña 2, ya que en Montaña 1 se utiliza un tractor (propio).

En general la fertilización y control de plagas en los agroecosistemas realiza con abonos orgánicos y se utilizan caldos minerales o macerados para el control de plagas, aunque también se utilizan otros productos biológicos. Los agroecosistemas chinamperos se abonan con lirio y zacatule que obtienen de los canales. Adicionalmente, en Chinampa 1 se incorpora los residuos de las cosechas anteriores que previamente dejó secar, así como hojarasca y un poco de pasto que usa como acolchado orgánico, los cuales son incorporados con la labranza; de manera foliar se utiliza supermagro y caldo sulfocálsico que el mismo elabora. En Chinampa 2 se incorpora bocashi, estiércol seco de vaca y microorganismos activados, y bioles en los cultivos. Por otro lado, en Montaña 2 se utiliza estiércol seco de res y gallinaza, residuos de cosechas, hummus y supermagro. Mientras que en Montaña 1 se utiliza estiércol seco de caballo y borrego, incorporación de rastros y residuos de cosechas anteriores, borax, algas marinas y ácidos húmicos; adicionalmente utiliza fertilizantes químicos como mezcla maicera algunas veces, solo para ayudar a la planta. Se observó que la parcela propia es la que recibe un mejor manejo agroecológico, mientras que las parcelas en renta se usan más fertilizantes sintéticos, como urea y mezcla maicera.

Para el control de plagas, en Chinampa 1 se utiliza caldo ceniza para el pulgón y la mariposa blanca, así como un preparado con Vel rosita y aceite comestible para el gusano de la mariposa blanca, macerado de higuierilla con tule de elaboración propia. En Chinampa 2 se utilizan macerados de higuierilla para los pulgones, *bacillus tulingencis* para el gusano de la mariposa, caldo sulfocálsico y caldo bordelés para los hongos. Por otro lado, en Montaña 2 se utiliza caldo bordelés y caldo sulfocálsico, mientras que en Montaña 1 se utiliza azufre y *Trichoderma* para los hongos, y trampas de feromonas para el gusano cogollero. En todos los casos, se realiza desyerbe manual o chaponeo para quitar las malezas de los cultivos.

Como ya se mencionó arriba, los productores tienen algún tipo de infraestructura agrícola que beneficia la producción de sus respectivos cultivos. Para el caso de Chinampa 1, éste cuenta con un biofiltro en uno de sus canales adquirido por el CINVESTAV, malla sombra que cubre la mayor parte de la superficie de su chinampa principal y microtúneles para el cultivo de verdolagas, obtenidos como inversión personal. En Chinampa 2 se cuenta con un invernadero que el mismo productor construyó, así como un pequeño sistema de captación de agua de lluvia con su respectivo sistema de riego por goteo. Similarmente, en Montaña 2 se tiene invernaderos obtenidos como inversión personal, una olla de captación de agua de lluvia con un sistema de riego por goteo y un germinador, estos últimos obtenidos a través de CORENA. Finalmente, en

Montaña 1 se tiene en la parcela propia invernaderos chicos y una olla de captación de agua de lluvia obtenidos a partir de apoyos de SEDEREC, un tractor subsidiado por parte de SAGARPA.

Así mismo, se encontró que sólo los agroecosistemas de montaña estudiados tienen actividad pecuaria como actividad económica. En Montaña 2 se cuenta con un gallinero donde se comercializa el huevo producido y también es de autoconsumo; mientras que en Montaña 1 se tiene un corral de borrego estabulado para venta en canal o barbacoa. El estiércol producido en estos agroecosistemas es incorporado al suelo como abono orgánico.

Resulta importante destacar las características observadas en los mapas de la finca realizados a mano alzada por los propios productores, previamente mencionados (Figura 13 y 14). En los tres casos, los productores conocen bien las delimitaciones y características de sus agroecosistemas y las de sus parcelas, así como los cultivos presentes y del ciclo anterior, los insumos aplicados y su procedencia. Estos detalles en los mapas elaborados muestran como las parcelas con manejo agroecológico siguen un diseño, el cual es importante para la práctica de rotación de cultivos, el mejoramiento de la calidad del suelo y las innovaciones técnicas debido al fraccionamiento diseñado del agroecosistema o una parcela, según los intereses particulares de los productores. Adicionalmente, se evidencia el conocimiento que tienen los productores con sus entornos, a partir de la señalización de la procedencia de los insumos locales utilizados.

8.1.3. Características económicas y comerciales

En los cuatro agroecosistemas, la agricultura es la actividad económica principal y tienen al menos una actividad económica familiar complementaria (Figura 15). En la unidad familiar de Chinampa 2 se tiene entre 3 a 5 actividades adicionales, algunas eventuales y otras constantes, dentro de estas se encuentra: la renta de dos de sus chinampas, para producción de verdolaga en un convenio de “a medias”, la herrería, plomería, albañilería y la actividad profesional de química por parte de la esposa. En la familia de Chinampa 1 se ha tenido una actividad económica complementaria de ventas por catálogo que ejerce la esposa.

Por otro lado, en Montaña 2 se tiene la renta de accesorias como actividad económica complementaria, pero también tienen como actividad económica la transformación y comercialización de alimentos como conservas y tamales en temporada. Mientras que el productor de Montaña 1 tiene 6 actividades dentro de las que están la transformación y venta de productos transformados de maíz (tortillas, gorditas, tlacoyos), taquizas en recorridos ecoturísticos con una Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” en Xochimilco, capacitador agroecológico, jornalero, venta de carne de borrego en canal o en barbacoa en eventos sociales y transportista.

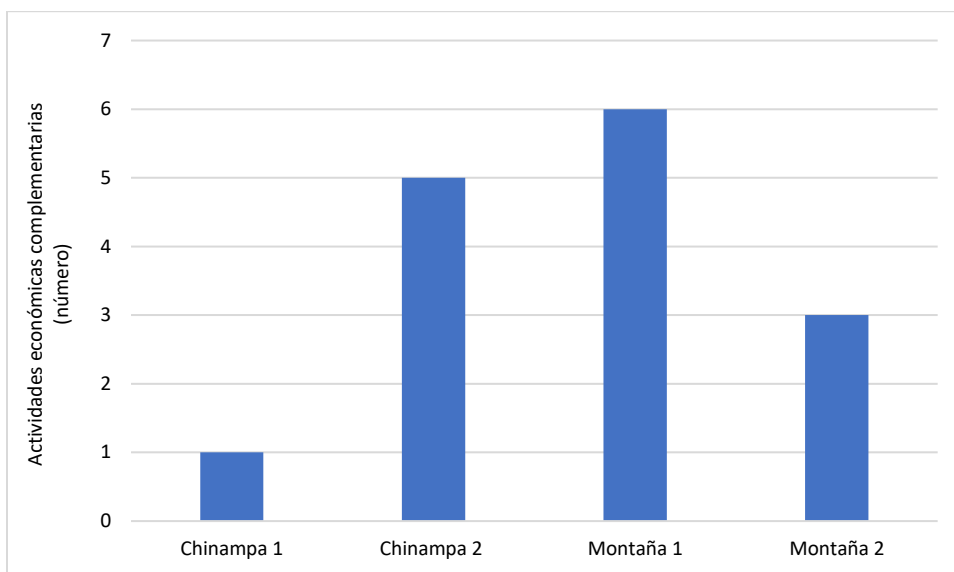


Figura 15. Actividades económicas complementarias a la actividad agrícola en los agroecosistemas estudiados.

En la parte comercial los productores tienen sus respectivos mercados para comercializar sus productos, estos son a través de una Red Alimentaria Alternativa, un intermediario, la venta directa con los consumidores o en los mercados locales, siendo que en estos últimos los precios de sus productos pierden el valor agregado por ser producidos agroecológicamente (Figura 16). Al año 2020 Chinampa 1 tenía dos puntos de venta, uno a través de la comercialización con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan”, aunque anteriormente también le vendió a otra Red llamada Lumkinal pero solo eventualmente, dónde sus productos tenían un valor agregado. No obstante, el productor mencionó que cuando con el primero no se puede vender la producción, ésta se realiza en el mercado local o en la Central de Abastos. El agroecosistema Chinampa 2 desde el inicio de su transición agroecológica comercializó en el Mercado de las Cosas Verdes “Tianguiskilitl” (otra Red Alimentaria Alternativa) hasta el 2020, simultáneamente realiza una venta directa con sus clientes mediante el sistema de venta a pie de carro, directamente en el invernadero o con entregas a domicilio.

En los agroecosistemas chinamperos, Montaña 1, de igual manera, comercializa con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” dónde vende hortalizas y tortillas, así mismo en el mercado Benito, en la Benito Juárez (un mercado para productores) dónde vende tortillas, tlacoyos y gorditas; y en el mercado local de San Miguel Xicalco ubicado en la entrada de su casa. Finalmente, en Montaña 2 se comercializa mediante las Redes Alimentarias Alternativas “Mercado Alternativo de Tlalpan” (MAT), el “Tianguis Foro Alternativo Ecológico de la Ciudad de México” (TFAECDMX), el “mercado Bosque de Agua”, y más recientemente en “Capital Verde”.

Con respecto a los subsidios recibidos actualmente, únicamente los productores de montaña reciben apoyos económicos. Montaña 1 recibe un subsidio de la Alcaldía de Tlalpan por el tema pecuario, y Montaña 2 recibe un apoyo del programa Sembrando Vida.

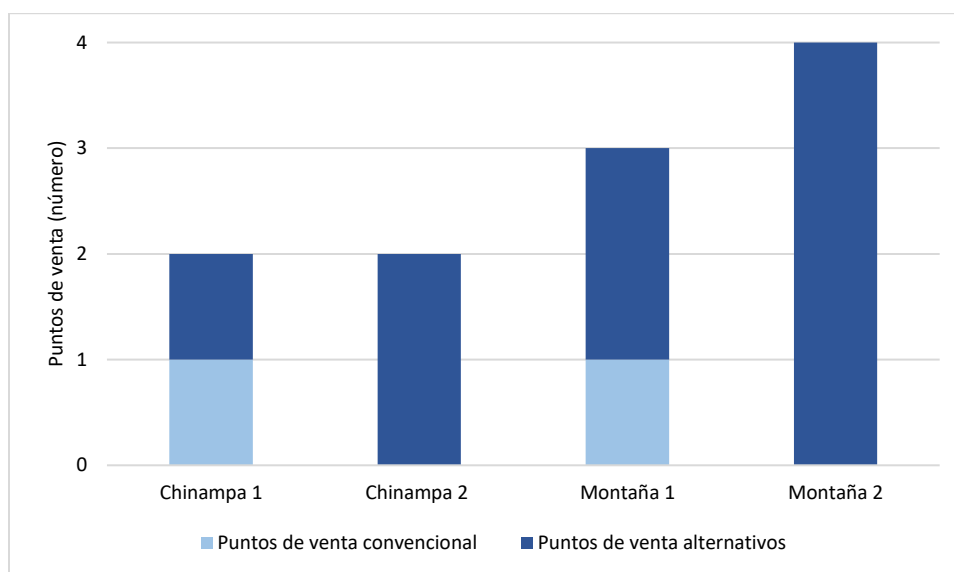


Figura 16. Puntos de venta de los agroecosistemas estudiados a 5 y 20 años de transición agroecológica según corresponda. En color azul cielo los puntos de venta convencional, y en azul marino los puntos de venta alternativos (con valor agregado a los productos).

8.1.4. Características sociales y organizacionales

En el ámbito social y organizacional los agroecosistemas de montaña tienen una organización familiar que conforma la unidad familiar de dicho agroecosistema, aunque no están constituidas legalmente. A través de esta, se organizan para la producción, transformación de productos y comercialización. De esta manera el agroecosistema Montaña 2 trabaja en familia con la organización “Del campo Ololique” compuesta por núcleos familiares. Adicionalmente tiene colaboraciones comerciales con tres organizaciones en distintas partes de la ciudad como estrategia de diversificación de oferta para sus clientes. Por otro lado, Chinampa 2 tiene su escuela campesina “Los tres pescaditos” vigente en la actualidad, así mismo, fue miembro y cofundador de la organización Chinampayolo. Los agroecosistemas Chinampa 1 y Montaña 1 colaboran con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan”, aunque solamente en una relación proveedor-comprador, más no la organización como tal.

8.2 Calidad de suelo de los agroecosistemas

Los resultados obtenidos se normalizaron a la escala del 100% a partir de los intervalos de referencia o valores óptimos presentado en el Cuadro 6 y 7. El objetivo es que, después de la fase de transición (de 5 a 20 años) los indicadores de calidad de suelos mejoraran y se acercaran a los valores de referencia. La textura obtenida, así como todos los resultados de calidad de suelo se puede observar en el Anexo 6. En los suelos chinamperos, se obtuvo una clase textural franco arenoso, lo que indica suelos con buena porosidad, que favorece la infiltración del agua y la

aireación. Por otro lado, los suelos chinamperos tienen texturas medias y finas, arcillo limoso para Chinampa 1 y franco limoso para Chinampa 2; siendo suelos con una alta capacidad para retener nutrientes y agua dado su alto contenido de arcillas.

En los agroecosistemas chinamperos podemos observar que en ambos hay una buena concentración de nutrientes, tanto MO (%), P_{dis} (ppm), Ca^{++} , Mg^{++} y K^+ . Así mismo, se observó que el pH se acerca a los valores que permiten la mayor disponibilidad de nutrientes. La CE mostró diferencias contrastantes, en Chinampa 1 los valores están dentro de lo recomendado para las plantas, mientras que en Chinampa 2, el valor bajo en el amoeba refleja altas concentraciones de sales que pueden representar un problema para los cultivos. No obstante, en ambos sistemas se presentó un valor lejano al óptimo en la concentración de Na^+ , lo cual podría estar relacionado a la cercanía del manto freático y el agua de los canales.

Continuando con los agroecosistemas de montaña, se observó que Montaña 1 presenta niveles óptimos de CE y Na^+ en suelo, así como una buena densidad aparente. Así mismo, el valor de pH se encuentra cercano a los niveles recomendados para una mayor disponibilidad de nutrientes. No obstante, en cuanto a nutrientes en suelo, se observó que hace falta mejorar las concentraciones de MO, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y P_{disp} . Por otro lado, en el agroecosistema Montaña 2 se observaron valores óptimos en densidad aparente, CE, P_{disp} , K^+ y Na^+ . Así mismo, hace falta mejorar la MO, Ca^{++} , Mg^{++} y el pH.

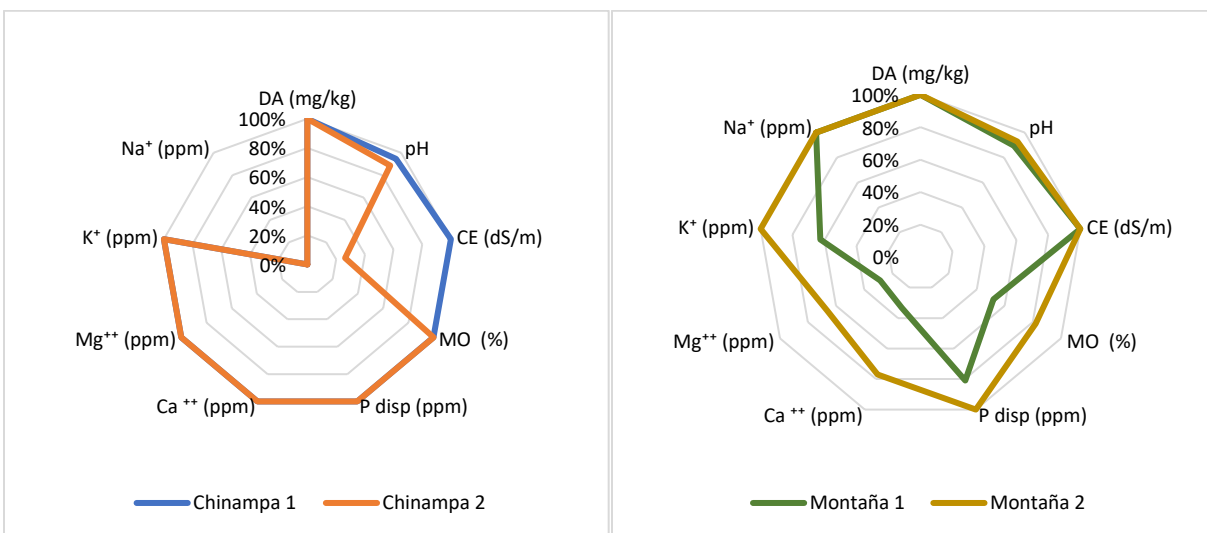


Figura 17. Resultados de los indicadores de calidad de suelo de los agroecosistemas chinamperos (izquierda) y de montaña (derecha) en relación con los valores óptimos o el 100%.

En todos los suelos la densidad aparente fue menor a 1.4 g/cm^3 , siendo suelos sin compactación en su horizonte más superficial, por lo que son suelos con una alta porosidad que puede favorecer la infiltración del agua, así como la aireación del suelo y el desarrollo de las raíces de las plantas.

Se puede decir entonces, que los agroecosistemas chinamperos tienen mejor calidad de suelos en términos de nutrientes y densidad aparente, pero mostraron problemas por alto contenido de sales como el sodio. Mientras que los agroecosistemas de montaña mostraron buenas condiciones en densidad aparente, y bajo contenido de sales como sodio, aunque presentan problemas con la disponibilidad de nutrientes.

Comparando el índice de calidad de suelos, se observó que el agroecosistema Montaña 2 obtuvo el mayor valor con 91 %, seguido de Chinampa 1 con 88 %, Chinampa 2 obtuvo un valor de 79 %, mientras que Montaña 1 fue el valor más bajo con 72 % (Figura 18).

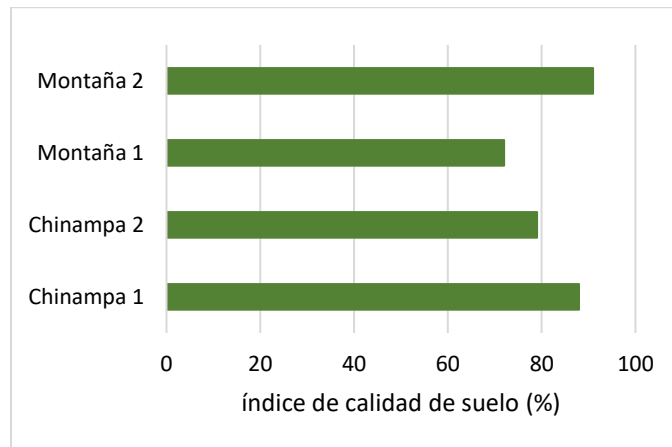


Figura 18. Índice de calidad de suelos en los cuatro agroecosistemas estudiados.

8.3. Sistematización de los cambios estructurales de los agroecosistemas en la transición agroecológica

Como parte de la caracterización del agroecosistema estudiados con transición agroecológica, se muestran a continuación los cambios estructurales de los mismos, de su paso del manejo convencional hacia el agroecológico actual al año 2020. Por lo que, a partir de los siguientes diagramas de flujo se muestran los cambios en los componentes de los agroecosistemas, así como las relaciones e interacciones internas y externas de estos sistemas.

8.3.1 Agroecosistemas chinamperos

Los agroecosistemas chinamperos están descritos con dos subsistemas, la unidad familiar y el subsistema chinampero, este último compuesto por la chinampa (cama elevada) y el sistema de humedal conformado por los canales y la vegetación característica.

13.3.1.1. Chinampa 1

La estructura del agroecosistema Chinampa 1 antes de la transición agroecológica estaba compuesto por una unidad familiar, conformada por el productor, su esposa e hijos; y el

subsistema chinampero estaba compuesto por una chinampa de 2,500 m², con tenencia propia (Figura 19). Como entradas al sistema se encontraron insumos: semillas híbridas, pesticidas como *Foley*, *Furadan* y una mezcla de *acidón* con *malatión* para el control de plagas; productos sintéticos como *go green* para aumentar el verdor de las hojas; fertilizantes orgánicos como estiércol seco de res, proveniente del ganado de su padre; y entrada de energía en mano de obra contratada. Como salidas del agroecosistema estaban las lechugas que se comercializaban en la Central de Abastos y el Mercado local. De este modo, al sistema también entraban ingresos económicos provenientes de dicha comercialización.

Las relaciones dentro del subsistema chinampero, estaba conformadas por una producción de lechugas en monocultivo, con un manejo híbrido de la chinampería tradicional como labranza manual. El manejo era con manejo de lodos para la siembra en chapín, la fertilización era orgánica con lirio y zacatule del canal, y riego con agua del canal; el control de plagas era mediante el uso de pesticidas y se utilizaba *go green* para el aumento del verdor de las hojas. Así mismo, la unidad familiar proveía fuerza de trabajo y la instalación de infraestructura como la malla sombra fue instalada con la intención de mantener la humedad en el suelo.

Una vez iniciada la transición agroecológica en 2015 hubo una serie de cambios en el agroecosistema (Figura 20). Al año 2020 el agroecosistema mantiene los mismos subsistemas, aunque, el subsistema chinampero aumentó con una chinampa adicional de 2,200 m² bajo préstamo de su abuelo. Como entradas al sistema estuvieron los insumos como: abonos orgánicos (estiércol de res y hojarasca), semillas, materiales para la elaboración de macerados y caldos minerales; así como mano de obra contratada. Como salidas al sistema están las hortalizas que se comercian con la Red Alimentaria Alternativa (Yolcan) y el mercado local. Así mismo, de esta comercialización entran al sistema ingresos económicos.

En el subsistema chinampero se compone por dos chinampas, una propia y otra prestada. En la chinampa principal (propia) se tiene rotación de cultivos asociados de 11 tipos de hortalizas y en la chinampa adicional (prestada) se tiene el almácigo y 2 tipos cultivos tolerantes a la salinidad. La labranza es manual (doble azadonazo) o con motocultor. Se realiza un control de plagas a partir de caldos minerales como el caldo sulfocálcico. La fertilización es a partir de abonos orgánicos como insumos externos o el uso de lirio y zacatule del canal. Se tiene sistema de riego, en la chinampa principal el agua pasa por un biofiltro, construido en uno de los apantles de la chinampa; mientras que, en la adicional se utiliza agua directa del canal. Como infraestructura se tiene la malla sombra y el biofiltro, en la chinampa principal; y los microtúneles en la chinampa prestada.

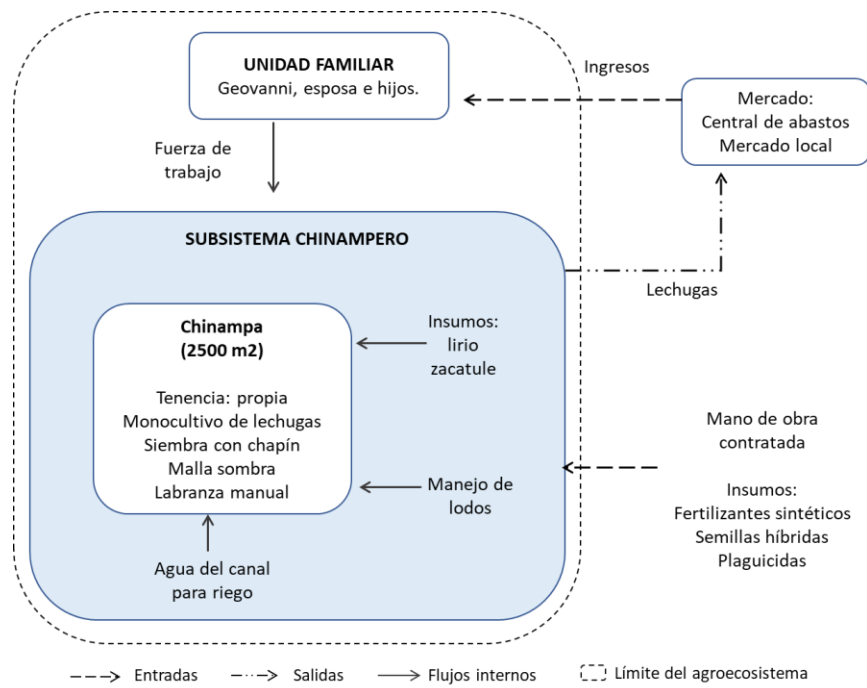


Figura 19. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 1 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t₀).

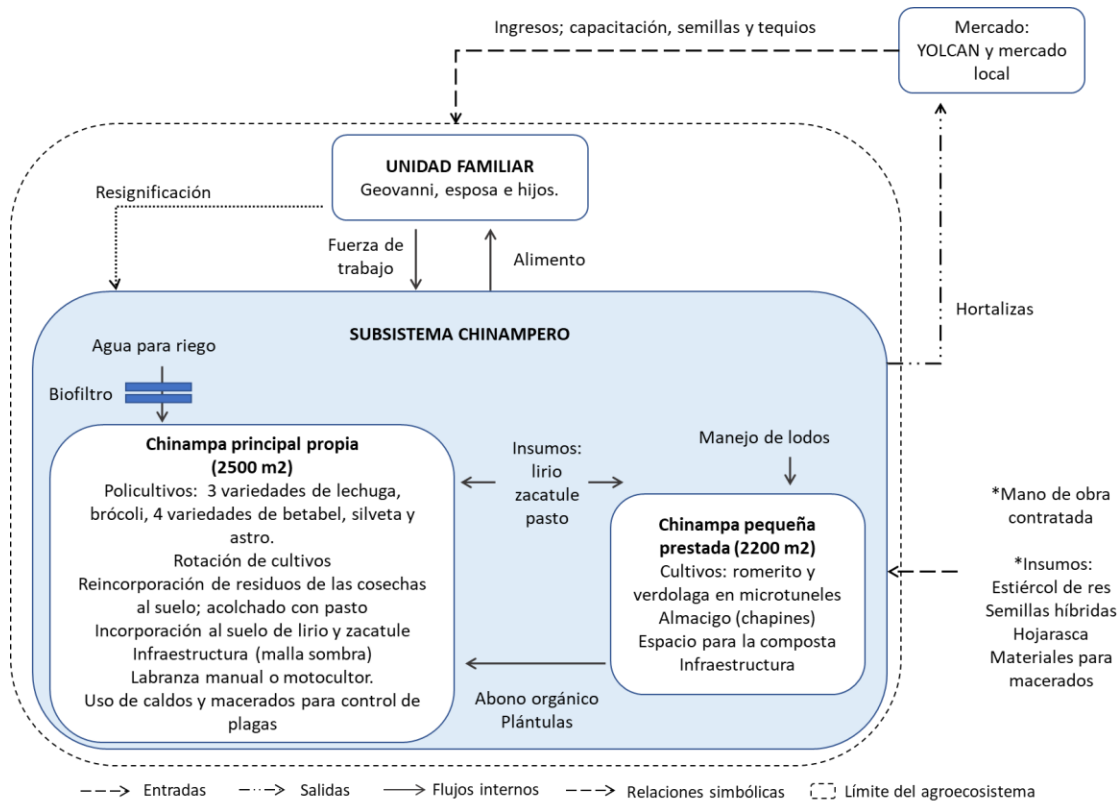


Figura 20. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 1 a 5 años de transición agroecológica.

En este nuevo sistema hay una resignificación consiente del sistema productivo mostrada como una relación simbólica, en donde se ha dejado de pensar en la chinampa con una funcionalidad exclusivamente productivista, un espacio explotado para la obtención de productos de calidad para competir en el mercado de la Central de Abastos. “...yo siento que ya le das la importancia a la chinampa, ya no ves como que la explotes, antes lo veía así, le echaba químicos, herbicidas, para que sacara una buena producción, pero no veía el daño que le causaba a la tierra, yo quería sacar una buena mercancía para poder competir en la Central de Abastos” (Carlos G. Santana, 35 años, 20 de marzo de 2020).

13.3.1.2. Chinampa 2

En el caso del agroecosistema Chinampa 2, este ha tenido un mayor cambio en el manejo de sistemas agrícolas, ya que ha transitado de un manejo convencional de la chinampa, al aprendizaje de cultivos hidropónicos y finalmente al manejo agroecológico, denominado por él como manejo chinampero tradicional. No obstante, en su chinampa solo ha trabajado con el manejo convencional y el manejo convencional.

El agroecosistema de Chinampa 2 previo a la transición agroecológica era con manejo convencional, el cual estaba compuesto de la unidad familiar conformada por el chinampero Mario, su esposa e hijos. Así mismo, el subsistema chinampero estaba compuesto por una chinampa de tenencia propia. Como entradas al sistema estaban los insumos como estiércol de res, semillas y plaguicidas (Figura 21).

En el subsistema chinampero era manejado con prácticas chinamperas tradicionales, tales como el manejo de lodos para la siembra en chapín y la incorporación de abonos orgánicos locales como el lirio y zacatule de los canales, así como el uso del agua del canal para riego. En este caso se producían hortalizas típicamente cultivadas en la zona como espinaca, acelga y verdolagas. La labranza era manual y para las plagas se utilizaba *Foley*.

Como salidas del sistema estaban las hortalizas que se vendían en la Central de Abastos y el mercado local de San Gregorio Atlapulco. De esta comercialización se obtenían ingresos que entraban al sistema, así como ingresos externos por actividades económicas familiares adicionales, tales como los aportados por su esposa.

A partir del 2014, que inicia con la transición agroecológica, hubo modificaciones en la chinampa utilizada, la cual comenzó con una restauración para la actividad agrícola ya que esta se encontraba abandonada. Al 2020 las entradas del sistema fueron insumos como estiércol de res, sueros de leche, provenientes de la cuenca lechera; tierra de monte como abono orgánico e insumo para la elaboración de bioles y activación de microorganismos de monte (Figura 22). De la unidad familiar se provee fuerza de trabajo para las chinampas, más que nada fuerza masculina. Mientras que de las chinampas se obtiene alimentos.

El subsistema chinampero se compone de dos chinampas propias, una de 825 m² con invernadero y otra de 960 m². Los flujos y características identificadas en la chinampa con invernadero se tenía una producción de riego por goteo (adaptado por el mismo productor). Los cultivos producidos eran jitomate y pepino en rotación. La fertilización consistía en microorganismos activados, estiércol y composta; así mismo, se encuentran las prácticas tradicionales de la chinampería tales como la incorporación de lirio y zacatule del canal como abonos orgánicos, el manejo de lodos para la siembra con chapín y el uso de insumos locales tales como la higuierilla que crece en los alrededores de la chinampa. El agua utilizada proviene de un pequeño sistema de captación de agua de lluvia y del canal de la parte posterior del invernadero en dónde el productor reporta la existencia de un biofiltro natural con plantas macrófitas. La otra chinampa (sin invernadero) al 2020 funcionaba como chinampa complementaria, pero es mayormente utilizada para la Escuela campesina “los 3 pescaditos”.

Como salidas del sistema se encontraron las hortalizas comercializadas con la Red Alimentaria Alternativa (Tianguiskilitl), pero principalmente a través de la venta directa en el invernadero o entregas a domicilio. Así mismo, como salida se considera el conocimiento compartido del manejo chinampero a través de capacitaciones, ya sea en su escuela “Los 3 pescaditos” o en cursos solicitados en otras alcaldías. Los ingresos económicos obtenidos por esta comercialización también son entradas económicas al sistema, así como ingresos externos por actividades económicas adicionales, tales como por el trabajo de su esposa y la renta “a medias” de dos chinampas adicionales para el cultivo de verdolaga trabajadas por un vecino chinampero.

De la manera similar al productor de Chinampa 1, el de Chinampa 2 comenzó el trabajo agroecológico a partir de una resignificación cultural de la chinampería misma, del cultivo de alimentos y el consumo de los alimentos producidos. Ya que una de las motivaciones para adoptar el manejo agroecológico fue a partir de un accidente con el uso de plaguicidas que le provocaron una intoxicación durante el manejo convencional.

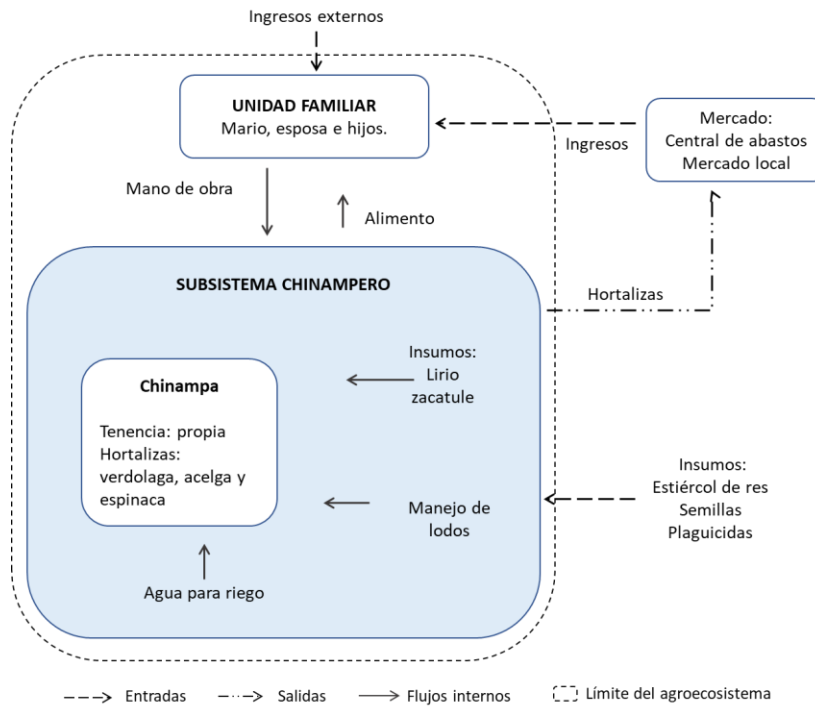


Figura 21. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 2 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).

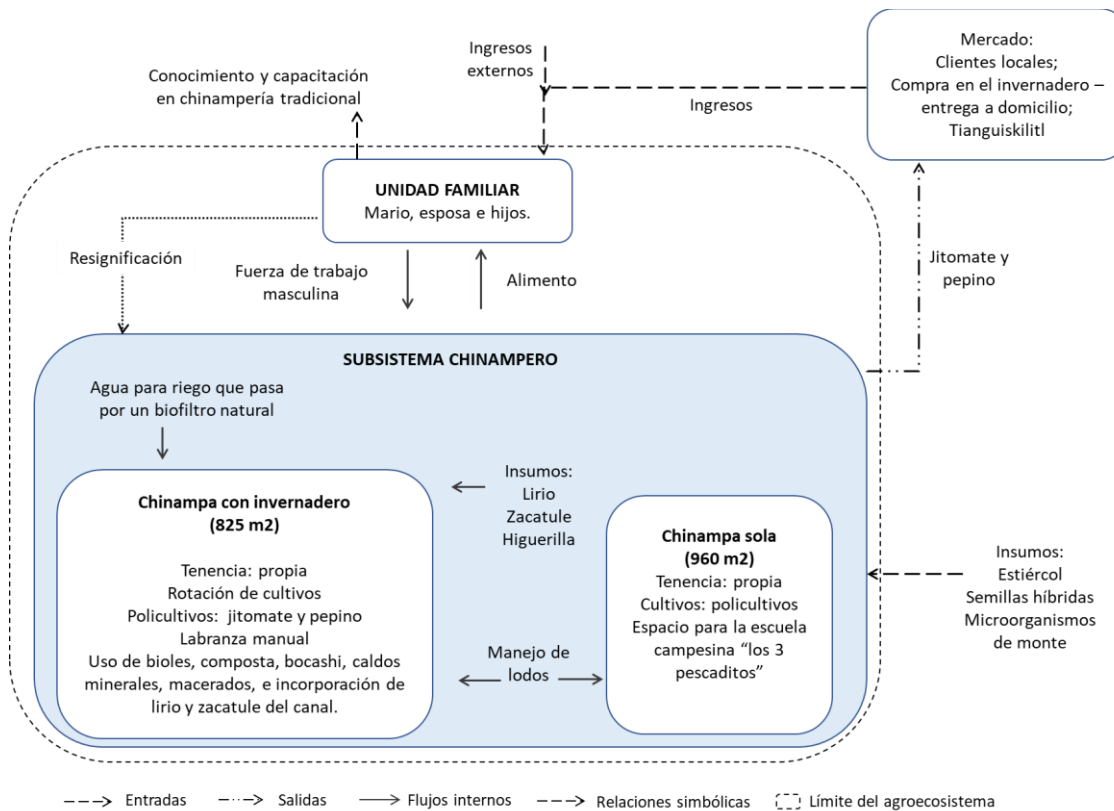


Figura 22. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Chinampa 2 a 6 años de iniciada su transición agroecológica (t2).

8.3.2 Agroecosistemas de montaña

Para el caso de los diagramas de flujo de los agroecosistemas de montaña estudiados se ha delimitado al agroecosistema bajo manejo convencional en dos subsistemas principales, la unidad familiar y el subsistema agrícola. Posteriormente con el manejo agroecológico se agrega otro subsistema, ya sea pecuario o agroforestal como se muestran a continuación.

8.3.2.1. Montaña 1

El agroecosistema Montaña 1, previo a la transición agroecológica (bajo manejo convencional), tuvo el subsistema agrícola compuesto por una parcela propia y un conjunto de parcelas en renta o prestadas en las que se cultivaba principalmente maíz criollo bajo un sistema de temporal (Figura 23). Como entradas al sistema estaba la mano de obra contratada, adicional a la provista por la familia; de igual manera entraban insumos como fertilizantes sintéticos y pesticidas. Al ser un trabajo familiar salían del sistema hortalizas como la calabaza y la flor de calabaza, así como elotes comercializados crudos o cocidos y productos transformados de maíz como las tortillas, los cuales se vendían mayormente en el mercado local en el centro de San Miguel Xicalco. Así mismo, se comercializaba con intermediarios provenientes mayormente del pueblo vecino, San Miguel Topilejo.

Como se mencionó anteriormente, la agricultura es la actividad económica principal de la unidad familiar, por lo que del sistema también salía fuerza de trabajo como jornales. En términos económicos hay entradas de ingresos por los productos comercializados y por las actividades externas realizadas, así como subsidios agrícolas. En cuanto a las relaciones internas del sistema, la unidad familiar provee la mano de obra para el subsistema agrícola, mientras que de este se obtienen alimentos e insumos para la elaboración de las tortillas o los productos preparados y comercializados.

Con la transición agroecológica iniciada en 2015, el diagrama de flujo tuvo algunas modificaciones (Figura 24). Al año 2020 el agroecosistema cuenta con un subsistema pecuario de cordero estabulado, el cual proporciona abono al subsistema agrícola y de este se obtiene alimento para el ganado, aunque también se compra alimento complementario por fuera. Sigue ingresando al sistema mano de obra contratada e insumos como estiércol de caballo y fertilizantes sintéticos (urea y mezcla maicera) aunque ahora en menor cantidad; semillas de maíz criollo y de hortalizas, así como trampas de feromonas para el control de plagas.

La infraestructura instalada y la maquinaria adquirida representaron cambios en el subsistema agrícola. La labranza se realiza con tractor, la olla de captación de agua de lluvia permite la implementación de un sistema de riego, y los invernaderos permite cultivos especiales o fuera de la época de temporal. Existe una rotación de policultivos en los cuales se encuentran los abonos verdes como ebo. El sistema pecuario provee abono orgánico al subsistema agrícola y este a su vez es una fuente de alimento. También se tiene una resignificación del subsistema agrícola en donde éste deja de tener una función meramente productivista y se visibiliza el manejo integrado

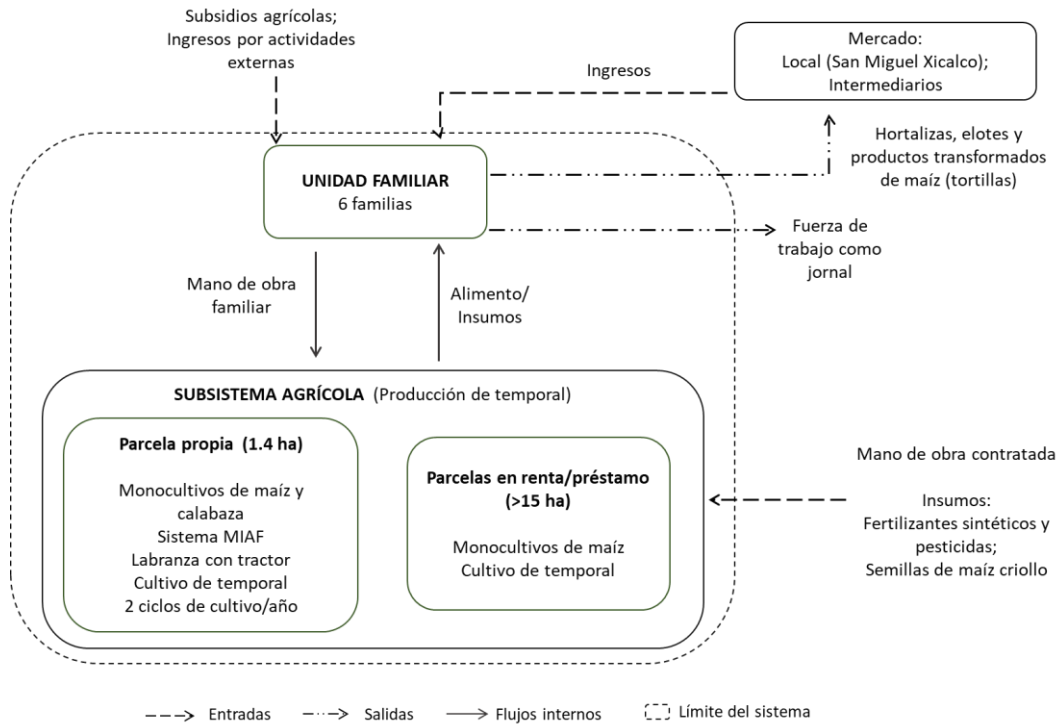


Figura 23. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 1 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).

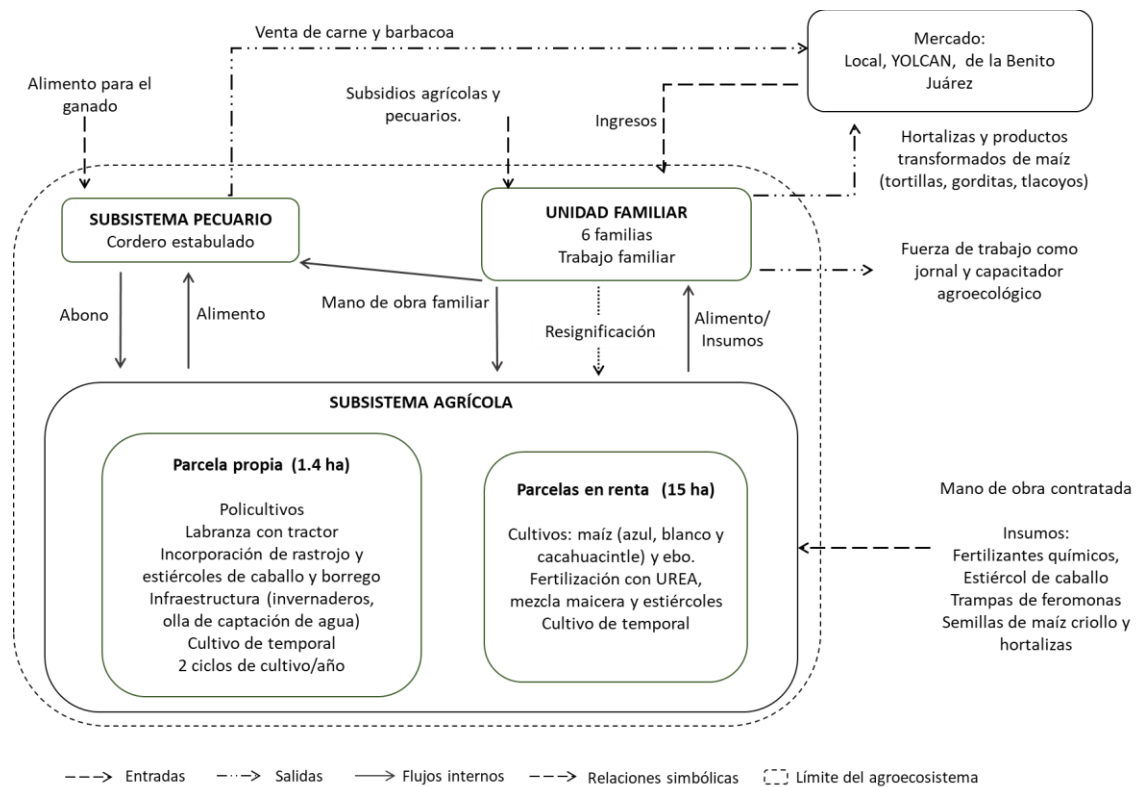


Figura 24. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 1 a 5 años de iniciada su transición agroecológica (t2).

entre abonos orgánicos, control biológico de plagas que se consolida con una producción sana para autoconsumo.

En cuanto a las salidas del agroecosistema, se amplió la variedad de alimentos comercializados elotes, calabazas, chícharo, espinaca, rábano haba y productos transformados de maíz (tortillas, gorditas y tlacoyos) y en conjunto el servicio de taquizas con tortillas propias y alimentos producidos; así como la venta de carne de cordero en canal o en barbacoa. Adicionalmente, hay salida de fuerza de trabajo como jornales, y este productor también comparte conocimiento en manejo agroecológico como capacitador técnico en Tlalpan. Los ingresos económicos se ven diversificados, por un lado, se tiene más de un punto de venta para los diferentes productos ofertados, por otro, se complementan los ingresos con trabajos externos y subsidios pecuarios.

8.3.2.2. Montaña 2

El agroecosistema Montaña 2 bajo manejo convencional es similar al anterior en tanto que son producción de temporal, se compone de la unidad familiar y el subsistema agrícola con una relación interna de fuerza de trabajo familiar y obtención de alimento. Como entradas está la mano de obra contratada e insumos como fertilizantes sintéticos, plaguicidas y semillas híbridas para la producción en monocultivo de espinaca y rábano. Estas hortalizas salen del sistema y se comercializan en la Central de Abastos. Así mismo, entran ingresos económicos por la venta de las hortalizas, pero se deben de complementar con ingresos provenientes de trabajos externos en la mitad del año que no se puede cultivar. De esta manera, del sistema también sale fuerza de trabajo por parte de los miembros de la familia para dedicarse a otra actividad en lo que comienza el próximo ciclo agrícola (Figura 25).

El agroecosistema bajo manejo agroecológico al año 2020 presenta un diagrama de flujo más complejo y amplio (Figura 26). En primer lugar, se incluye el subsistema agroforestal en dónde se comienza a cultivar frutales dentro del bosque y el subsistema pecuario, aumentando las relaciones internas del agroecosistema. Por otro lado, el subsistema agrícola disminuyó considerablemente en área, se pasaron de 20 ha a sólo 2 ha de siembra, debido al fraccionamiento del terreno como herencia familiar. No obstante, se cambió a un sistema de producción continuo en el año debido a la infraestructura de invernaderos, olla de captación de agua de lluvia y sistema de riego por goteo. Ha habido un aumento en la diversidad de cultivos producidos como hortalizas, tubérculos y frutales. El sistema agroforestal además de proveer alimentos aporta una pequeña cantidad de hojarasca como abono y su cercanía con el área de cultivo genera un microclima en la temporada de secas que aporta humedad a los cultivos de manera suficientes, especialmente en el invierno.

Del subsistema pecuario se obtiene gallinaza como abono muy útil en temporada de secas porque retiene mejor la humedad en comparación a la de res y caballo, de acuerdo con lo expresado por el productor; mientras que el sistema agrícola les aporta alimento, aunque este se complementa

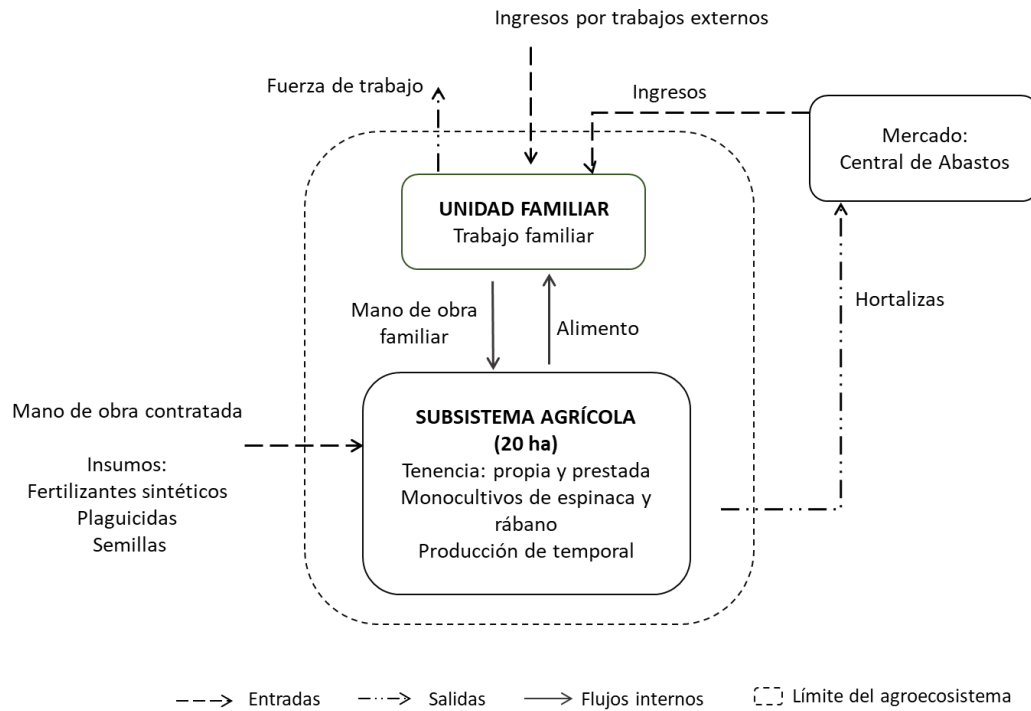


Figura 25. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 2 con manejo convencional previo a su transición agroecológica (t0).

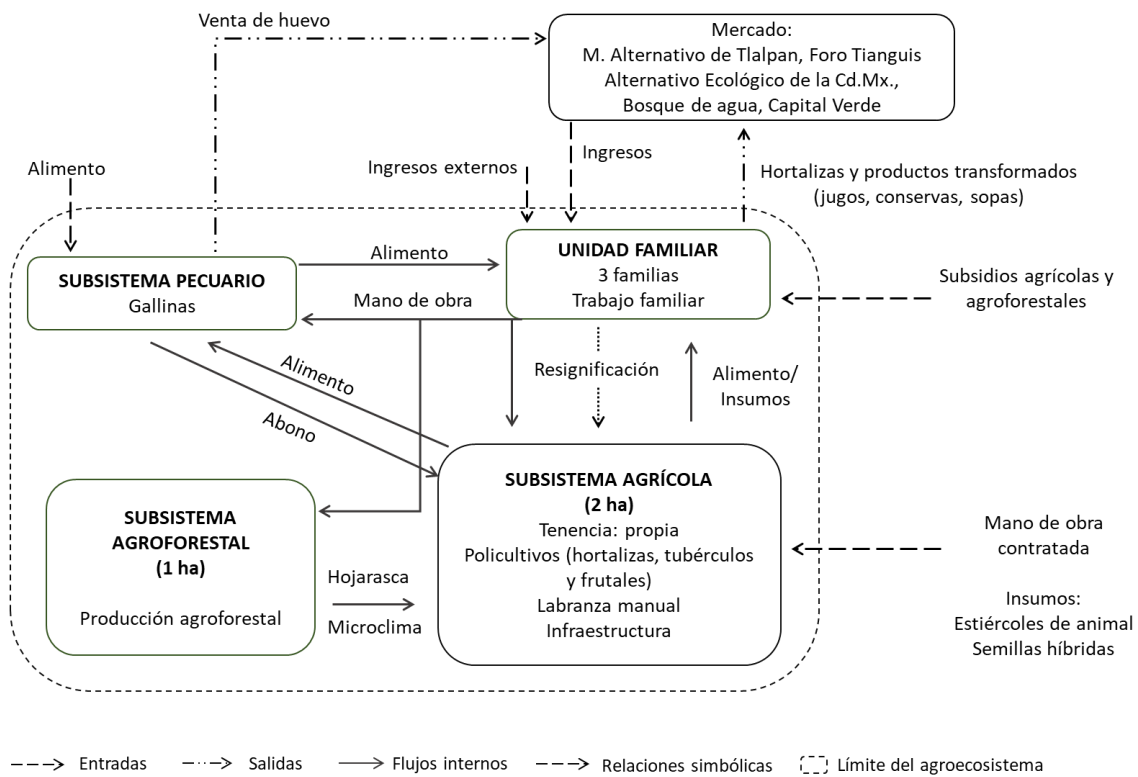


Figura 26. Estructura y diagrama de flujo del agroecosistema Montaña 2 a 20 años de iniciada su transición agroecológica (t2).

con productos del exterior. La unidad familiar por su parte provee mano de obra a los otros tres subsistemas a partir de una organización familiar en donde cada familia está a cargo de cada uno de los subsistemas, mientras que estos le proveen de alimentos e insumos para la elaboración de productos transformados.

Como entradas del sistema sigue estando la mano de obra contratada e insumos como estiércol de animal y semillas. En el aspecto económico hay ingresos provenientes de la comercialización de los productos en diversos puntos de venta, de igual manera se obtienen ingresos por actividades económicas externas y subsidios agrícolas y agroforestales.

En cuanto a las salidas del sistema están las hortalizas y los productos transformados tales como jugos, conservas y sopas de verduras; por otro lado, también sale conocimiento por parte de este productor, el cual presta sus instalaciones para capacitaciones y visitas de los consumidores del Mercado Alternativo de Tlalpan.

En resumen, se pudo observar en los cuatro casos que, en el cambio del agroecosistema previo a la transición agroecológica y la misma al 2020, los diagramas de flujo se complejizan como consecuencia de un mayor número de relaciones internas y externas. De igual manera se aprecia que con la transición agroecológica hay un cambio en la convivencia entre productor y su medio productivo (chinampa o parcela), la cual tuvo implicaciones técnicas y sociales que se abordará a continuación.

8.3.1. Características culturales identificadas en la transición agroecológica

La cultura puede ser entendida como un patrón de significados incorporados en las formas simbólicas entre las que se incluyen acciones enunciadas y objetos significativos de diversos tipos en virtud de los cuales los individuos se comunican entre sí y comparten sus experiencias, concepciones y creencias (Thompson, 2004). Igualmente, la cultura es plural, histórica y relativa determinada por el entorno social, en relación con su ambiente natural. La agricultura forma parte de una cultura en la producción de alimentos determinada del contexto social y ambiental, en diferentes escalas temporales y espaciales.

Lo anterior de acuerdo con la teoría de las representaciones sociales (Abric, 1994) corresponde a la forma en la que los sujetos se relacionan con los objetos como un sistema sociocognitivo contextualizado por un discurso y un contexto social, cuyas funciones de saber, identitarias, de orientación y justificadoras determinan como los sujetos se relacionan con su entorno.

Conforme sea la representación social que los productores tengan de sus sistemas productivos es como pueden modificar el paisaje. Para el caso de la zona chinampera en Xochimilco, las primeras culturas construyeron un sistema único en el mundo como las chinampas, camas elevadas dentro de un humedal que requiere ciertas prácticas para mantenerlo, como la incorporación de la vegetación como abono orgánico, la limpieza de los canales para evitar que se azolven, entre

otras. Mientras que, con el enfoque convencional, se ha migrado a tener invernaderos en las chinampas en dónde ya no se siembra directamente en el suelo, sino que son sustratos en bolsas de plástico, reduciendo el mantenimiento de los canales y la incorporación de la materia orgánica al suelo, ocasionado que los canales se cierren, formando planicies más grandes para poder poner invernaderos más grandes., o bien, monocultivos de ciertas hortalizas producidas con pesticidas y otros productos para mantener una buena presentación de los productos.

Con la transición agroecológica se intenta recuperar las prácticas ancestrales del manejo de lodos, el mantenimiento de los canales y la calidad de los suelos de las chinampas, de alguna manera recuperar y mantener el paisaje históricamente construido. No obstante, el productor de Chinampa 2 muestra que se pueden tener invernaderos como una forma de producción protegida de los cultivos convencionales circundantes que usan plaguicidas, mientras se sigue dando el mantenimiento de los canales, el manejo de lodos y las prácticas chinamperas tradicionales, manteniendo en mayor medida el paisaje chinampero.

La transición agroecológica entonces es un cambio cultural de agricultura convencional a una agroecológica, cambiando de enfoques y significaciones. Ya no se prioriza la maximización de la renta y la ganancia sino una optimización productiva del sistema; se cambia de una mirada reduccionista hacia una mirada sistémica y holística. El manejo agrícola ya no se basa en recetas generales y universales sino en la comprensión de las particularidades locales y la elección de estrategias de manejo apropiadas a esa condición local, dejando de hacer énfasis en los rendimientos y la productividad de un solo cultivo, sino en la estabilidad y resiliencia de toda la parcela. Esta transición va de acuerdo con el hecho de que la cultura sea dinámica, donde se utilizan conocimientos y prácticas de la cultura tradicional-residual como base, que se complementan con las tecnologías y herramientas del siglo XXI como un proceso adaptativo de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares de la familia campesina.

De esta manera, la transición agroecológica es un proceso similar entre productores, pero diferente dado las condiciones particulares de cada uno, sin embargo, existe una representación social del agroecosistema compartida de acuerdo con el enfoque agroecológico que los guía. El agroecosistema entonces no solo es un espacio de cultivo productivista, sino un componente del ecosistema que promueve la producción agrícola mientras realiza otras dinámicas ecosistémicas con una resignificación simbólica.

Los agroecosistemas son un patrimonio, pero no solo físicos para que pueda ser productivo, vendido o se finque, sino que se hereda como un territorio familiar que ha sido apropiado, lleno de significados. Representa un lugar dónde a lo largo de los cinco, seis o incluso veinte años de transición agroecológica al 2020, está lleno de experiencias, resistencias, símbolos y significados propios de cada agricultor como parte de un imaginario social (Vergara, 2007), mismo que construyeron a partir de que decidieron cambiar el manejo que le daban a sus parcelas o chinampas.

No obstante, el imaginario no es estático, en su sentido aspiracional va cambiando conforme al tiempo, a las experiencias y las situaciones favorables, por lo que los agricultores no solo ya no están dispuestos a abandonar el manejo agroecológico, sino que quieren compartir con más agricultores esta representación, ampliando una colectividad. Por otro lado, el imaginario está basado en los recuerdos, en cómo eran antes las chinampas o las parcelas que ha trabajado su familia desde que eran pequeños, así como el paisaje antes de urbanizarse, creando una relación sentimental y un arraigo para que no se pierda por completo, dando origen a una resistencia social por mantener los territorios y la actividad agrícola.

En este último sentido, se identificó que la actividad agrícola con la transición agroecológica tiene un significado identitario para algunos de los productores, especialmente con el productor de Chinampa 2 como un chinampero tradicional, así como el de Montaña 2 que mantiene las herencias campesinas heredadas de sus abuelos y su padre.

Por otro lado, los alimentos agroecológicos con venta directa crean un lazo en el cual los productores como sujetos trabajan sus espacios de cultivo como objeto modificable movido no solo por la salud, el cuidado al medio ambiente, el valor agregado de sus productos, sino también por la satisfacción y aceptación de los consumidores. No obstante, si los mercados locales para productos agroecológicos no son suficientes, la producción se vende en el mercado convencional, perdiendo así el valor agregado y con ello disminuye la ganancia. Si bien, con el manejo agroecológico hay bajos gastos de producción, no hay tanta pérdida por vender en los mercados convencionales, sin embargo, tal como mencionaron algunos productores “no se está dispuesto a regalar el trabajo”.

Retomando la teoría de los imaginarios sociales, podría ser que, al no cumplirse con ese imaginario creado al momento de comenzar la transición agroecológica, puede que los productores abandonen dicho manejo o incluso la actividad agrícola. Porque por muy bonita tanto teórica y discursivamente que sea el manejo agroecológico, si este no es rentable como ingreso económico principal de una familia, puede no mantenerse y/o abandonarse, tal como pasó con el productor de Montaña 2 en 2006, que migró a Estados Unidos de América.

Finalmente, la cultura como telaraña de significaciones socialmente establecidas atraviesa la transición agroecológica de manera similar en los agricultores de este estudio, aunque no es el eje principal de la investigación. En cada uno de ellos ocurre un proceso de resignificación hacia sus espacios de cultivo a partir de un cambio consciente por el uso de agroquímicos sintéticos.

8.4. Identificación de conductores (*drivers*) organizacionales, institucionales, comerciales y técnicos identificados para la transición agroecológica.

El proceso de transición hacia la agroecología es dinámico y consiste en una interrelación entre las innovaciones institucionales y las técnicas. Como se presenta a continuación, los diferentes socio-sistemas estudiados transitan hacia la agroecología en diferentes escalas espacio-temporales: a escala sistema productivo se integran innovaciones a nivel de infraestructura y de diseño de los cultivos. A escala regional, surgen mercados alternativos, instancias externas, con programas de capacitación e incentivos económicos además de organizaciones sociales a las que los productores pertenecen con el objetivo de fortalecerse al hacerse más eficientes.

8.4.1 Agroecosistemas chinamperos

8.4.1.1 Chinampa 1

En los agroecosistemas chinamperos se puede observar que para el productor de Chinampa 1, el inicio del manejo agroecológico en 2015 coincide con varios factores (Figura 27). Este inicio está marcado por una capacitación recibida, así como por el inicio de la colaboración con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” (en esta sección se referencia como Yolcan), una plataforma de contacto entre productores y consumidores, estos últimos son restaurantes y residencias que adquieren productos a partir de las llamadas canastas solidarias. De esta manera, Yolcan también se convierte en el mercado principal para este productor, donde los productos comercializados tienen un valor agregado, sin embargo, cuando este no vende la totalidad de la producción en existencia, esta es comercializada en el mercado local, donde pierde dicho valor adicional por ser agroecológico.

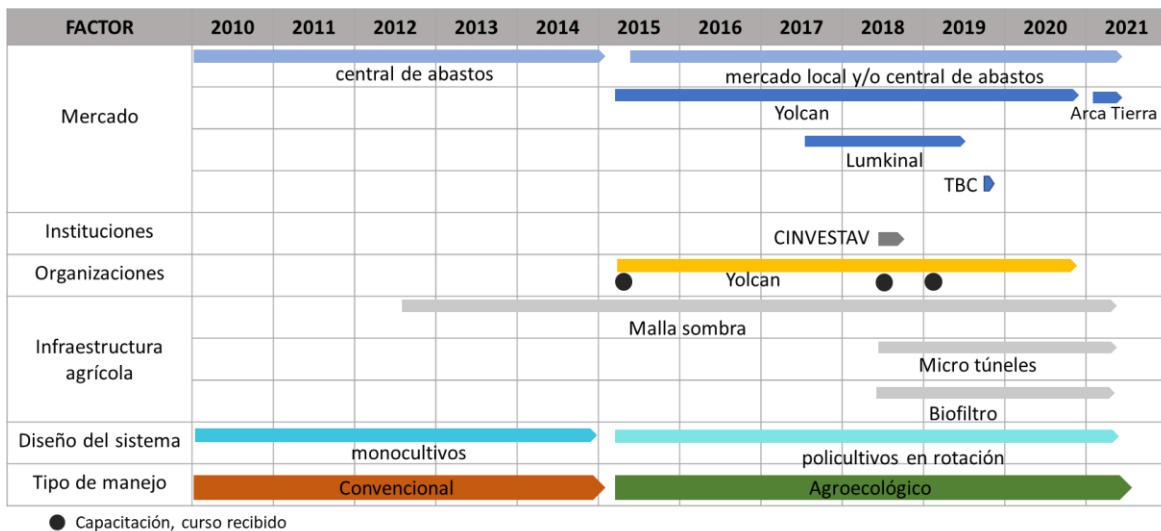


Figura 27. Interrelación de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Chinampa 1. Dónde los colores representan uno de los factores, el cambio de color en la misma fila del mercado significa un cambio en el mismo tema. En el factor mercado, el color azul más oscuro significa un mercado alternativo con valor agregado, mientras que el azul claro significa el mercado convencional.

De igual manera se puede observar que durante el manejo agroecológico hubo una diversificación de mercado, en tres de ellos se obtiene un valor agregado de los productos, mientras que en el mercado local este se pierde. El sistema se ve modificado, pasando de monocultivos a policultivos en rotación con una siembra de cultivos asociados, mientras ocurría un proceso de sustitución de insumos.

En cuanto a la parte institucional, hubo una participación académica en 2017 por parte del Cinvestav, la cual coincide con la adquisición de la infraestructura del biofiltro. De acuerdo con el productor, Yolcan invitó al Cinvestav quienes le pusieron el biofiltro como prueba, por parte de un proyecto de la Dra. Refugio Rodríguez Vázquez, mientras se le daba al productor una asesoría de como remediar los problemas de salinidad del suelo. En este sentido podemos ver que Yolcan funciona de una manera como un acompañante durante la transición agroecológica que ha promovido la capacitación.

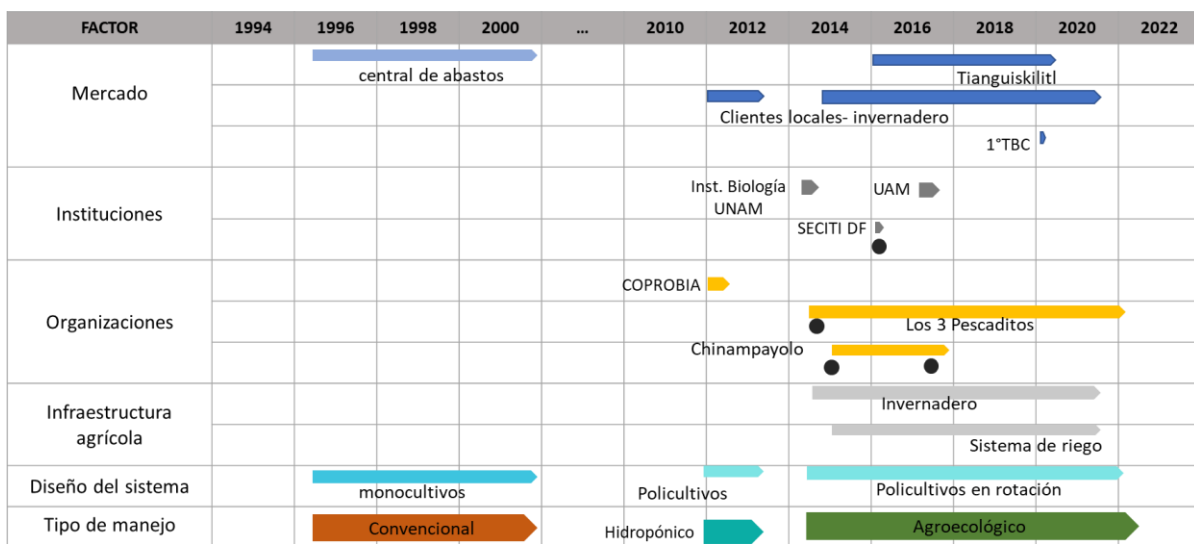
8.4.1.2 Chinampa 2

El proceso de transición del agroecosistema Chinampa 2 ocurrió con las siguientes interacciones. Previo a la transición agroecológica se tenían monocultivos de verdolaga, aunque también se podía tener acelga o espinaca, dichos cultivos se comercializaban únicamente en la Central de Abastos (Figura 28). Este productor menciona que tuvo que aprender él solo la actividad chinampera, ya que no recibió apoyo ni de sus vecinos. A raíz del manejo inadecuado de los pesticidas, sufrió una intoxicación y desde ahí abandonó dicho manejo, así como, la actividad agrícola misma en el 2000. En 2011 retoma la actividad agrícola pero ahora con un manejo hidropónico en la cuenca lechera, en ese mismo año en conjunto con sus compañeros intentan crear la Cooperativa de Producción Biointensiva Atlapulquense (COPROBIA), pero ésta no llega constituirse legalmente.

Finalmente, en 2014 comienza su transición agroecológica en una de sus chinampas, después de un proceso de 6 meses de restauración, así como de la construcción y habilitación de un invernadero, el cual fue una inversión personal. Cabe señalar que antes de iniciar con el manejo agroecológico propiamente, en 2013 funda con un compañero de Xochimilco, el Ing. Agrónomo y chinampero Antonio Trejo y un investigador del Instituto de Biología de la UNAM la organización “Los tres pescaditos” cuyo objetivo es incidir en un cambio a bien orgánico dentro de las labores culturales de las chinampas. Es con “Los tres pescaditos” que comenzó sus capacitaciones y aprendizaje de la chinampería tradicional. Posteriormente en 2014 cofunda Chinampayolo en conjunto con compañeros chinamperos y Antonio Trejo, que buscaban la manera de mantener la cultura tradicional chinampera. Ya con esta organización continuaron las capacitaciones buscando aplicar directamente en sus chinampas lo que estaban aprendiendo. En este sentido, Chinampayolo fungió como un acompañante en el proceso de transición agroecológica de este

productor, en cuanto a las prácticas tradicionales de la chinampería, algunas técnicas nuevas y complementarias para el análisis de suelos y el mercado, temas posteriormente abordados.

En términos de mercado, se deja de comercializar en la central de abastos y se cambia por un par de alternativas, la Red Alimentaria Alternativa “Tianguiskilitl” también conocido como “mercado de las cosas verdes” y la compra directa en el invernadero o entregas a domicilio. Este primero fue creado por Chinampayolo como un punto de venta para los productores chinamperos que comenzaban a tener cosecha y necesitaban comercializar sus productos bajo una lógica diferente a la dominante en la Central de Abastos Este a su vez fue una propuesta de Mario (el productor de esta chinampa) a partir de un curso de agricultura urbana en la Habana, Cuba 2015, el cual fue patrocinado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal (SECITI DF).



● Capacitación- cursos recibidos

Figura 28. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Chinampa 2. Dónde los colores representan uno de los factores, el cambio de color en la misma fila del mercado significa un cambio en el mismo tema. En el factor mercado, el color azul más oscuro significa un mercado alternativo con valor agregado, mientras que el azul claro significa el mercado convencional.

La intervención de la UAM Xochimilco a partir de Rafael Calderón en conjunto con Chinampayolo dio lugar a la invitación del investigador Sebastiao Pinheiro, mismo que brindó capacitación en torno a la cromatografía de suelos para los integrantes de esta organización. Técnica que este productor aprendió y ha realizado varias veces desde entonces como parte de un monitoreo del suelo de su chinampa.

Con este productor podemos ver como las diferentes capacitaciones o cursos recibidos, provenientes de diferentes instituciones desencadenaron el manejo agroecológico. Las capacitaciones en las prácticas tradicionales chinamperas (también agroecológicas) promovieron, entre otras cosas, la formación de una colectividad con un objetivo en común como Los 3 pescaditos y Chinampayolo. Esto a su vez, favorece un acompañamiento entre compañeros

durante la transición agroecológica. Por otro lado, la capacitación en la Habana promovió la apertura de un mercado dónde los mismos productores ponían los precios de sus productos de manera que fuesen social y económicamente más justos. Finalmente, la capacitación sobre cromatografía de suelos es un complemento para visibilizar los efectos de los esfuerzos en el manejo agroecológico, así como un monitoreo sobre la calidad del suelo de sus chinampas.

8.4.2 Agroecosistemas de montaña

8.4.2.1 Montaña 1

El proceso de transición del agroecosistema Montaña 1 muestra intervenciones institucionales previas a la transición agroecológica (Figura 29). Durante el manejo convencional hubo una participación por parte del Colegio de Posgraduados para incorporar el sistema MIAF (Milpa Intercalada con Árboles Frutales). Aunque esta intervención promueve la conservación de suelo y agua, así como la diversificación de cultivos en la parcela, no se aprecia por parte del productor como un inicio de la transición agroecológica. Fue hasta el 2015 que por parte de SAGARPA y SEDEREC entraron al proyecto Sistema Producto Maíz, brindando acompañamiento técnico en manejo agroecológico, el cual se complementó con la capacitación recibida por Jairo Restrepo promovida por la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” (misma organización en la que colabora Chinampa 1). Aquí se puede apreciar a Yolcan como un punto de venta que complementa la

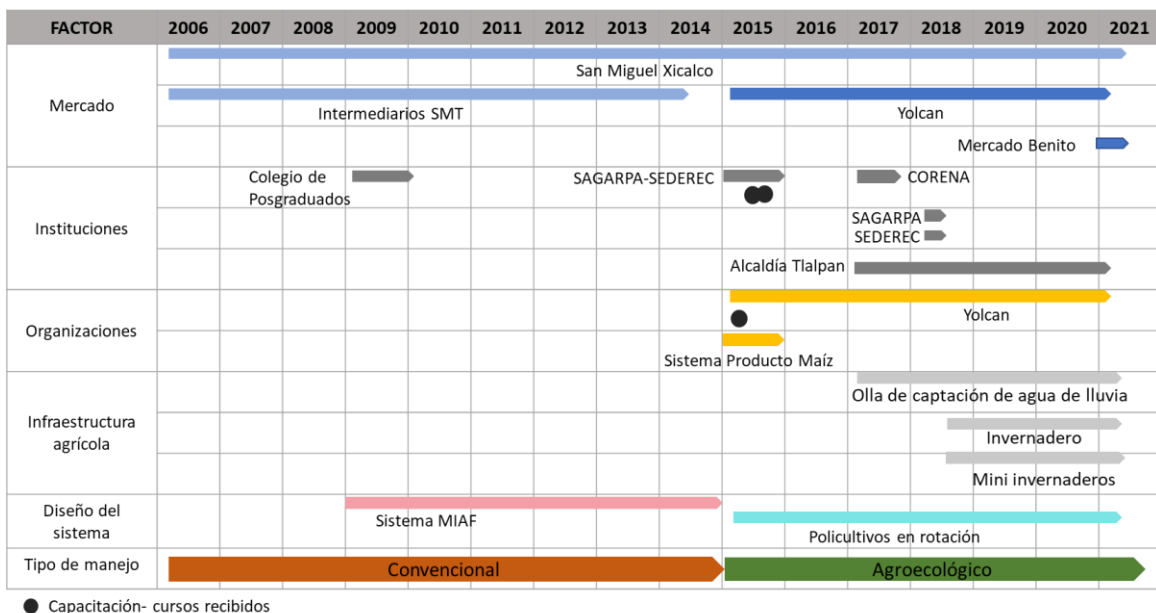


Figura 29. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Montaña 1.

Dónde los colores representan uno de los factores, el cambio de color en la misma fila del mercado significa un cambio en el mismo tema. En el factor mercado, el color azul más oscuro significa un mercado alternativo con valor agregado, mientras que el azul claro significa el mercado convencional.

capacitación del manejo agroecológico y cierra el ciclo producción-comercialización; razón por la que, al ser un punto de venta seguro y con un valor agregado, la unidad familiar decidió transitar a este tipo de producción alternativa.

Posteriormente mediante subsidios gubernamentales se adquirió infraestructura. En 2017 por parte de CORENA obtuvo una olla de captación de agua de lluvia, en 2018 con SAGARPA y SEDEREC obtuvo un invernadero y un par de invernaderos pequeños respectivamente. A partir de esta infraestructura se facilita la producción que no sea de temporal e incluso protege a los cultivos de granizadas y de heladas.

8.4.2.2 Montaña 1

El proceso de transición del agroecosistema Montaña 2 es el más largo de los cuatro casos estudiados (Figura 30). En esta se pueden observar la intervención de instituciones, organizaciones y mercado de manera conjunta. Similarmente con las anteriores, en el manejo previo convencional no se observa la participación de instituciones, organizaciones y tampoco infraestructura, sino que había un único mercado, la central de abastos. En el 2000 comienza la transición agroecológica, el cual fue de la mano con el proyecto “Sello Verde” a cargo de CORENA del entonces Distrito Federal, la cual se encargó de otorgar capacitaciones en manejo agroecológico, acompañamiento técnico, insumos, y establecer puntos de venta a los productores participantes.

En los primeros tres años de transición agroecológica intervienen instituciones, organizaciones y el mercado. CORENA fue la institución principal a cargo de la vinculación con OCIA International (Organic Crop Improvement Association), institución certificadora de producción orgánica a nivel internacional, dónde sus agrónomos brindaron asistencia técnica para lograr en 3 años la certificación internacional de producción orgánica. Posteriormente en 2003 la familia de este productor creó la cooperativa de Productores de hortalizas orgánicas de San Miguel Topilejo, unión que permitía la diversificación de actividades productivas. En ese mismo año la empresa The Green Corner y Aires de Campo abrieron instalaciones de puntos de venta en la Cd.Mx., los cuales eran provistas con alimentos de productores orgánicos certificados de la ciudad. Fue así como el gobierno del Distrito Federal en su programa “Sello Verde” cerró el ciclo de capacitación, producción y comercialización de agricultura bajo manejo agroecológico.

El productor de Montaña 2 comenta que en el 2003 aumentó la oferta de productos orgánicos pues eran poco más de 100 productores de la ciudad, sin embargo, The Green Corner y Aires de Campo no tenían la suficiente demanda para comprar a todos los productores. Este productor mencionó que tenía ventas con estos mercados por \$2,500 pesos semanales, pero les pagaban cada mes; por lo que dejó de ser una opción rentable y redujo los ánimos por continuar con dicha actividad.

En este agroecosistema de montaña como ya se mencionó anteriormente, el tipo de cultivo era de temporal; limitando la capacidad productiva a lo largo del todo el año. Ante esta situación se

adquirió una olla de captación de agua de lluvia en 2006 mediante un proyecto de CORENA “Sello Verde”. No obstante, la producción se veía afectada durante la temporada de invierno, por las bajas temperaturas en el sitio.

Ante la poca rentabilidad del sistema de producción agroecológica, el productor de Montaña 2 decidió migrar a New York, E.U.A. (del 2006 al 2010), dejando la actividad agrícola a su padre quién seguía comercializando con The Green Corner y Aires del Campo. Este productor comentó:

“... yo me tuve que ir, pero quien se siguió aferrando fue mi padre, gracias a mi padre esta actividad y este proyecto sigue continuando como Ololique. En mi ausencia, mi padre se mantuvo en resistencia por no abandonar el proyecto” (Víctor M. Rodríguez, 39 años, 14 noviembre 2020)

De esta manera, considera que su padre se ha mantenido en resistencia por no abandonar la actividad agrícola, razón por la que su padre llegó a vender fracciones del terreno para continuar con la inversión agrícola. Se podría decir, que la actividad agrícola tradicional representa un modo de vida para su padre que no está dispuesto a dejar.

En su estancia en New York, conoció las Ferias Verdes con productos orgánicos, igualmente en sus recorridos por Connecticut observó que en las orillas de la carretera habían puestos donde los mismos productores vendían sus productos frescos y transformados como jugos y conservas.

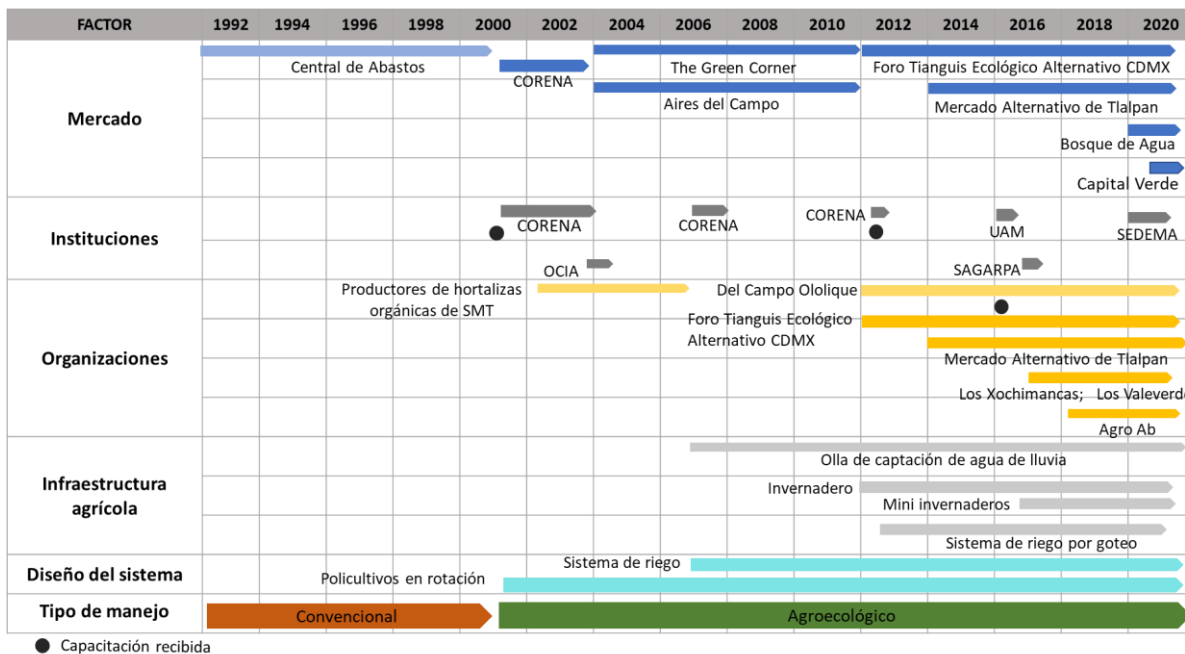


Figura 30. Interrelaciones de factores durante la transición agroecológica del agroecosistema Montaña 2. Dónde los colores representan uno de los factores, el cambio de color en la misma fila del mercado significa un cambio en el mismo tema. En el factor mercado, el color azul más oscuro significa un mercado alternativo con valor agregado, mientras que el azul claro significa el mercado convencional.

Con estas experiencias en mente regresó a San Miguel Topilejo en 2011 y retomó el proyecto que iniciaron en el 2000 modificando el modelo de agricultura familiar. En ese mismo año, tienen un nuevo punto de venta logrado por la organización de productores agroecológicos de la Cd.Mx.

(antiguos participantes del programa Sello Verde del 2000) denominado Foro Tianguis Alternativo Ecológico de la Ciudad de México, ubicado en la alcaldía Álvaro Obregón.

Igualmente, en 2011 con inversión familiar adquieren un invernadero para mejorar las condiciones de producción. Por otro lado, a partir de un contacto con CORENA, prestan sus terrenos de cultivo como parcelas demostrativas donde Ingenieros agrónomos cubanos compartieron e intercambiaron conocimiento agroecológico, en tema de control de plagas.

Posteriormente en 2013 inician su colaboración con la Red Alimentaria Alternativa (RAA) “Mercado Alternativo de Tlalpan”, siendo de los primeros productores en el proyecto y donde hasta la fecha siguen comercializando sus productos como una organización familiar denominada “Del campo Ololique”. En 2015 la UAM les permite vincular un programa de servicio social para estudiantes agrónomos, trabajando en el proceso productivo y compartiendo conocimiento.

En 2016 se adquiere más infraestructura como unos miniinvernaderos y materiales para germinación a partir de un apoyo brindado por SAGARPA. Finalmente se puede apreciar como después del 2016 hubo más participación con organizaciones tales como Los Xochimancas y Los Valeverde, productores de Xochimilco, y con AgroAb con el objetivo de diversificar la oferta de productos agroecológicos ofertados en los diferentes puntos de venta.

A partir de las líneas de tiempo de los cuatro productores de la Cd. Mx., se observa que a partir del inicio de transición agroecológica hay una interrelación entre los factores de mercado, instituciones, organizaciones e infraestructura. En el caso de los agroecosistemas Chinampa 1, Montaña 1 y Montaña 2 la transición agroecológica se dio a partir de la intervención de una institución u organización, la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” para los dos primeros casos y CORENA para el último caso, en donde se les brindó capacitación sobre el manejo agroecológico y facilidades para un mercado seguro cuyos precios de sus productos tendrían un valor agregado. En este sentido, el mercado jugó un papel fundamental, ya que les aseguró un punto de comercialización para la producción. Mientras que en Chinampa 2 se observó que la transición agroecológica fue promovida por la participación social, que crearon organizaciones sociales, abriendo mercados alternativos y brindando capacitación y acompañamiento técnico.

8.4.3. Aspectos similares y diferentes identificados en la transición agroecológica de los agroecosistemas estudiados

En los procesos de transición agroecológica estudiados se observaron aspectos similares y diferentes en las diversas escalas involucradas y temporalidades de este estudio. Comenzando con el manejo previo a la transición agroecológica (t0) se observaron las siguientes similitudes: a escala parcela, en la mayoría de las parcelas se tenían monocultivos de hortalizas o de maíz (Montaña 1), aunque este último tenía un sistema de maíz intercalado con árboles frutales (MIAF); mientras que a escala regional se aprecia la comercialización en mercados convencionales a través de intermediarios, mayormente en la Central de Abastos.

Como diferencias se encontró que a nivel de agroecosistema solamente Chinampa 1 contaba con malla sombra considerada infraestructura agrícola en este estudio. Finalmente, a escala regional, se ubicó la participación de una institución académica como el Colegio de Posgraduados en el agroecosistema Montaña 1, con motivo de la promoción del sistema MIAF.

Al inicio de la transición agroecológica, primeros 2 años (t1), en los agroecosistemas estudiados se observaron como similitudes a escala de parcela el cambio a policultivos en rotación. Mientras que a escala de agroecosistema destaca la capacitación recibida en manejo agroecológico. Finalmente, a escala regional se aprecia la comercialización en mercados alternativos donde los productos tienen un valor agregado; la participación con una institución gubernamental, académica o una organización que promovió la capacitación en manejo agroecológico, el acompañamiento técnico y el desarrollo de un mercado alternativo, aunque esta participación tuvo sus diferencias como se aborda a continuación.

Las diferencias en el t1 sólo fueron identificadas a escala regional. Chinampa 1 y Montaña 1 continuaron comercializando en la Central de Abastos y el mercado local de San Miguel Xicalco respectivamente. Así mismo, se observó que en el caso de Montaña 2, la transición agroecológica fue resultado de la interrelación de aspectos originados por una institución gubernamental como CORENA, a partir del proyecto “Sello Verde” con el que se brindó capacitación técnica, acompañamiento técnico en los primeros 3 años de transición y la apertura de mercados alternativos como los itinerantes en los edificios de CORENA o The Green Corner y Aires del Campo. Por otro lado, con el agroecosistema de Chinampa 2 se observa como la transición agroecológica fue promovida por la participación social entre chinamperos que crearon organizaciones sociales como Chinampayolo y previamente una escuela como Los 3 pescaditos, con un estudiante del Instituto de Biología de la UNAM, como espacio y acompañamiento para el aprendizaje del manejo agroecológico. Así mismo, estas organizaciones crearon un mercado alternativo que fortaleció los lazos de comunidad chinampera tradicional que también era agroecológica.

Por otro lado, los agroecosistemas de Chinampa 1 y Montaña 1 muestran como la transición agroecológica puede ser promovida por una organización civil como Yolcan, que promovió el acceso a la capacitación en manejo agroecológico y creó un mercado alternativo y de circuito corto, aunque no necesariamente con el contacto directo entre productores y consumidores. El acompañamiento técnico en estos agroecosistemas se dio de manera diferente, en Chinampa 1 no hubo un acompañamiento técnico más que el apoyo de Yolcan, algunas veces económico, mientras que en Montaña 2 por mérito propio consiguió el acompañamiento técnico con los extensionistas del proyecto Sistema Producto Maíz, promovido por SAGARPA y SEDEREC.

Finalmente, en la transición agroecológica al 2020 (t2) cuando se evaluaron los agroecosistemas estudiados, las similitudes fueron las siguientes: a escala de parcela se continúa con policultivos en rotación; mientras que a escala de agroecosistema los cuatro agroecosistemas cuentan con infraestructura agrícola que permite el aprovechamiento de los recursos de manera más eficiente. A escala regional se observa una mayor diversificación de mercados alternativos

Así mismo, las diferencias al t2 residen mayormente con los aspectos a escala regional. Los agroecosistemas de montaña estudiados mostraron mayor participación con instituciones gubernamentales con incentivos económicos para la adquisición de infraestructura agrícola o subsidios pecuarios, mientras que en los agroecosistemas chinamperos no se han recibido apoyos agrícolas similares. Montaña 2 que es el agroecosistema con mayor tiempo de transición agroecológica tiene más colaboraciones con organizaciones sociales como estrategia comercial y construcción de comunidad, convirtiéndose en único intermediario para otros productores agroecológicos.

8.5. Evaluación multicriterio de la sustentabilidad de los agroecosistemas en su transición agroecológica

A continuación, se presenta como los agroecosistemas estudiados han transitado hacia sistemas agrícolas sustentables, a partir de la sistematización del cambio ocurrido en tres estados de la transición agroecológica, siendo t0 el tiempo antes del inicio de la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años del inicio de la transición y t2 el tiempo al momento de la medición en 2020 (a 5 y 20 años de transición correspondiente). A partir de algunos indicadores de sustentabilidad se muestran los siguientes diagramas amoebas con los resultados normalizados a la escala del 100%, con base en los valores óptimos presentados en el Cuadro 9 y 10. El objetivo es mostrar como los indicadores de sustentabilidad mejoran o se acercan a los valores de referencia conforme mayor sea el tiempo de transición agroecológica.

8.5.1 Agroecosistemas chinamperos

En el caso del agroecosistema de Chinampa 1 se observa que el productor a 5 años de transición agroecológica (t2) alcanzó niveles óptimos en varios de los indicadores como: la diversidad de los cultivos producidos, así como la infraestructura agrícola, percibe tener una mejor rentabilidad, lo cual puede estar asociado a una menor dependencia de insumos externos y un similar tiempo invertido, y hubo un alto nivel de satisfacción a 5 años de transición, aunque en t1 este fue bajo (Figura 31). Así mismo, se acercó a niveles aceptables de calidad de suelo. No obstante, hay aspectos para mejorar, en el ámbito social y comercial, como la colaboración con instituciones y organizaciones sociales, alcanzar más puntos de venta, disminuir la dependencia de insumos externos, como las semillas, y tener una mayor participación familiar en la chinampa.

El agroecosistema Chinampa 2 por otro lado presenta diferencias marcadas en t0 con respecto a t2 (Figura 32). Así mismo a partir de t1 se consiguen niveles sustentables en varios aspectos como el tiempo invertido, la baja dependencia de insumos externos, y una mayor diversidad de actividades económicas complementarias. También se observa el mejoramiento gradual del agroecosistema hacia el momento actual. No obstante, la percepción de rentabilidad y de satisfacción son bajas, y se tiene una alta dependencia de semillas.

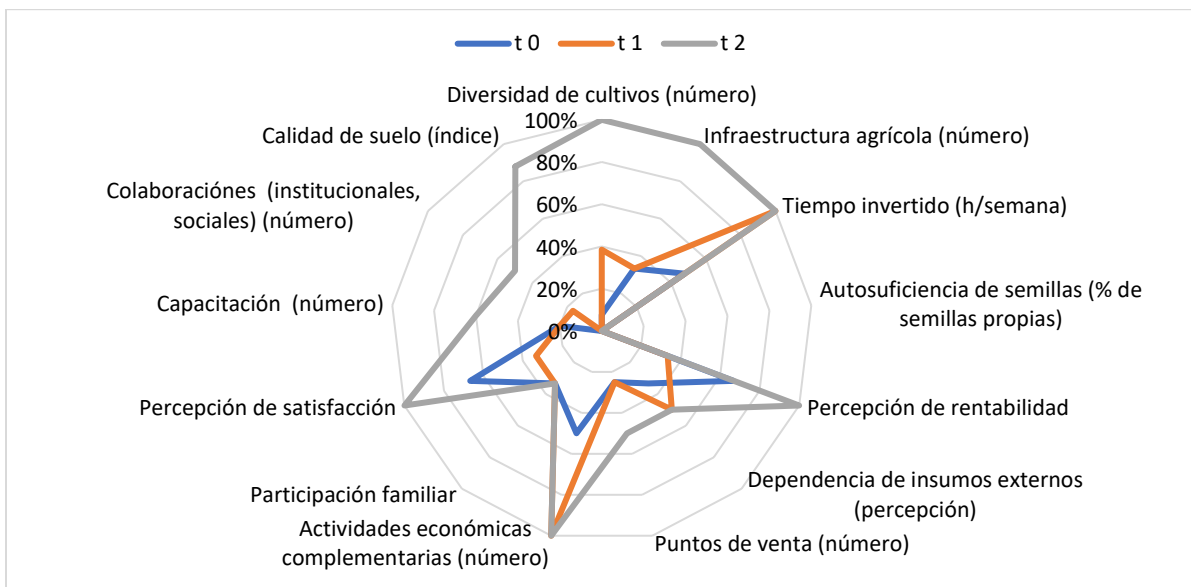


Figura 31. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Chinampa 1 dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 5 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.

Tras seis años de transición agroecológica (t2) se observa que el agroecosistema es más sustentable en términos de infraestructura agrícola, autosuficiencia de semillas, percepción de rentabilidad, capacitaciones, percepción de satisfacción y se tienen más puntos de venta; así mismo hay una menor dependencia de insumos externos, un menor tiempo invertido, más actividades económicas complementarias, los últimos tres indicadores desde que se inició la transición agroecológica (t1) y en t2. No obstante, la participación familiar se ha mantenido baja, y sólo se tienen dos cultivos.

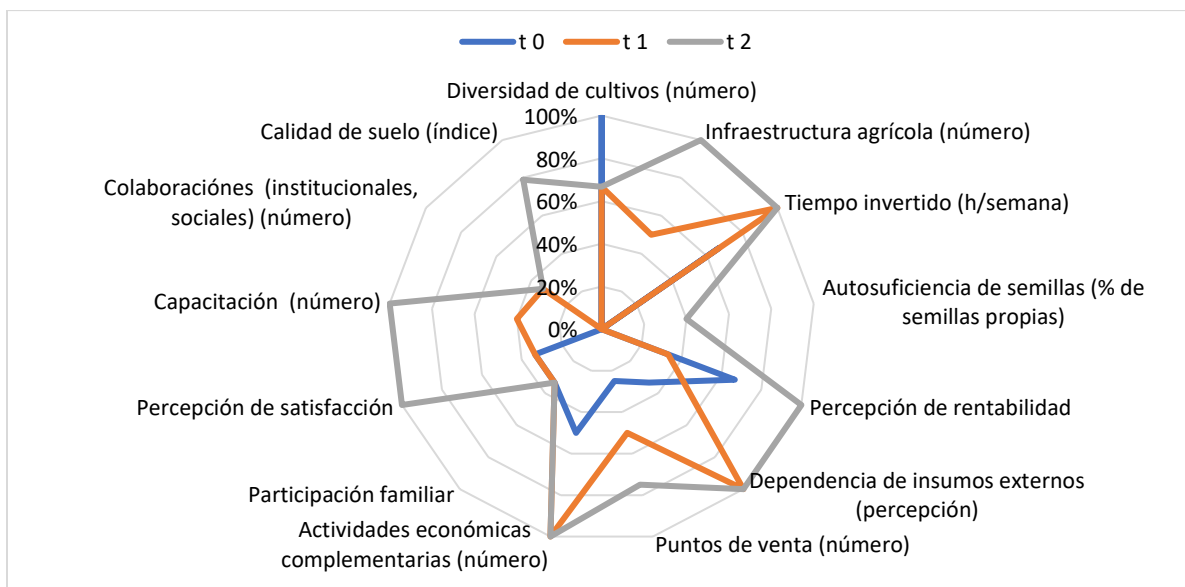


Figura 32. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Chinampa 2, dónde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 6 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.

Cuadro 9. Resultados de indicadores de sustentabilidad en proceso de transición agroecológica en agroecosistemas chinamperos para elaboración de amoeba.

Indicador / Tipo de manejo	Unidades	Dirección	Chinampa 1			Chinampa 2			Valor óptimo	Escala
			t 0	t 1	t 2	t 0	t 1	t 2		
diversidad de cultivos	número	maximizar	1	5	13	3	2	2	13 / 3	agroecosistema
Infraestructura agrícola	número	maximizar	1	1	3	0	1	2	1 / 0	parcela
calidad de suelo	Índice	maximizar	-	-	88	-	-	79	100	parcela
tiempo invertido	h/semana	minimizar	126	60	60	84	56	56	60 / 56	parcela
autosuficiencia de semillas	% de semillas propias	maximizar	0	0	0	0	0	40	100	regional
percepción de rentabilidad	alto, medio, bajo*	maximizar	media	baja	alta	media	baja	alta	alta	regional
dependencia de insumos externos	alto, medio, bajo*	minimizar	alto	medio	medio	alto	bajo	bajo	bajo	regional
puntos de venta	número	maximizar	1	1	2	1	2	3	4	regional
actividades económicas complementarias	número	maximizar	1	2	2	2	4	4	2 / 4	agroecosistema
participación familiar	alto, medio, bajo*	maximizar	baja	baja	baja	baja	baja	baja	alta	regional
percepción de satisfacción	alto, medio, bajo*	maximizar	media	baja	alta	baja	baja	alta	alta / baja	agroecosistema
capacitación	número	maximizar	1	1	3	0	2	5	5	regional
colaboraciones (institucionales, sociales)	número	maximizar	0	1	3	0	2	2	3 / 2	regional

*estos indicadores fueron medidos en unidades de alto, medio y bajo, valorados por el productor entrevistado.

Cuadro 10. Resultado de indicadores de sustentabilidad en proceso de transición agroecológica en agroecosistemas de montaña para elaboración de amoeba.

Indicador/ Tipo de manejo	Unidades	Dirección	Montaña 1			Montaña 2			Valor óptimo	Escala
			t 0	t 1	t 2	t 0	t 1	t 2		
diversidad de cultivos	(número)	maximizar	2	4	9	2	5	20	9 / 20	agroecosistema
Infraestructura agrícola	(número)	maximizar	0	0	3	0	0	4	0 / 0	parcela
Calidad de suelo	Índice	maximizar	51	56	72	-	-	91	100	parcela
tiempo invertido	(h/semana)	minimizar	72	93.3	93.3	119	56	56	72 / 56	parcela
autosuficiencia de semillas	(% de semillas propias)	maximizar	0	30	30	0	0	30	0 / 0	regional
percepción de rentabilidad	alto, medio, bajo*	maximizar	baja	media	media	media	baja	alta	alta	regional
dependencia de insumos externos	alto, medio, bajo*	minimizar	alta	media	alta	alta	media	baja	alta	regional
puntos de venta	(número)	maximizar	2	2	3	1	2	4	4	regional
actividades económicas complementarias	(número)	maximizar	2	3	7	2	3	3	7 / 3	agroecosistema
participación familiar	alto, medio, bajo*	maximizar	media	alta	alta	alta	alta	alta	alta	regional
percepción de satisfacción	alto, medio, bajo*	maximizar	alta	alta	media	alta	baja	alta	alta / alta	agroecosistema
capacitación	(número)	maximizar	1	2	3	0	2	5	5	regional
colaboraciones (institucionales, sociales)	(número)	maximizar	1	2	5	0	3	6	5 / 6	regional

*estos indicadores fueron medidos en unidades de alto, medio y bajo, valorados por el productor entrevistado.

Se puede observar entonces, que los agroecosistemas chinamperos en t2 son más vulnerables en términos de la participación familiar, por lo que es una actividad que está en riesgo de no continuar la siguiente generación, si es que sus familiares no están interesados. Así mismo, se observó una mayor vulnerabilidad en colaboraciones institucionales y puntos de venta. En cuanto a la calidad de suelo, en t2 se obtuvieron valores aceptables de calidad de suelo en ambos agroecosistemas, aunque mayormente en Chinampa 1.

8.5.2 Agroecosistemas de montaña

El agroecosistema Montaña 1 en su proceso de transición agroecológica muestra diferencias marcadas en t0 con respecto a t2, con un avance gradual a partir del inicio de su transición agroecológica (t1) (Figura 33). Se observó que el agroecosistema a cinco años de iniciado la transición (t2), es más sustentable en términos de diversidad de cultivos, infraestructura agrícola, actividades económicas complementarias, mayor diversidad de puntos de venta, participación familiar, capacitación, y colaboraciones institucionales y sociales. No obstante, es más vulnerable en términos de la dependencia de insumos externos, la rentabilidad percibida, los puntos de venta y autosuficiencia de semillas. También se observó que hubo mejoras en sustentabilidad escalonadamente de t0 a t2 en la mayoría de los indicadores, incluyendo calidad de suelos, y con excepción de la percepción de satisfacción y la dependencia de insumos externos.

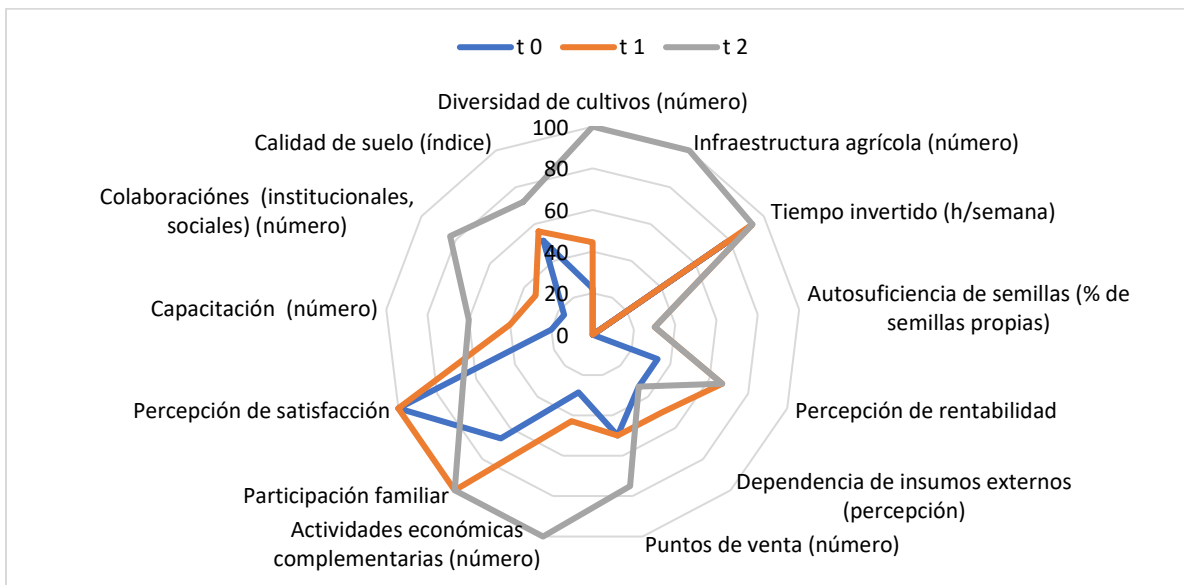


Figura 33. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Montaña 1, donde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t3 el estado a 5 años de transición al 2020.

Para el caso del agroecosistema Montaña 2 se observó que, tras 20 años de transición agroecológica (t2), el agroecosistema ha tendido más a la sustentabilidad en todos los aspectos: diversidad de cultivos, infraestructura agrícola, tiempo invertido, autosuficiencia de semillas, percepción de rentabilidad, menor dependencia de insumos externos, mayor diversidad de

puntos de venta, capacitación, colaboraciones institucionales y sociales (Figura 34). También es más sustentable en cuanto a una mayor diversidad de actividades económicas complementarias (estables) y una alta participación familiar, estas últimas desde el inicio de la transición agroecológica (t1), mientras que la alta percepción de satisfacción es una valoración compartida con t0, aunque el productor explica que, para la conciencia de ese entonces, le parecía alto, aunque con la perspectiva actual en comparación con los 20 años de transición agroecológica la valoración sería bajo.

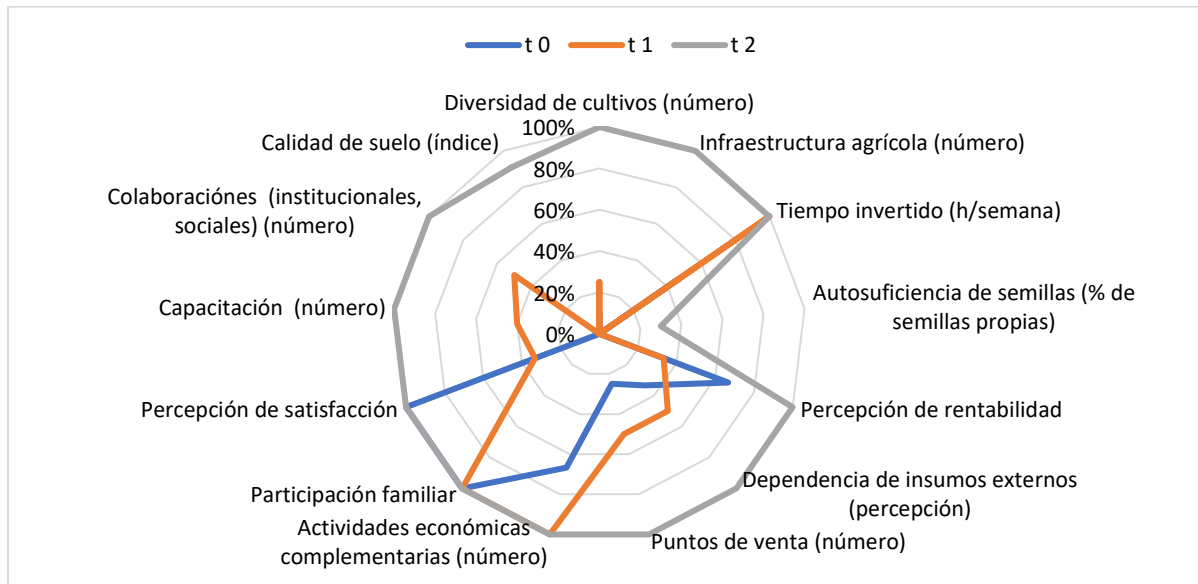


Figura 34. Diagrama amoeba del análisis retrospectivo del agroecosistema Montaña 2, donde t0 corresponde al estado anterior a la transición agroecológica, t1 los primeros 2 años de transición y t2 el estado a 20 años de transición al 2020. En el indicador calidad de suelo, solo se tuvo medición para t2.

Se pudo observar que los agroecosistemas de montaña estudiados en t2 son más sustentables en cuanto a colaboraciones institucionales y sociales, la participación familiar, actividades económicas complementarias, diversidad de cultivos, infraestructura agrícola, tiempo invertido y puntos de venta. Aún con la diferencia en tiempo de transición agroecológica, ambos coinciden con una mayor vulnerabilidad en términos de autosuficiencia de semillas.

El agroecosistema Montaña 2 tras 20 años de transición agroecológica ha alcanzado una mayor sustentabilidad, en cuanto a la eficiencia, viabilidad económica, organización para la producción, fortalecimiento del proceso de aprendizaje, equidad familiar, satisfacción, dependencia de insumos externos y conservación de recursos; en los últimos dos se apreciaron resultados que aún pueden mejorarse para aumentar la sustentabilidad, en cuanto a esta evaluación. En contraste, los otros tres agroecosistemas estudiados, que llevan 5 y 6 años de transición, mostraron una tendencia hacia agroecosistemas sustentables, aunque con altibajos que habrá que fortalecer.

8.6. Fortalezas y debilidades identificadas en los agroecosistemas estudiados durante la transición agroecológica.

Las fortalezas y debilidades presentadas por los productores de este estudio a lo largo de sus respectivos procesos de transición agroecológica se clasificaron dentro de los siguientes aspectos o temas: personales, familiares, productivos, económicos, comerciales, institucionales y sociales. Estas se mencionan a continuación de acuerdo con lo expresado por los productores entrevistados y se muestran en los Cuadros 11 y 12. Las fortalezas se muestran de color gris claro, mientras que las dificultades están en un tono gris oscuro, así mismo, a los factores se les asignó un grado de importancia de uno a tres asteriscos, siendo uno el grado más bajo y tres asteriscos el grado más alto.

8.6.1 Fortalezas y debilidades familiares

En el tema personal se identificó como fortaleza la conciencia por cultivar sin agroquímicos. Los cuatro productores mencionaron que una de las principales razones es el cuidado de la salud personal, así como la familiar debido a los efectos de los agroquímicos durante y después de su aplicación. De igual manera esto se relaciona con la contaminación de estos agroquímicos en el suelo, el agua y los alimentos, por lo cual lo vincula con un cuidado de sus respectivos entornos ambientales. Esta conciencia también es familiar en mayor o menor medida por consumir alimentos libres de agroquímicos, debido a los efectos que puede conllevar en la salud.

Este cambio de conciencia fue adquirido a partir de la capacitación de manejo agroecológico en dónde se expusieron los problemas a la salud asociada a los pesticidas, así como la contaminación por éstos en los suelos principalmente. El productor del agroecosistema Chinampa 2, por otro lado, tuvo este cambio de conciencia a partir de una mala experiencia con pesticidas causándole una intoxicación que puso en peligro su vida. Este aspecto personal es uno de los pilares que los hace mantenerse con la adopción del manejo agroecológico, para aquellos que recibieron primero la capacitación fue un factor crucial para iniciar su transición agroecológica. En el caso del productor de agroecosistema Chinampa 1, este presentaba síntomas de dolor de cabeza identificado durante y después de la aplicación de pesticidas, por lo que, al recibir la capacitación, reconoció los efectos que este manejo podría provocarle a su propia salud, así como a la de su familia, principalmente a su esposa que es quien lavaba la ropa que usaba en las fumigaciones.

Adicionalmente a la conciencia de los efectos directos a la salud provocados por el uso de pesticidas, también hubo una conciencia por comer sano, producir y consumir alimentos libres de agroquímicos. Ya que como ellos explican, en los alimentos quedan restos de los agroquímicos incorporados al suelo o de manera foliar, siendo que éstos entran al cuerpo al consumirlos. De igual manera, estos contaminantes se quedan en el suelo que a su vez se pueden movilizar en el agua y contaminar así los cuerpos acuáticos. Ellos mencionan que, durante el inicio de la transición agroecológica, se lleva a cabo un proceso de desintoxicación del suelo.

Por otro lado, el desprendimiento del pensamiento y costumbres del manejo convencional representan una dificultad en el inicio de la transición agroecológica, para algunos en mayor o menor medida. Los productores mencionan que lo difícil está en la cuestión práctica y el tiempo dedicado en atención a los cultivos. Con el manejo convencional se dedica menos tiempo a los cultivos porque en un solo día se eliminan las plagas con la aplicación de uno o varios pesticidas y ya no representaba una preocupación, como un proceso correctivo, mientras que con el manejo agroecológico son varias aplicaciones de los preparados minerales para el control de plagas, de acuerdo con, las necesidades y el estado del cultivo. Es decir, se pasó de ver el control de plagas de una manera correctiva a una preventiva.

Otro factor que se fortalece durante la transición agroecológica está ligado al reconocimiento, recuperación y mantenimiento de prácticas ancestrales dentro del tema productivo. En este aspecto, todos los productores identificaron que el manejo actual dado en sus respectivos terrenos son prácticas que realizaban sus antepasados, ya sea padres y/o abuelos, o simplemente es una práctica milenaria como la chinampería. Los productores de montaña mencionan que después de la capacitación del manejo agroecológico reconocieron que algunas de esas prácticas las realizaban sus abuelos y ahora las retoman con un sustento científico. Este aspecto productivo-cultural conforma otro pilar en su transición agroecológica por mantener una cultura agrícola y evitar que esta se pierda con el desarrollo urbano. De esta manera, es un componente de su resistencia por mantener la actividad agrícola en la zona periurbana de la ciudad.

8.6.2 Fortalezas y debilidades familiares

En el tema familiar, para tres de los productores el apoyo familiar ha sido un impulso y fortaleza desde el inicio de sus respectivas transiciones agroecológicas. Sus familias estuvieron totalmente de acuerdo con la adopción del manejo agroecológico y apoyaron a los productores, aunque no en todos los casos los familiares participaban en el trabajo agrícola. En este sentido, para los productores de montaña sus familias trabajaban en la actividad agrícola y formaban parte de la mano de obra. En el caso específico del productor de Montaña 1 a toda la familia les parecía mejor trabajar manualmente, dado que tenían la mano de obra familiar disponible y dejar de comprar agroquímicos para ahorrarse dicho costo de producción. Mientras que el productor de Chinampa 1 no recibió ningún apoyo familiar durante su transición agroecológica, por lo tanto, la falta de éste representó una gran debilidad. El productor mencionó que la falta de apoyo se debió a que no estaban de acuerdo con producir diferente al manejo convencional, menos aún si no iban a tener las mismas ganancias en el corto plazo.

Como ya se mencionó anteriormente, la participación familiar es alta en los agroecosistemas de montaña y baja en los chinamperos. No obstante, esta participación puede representar una fortaleza para los productores de montaña dado que hay una mayor disponibilidad de mano de obra y se generan fuentes de empleo familiares. Cabe mencionar que en estos agroecosistemas también se transforman productos, por lo que entre los familiares se organizan para llevar a cabo las diferentes actividades de producción, transformación y comercialización de los productos

cultivados. Para los productores chinamperos, esto no representa ni una fortaleza ni una debilidad, dado que los trabajos los puede realizar una sola persona y sus hijos están pequeños.

8.6.3 Fortalezas y debilidades en el tema productivo

Pasando al tema productivo, como fortalezas se encuentra el recibir capacitación en manejo agroecológico. Los tres productores que decidieron hacer la transición agroecológica después de haber recibido la capacitación en manejo agroecológico o manejo orgánico (como algunos mencionaron), fue debido a la exposición de los efectos del uso de los agroquímicos en la salud humana y el medio ambiente, tal como se menciona previamente. Adicionalmente, dicha capacitación es una fuente de aprendizaje teórico-práctica de este nuevo tipo de manejo. Para el productor de Chinampa 2, la capacitación fue una fortaleza en menor grado, si bien le ayudó a conocer y practicar nuevas técnicas para la producción agroecológica, él considera que mucho del aprendizaje se realiza mediante prueba y error. No obstante, es importante para iniciar la transición agroecológica, más aún cuando es un tema completamente nuevo.

El acompañamiento técnico complementario a la capacitación es una fortaleza en el ámbito productivo, mayormente cuando se inicia la transición agroecológica. Los productores de Montaña 2, Montaña 1 y Chinampa 2 recibieron un acompañamiento técnico al menos durante los primeros 2 a 3 años. Mientras que el productor de Chinampa 1 no tuvo dicho acompañamiento técnico, el cual pudo evitarle problemas por plagas y bajos rendimientos, así como el desánimo por el manejo agroecológico.

Ligado al aspecto anterior se encuentran los rendimientos percibidos al inicio de la transición agroecológica. Para los productores de Chinampa 1, 2 y Montaña 2 que hicieron esta transición en el 100% de sus parcelas desde el inicio, obtuvieron bajos rendimientos en sus primeras cosechas. Esto representó una dificultad durante sus respectivos procesos de transición agroecológica, por una parte, la baja productividad implicaba la disminución en sus ingresos, por otra, causa un desanimo al ver que no están obteniendo los resultados esperados. No obstante, los productores mencionaron que estos bajos rendimientos se debieron en parte a que los suelos estaban en un proceso de desintoxicación. El productor de Montaña 2 mencionó: “... *los cultivos se estaban acostumbrando a otra forma de ser tratados, con el convencional se les daba todo listo (fertilizantes, pesticidas, etc.) mientras que con el agroecológico los suelos poco a poco irían agarrando fuerza*” (Víctor M. Rodríguez, 39 años, 14 de noviembre de 2020).

La apreciación de la calidad del suelo está relacionada con el aspecto de los rendimientos al inicio de la transición agroecológica y los rendimientos actuales. Tanto el productor de Chinampa 2, como los de Montaña 1 y 2 mencionaron haber visto un mejoramiento en la calidad de sus suelos. El primer productor mencionó que en un inicio no se daba casi nada, fue sino hasta después de haber agregado microorganismos activados y el abonado orgánico que comenzó a ver mejores rendimientos. Agregó que, en la actualidad ha encontrado varios micelios en el suelo cuando realiza la labranza manual y también ya no se ven sales en superficie. El productor de Montaña 1

mencionó haber obtenido un mejoramiento de pH, a partir de análisis de suelos realizados, así como un aumento en la cantidad de MO. Mientras que el productor de Montaña 2 percibió una mayor porosidad, el color de su suelo es más oscuro y se retiene una mayor humedad. Finalmente, el productor de Chinampa 1 no ha notado cambios significativos, sino que la calidad del suelo se ha mantenido.

La calidad del suelo está relacionada con los rendimientos actuales. Los productores mencionaron que después de un tiempo obtuvieron mejoras “... *se pueden obtener productos grandes y bonitos sin agroquímicos*” (Carlos G. Santana, 35 años, 20 de marzo de 2020). El productor de Chinampa 2 observó que los rendimientos mejoraron después de haber incorporado microorganismos activados al suelo, así como abonos orgánicos. Así mismo, el productor de Montaña 1 ha observado una mayor duración de la cosecha de calabaza del 50%, es decir, cosecha calabazas hasta por 4 meses. Similarmente, el productor de Montaña 2 percibe que hay una mayor retención de humedad en el suelo con los abonos orgánicos. En este mismo sentido, tanto el productor de Montaña 2 y Chinampa 1, quienes comercializaban completamente en la Central de Abastos, mencionaron que con el manejo agroecológico se produce menos, pero los productos tienen un valor agregado, con lo cual se compensa la diferencia.

Otra fortaleza importante es la infraestructura agrícola. Los invernaderos o micro túneles permiten tener una producción continua a lo largo del año, además de proteger a los cultivos de las heladas y granizadas (especialmente en los agroecosistemas de Tlalpan), mientras se mantienen condiciones de temperatura más cálidas para que los cultivos se desarrollen más rápido. Adicionalmente, para el caso del productor de Chinampa 2, el invernadero es una especie de burbuja protectora ante el uso de pesticidas utilizados por los productores vecinos. Para los productores de montaña que no tienen agua disponible para los cultivos en la temporada de secano, las ollas de captación de agua de lluvia es una infraestructura esencial para cultivar. La disponibilidad del agua es fundamental para producir cultivos durante todo el año, especialmente durante la época de estiaje.

En la zona chinampera de Xochimilco, aunque se tiene un humedal y es relativamente fácil el acceso al agua, una fortaleza es la disponibilidad de agua considerada de buena calidad. En este sentido, el productor de Chinampa 1 cuenta con un biofiltro construido en uno de los apantles de su chinampa, a partir del cual filtra el agua que utiliza para el riego de sus cultivos; mientras que en Chinampa 2 se usa un biofiltro natural en uno de sus canales, por lo que el productor considera que el agua que utiliza para el riego está limpia. No obstante, el nivel de agua no es el mismo a lo largo del sistema de canales de Xochimilco. El productor de Chinampa 2 identificó como debilidad la inestabilidad en los niveles de agua que llega a la zona chinampera y dónde se encuentra su chinampa. Una de las razones es que en el pueblo de Xochimilco se mantiene un nivel estable de agua para que las trajineras puedan navegar, a partir de unas compuertas de regulación. Adicionalmente, está la sobre extracción de agua del pozo de Xochimilco y la falta de mantenimiento de los canales que provoca que el agua no llegue al mismo nivel en todos los

canales, menos aun cuando la chinampa no se encuentra contigua a un canal principal. El problema no solamente es el no mantener un nivel estable, sino que no llega agua a los canales.

Cuadro 11. Fortalezas (gris claro) y dificultades (gris oscuro) personales, familiares y productivas identificadas que han experimentado los productores durante su transición agroecológica. Los asteriscos representan el grado de importancia, siendo uno el grado más bajo y tres el grado más alto. Elaboración propia.

TEMA	FACTOR	Chinampa	Chinampa	Montaña	Montaña
		1	2	1	2
Personal	Desprendimiento del pensamiento y costumbres del manejo convencional	***	*	*	***
	Conciencia por cultivar sin agroquímicos	***	***	***	***
	Mantener la actividad agrícola	*	***	***	***
Familiar	Apoyo familiar al inicio de la transición agroecológica	***	**	***	***
	Conciencia familiar por consumir alimentos libres de agroquímicos	**	***	***	***
	Participación familiar	-	-	***	***
Productivo	Recuperación y mantenimiento de prácticas ancestrales	***	***	***	***
	Recibir capacitación teórico-práctica	***	**	***	***
	Acompañamiento técnico en manejo agroecológico	***	**	***	***
	Rendimientos al inicio de la transición agroecológica	***	**	**	***
	Diversidad de cultivos	***	*	**	***
	Elección de los cultivos producidos	**	**	*	***
	Uso de insumos locales	***	***	*	***
	Mejoramiento de la calidad del suelo con el manejo agroecológico	*	***	***	***
	Contar con infraestructura agrícola	***	***	***	***
	Producción de riego	***	***	*	***
	Disponibilidad de agua para riego	***	**	**	**
	Cambio en las condiciones meteorológicas	**	**	***	**
	Espacio disponible para agricultura	*	***	***	***
	Disponibilidad de mano de obra contratada	**	*	**	***

Para los productores de montaña estudiados, la altitud a la que se encuentran sus parcelas hace que al final del verano puedan producir con la humedad acumulada en las noches y por la mañana con el rocío. No obstante, para el productor de Montaña 1 esto sólo puede hacerse cuando se siembra anticipadamente (marzo-abril) y se tiene la oportunidad de tener dos cultivos al año, antes de que comiencen las heladas. Por otro lado, el productor de Montaña 2 mencionó que la cercanía del bosque con sus parcelas crea un microclima en invierno, dónde se pueden mantener las condiciones de humedad necesarias para producir hortalizas como lechugas, sólo con el rocío de la noche.

Cuadro 12. Fortalezas (gris claro) y dificultades (gris oscuro) socioeconómicas mencionadas por los productores durante su transición agroecológica. Los asteriscos representan el grado de importancia, siendo uno el grado más bajo y tres el grado más alto, los guiones indican que el factor no fue considerado ni como fortaleza ni como debilidad. Elaboración propia.

TEMA	FACTOR	Chinampa		Montaña	
		1	2	1	2
Económico	Actividad económica familiar complementaria	**	**	***	***
	Precios de los cultivos con valor agregado	***	**	**	***
	Costos de producción	**	***	**	*
	Rentabilidad actual	**	***	**	***
	Acceso a subsidios	*	*	**	*
	Adquisición y mantenimiento de infraestructura agrícola	*	**	**	**
Comercial	Ventas al inicio de la transición agroecológica	**	**	**	**
	Colaboración con una Red Alimentaria Alternativa	***	**	***	***
	Producción de cultivos gourmet	*	-	**	-
	Diversidad de puntos de venta en la CdMx	*	*	**	***
	Mercado seguro al inicio de la transición agroecológica	***	***	***	***
	Puntos de venta disponibles en la CdMx para productores agroecológicos	***	***	***	**
Institucional	Colaboración con instituciones académicas	**	*	***	**
	Acceso a subsidios y apoyos agrícolas	***	***	**	***
	Recepción de apoyos y subsidios	-	-	**	**
	Publicidad de los productores agroecológicos y sus productos	*	**	***	***
Social	Colaboración con organizaciones sociales	**	*	**	***
	Colaboración con otros productores agroecológicos	*	*	-	***
	Interés de consumidores locales por consumir alimentos agroecológicos	*	*	**	**
	Contacto directo con los consumidores	***	***	***	***
	Visitas de confianza de consumidores	-	*	*	***
	Apoyo de los vecinos productores	-	**	***	**
	Abandono de la actividad agrícola aledaña	*	***	***	***
	Desinterés de los jóvenes por el trabajo agrícola	-	-	**	**
	Expansión de la zona urbana	**	*	***	***

Por las razones anteriores, el cambio en las condiciones meteorológicas representa una dificultad externa a los agroecosistemas estudiados. Dentro de las variabilidades climáticas están: la precipitación y la temperatura; la primera determina la cantidad de agua para los cultivos, la segunda, determina la humedad del suelo y el desarrollo de los cultivos. De esta manera, las ollas de captación de agua de lluvia son de vital importancia para los productores de Montaña 1 y 2, mientras que los biofiltros son importantes para los productores chinamperos de Chinampa 1 y 2. La malla sombra, los invernaderos, microtúneles y los acolchados protegen a los cultivos de la radiación para así mantener la humedad del suelo. Los productores de Tlalpan mencionan que la

cantidad de agua que pueden recolectar en sus ollas de captación no les es suficiente para la producción que tienen, lo cual se vuelve una dificultad adicional. Las granizadas muy fuertes no solo dañan los cultivos, sino que también llegan a dañar los plásticos de los invernaderos, implicando un gasto adicional para el mantenimiento de este tipo de infraestructura.

Con respecto a los insumos utilizados bajo el manejo agroecológico al 2020, los productores de Chinampa 1, Chinampa 2 y Montaña 2 mencionaron que tienen menores costos de producción en comparación con el manejo convencional (previo a la transición agroecológica), con reducciones percibidas de entre 25% a 30%. Los otros dos productores no cuantifican esta reducción de gastos, sin embargo, consideran que los costos de producción ahora son mínimos, dado que los preparados los hacen ellos mismos y casi no compran nada porque usan recursos locales de fácil acceso. Por otro lado, los productores de este estudio mencionaron que la mayor parte de estos gastos de producción son por la mano de obra.

La diversidad de cultivos en el agroecosistema representa una fortaleza del sistema en dos sentidos: i) los policultivos tienen beneficios ecológicos ya que se reduce la competencia entre especies, y el sistema es menos vulnerable a la incidencia de plagas y enfermedades; ii) una mayor diversidad aumenta la oferta de alimentos disponible para el mercado, por lo que sus clientes pueden comprarles más de un producto. En este sentido, también se es menos vulnerable económicamente, ya que dependiendo de la temporada puede ser que algunos cultivos se vendan a un precio más bajo, mientras que simultáneamente algunos otros podrían venderse a un mayor precio, compensando la diferencia.

No obstante, se identificó que la elección de los cultivos producidos puede representar una debilidad si es que estos no son elegidos por el productor. En el caso del productor de Chinampa 1, los cultivos que produce son los que la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” decide que va a producir para luego comercializarlos. Similarmente ocurre con el productor de Montaña 1 que inicialmente producía con las semillas que Yolcan le daba, pero más tarde se decidió por otros cultivos. No obstante, Yolcan le compra sólo los productos que dicha organización le solicita.

8.6.4 Fortalezas y debilidades económicas y comerciales

En el aspecto económico y comercial los productores estudiados mencionaron que, una fortaleza del manejo agroecológico es la comercialización a partir de una Red Alimentaria Alternativa, la cual favorece una venta a precio más justo para el productor. Es decir, los productos se venden con un valor agregado por ser producidos agroecológicamente y estos precios son respetados por los consumidores.

En el tema comercial una gran fortaleza es tener un punto de venta o mercado seguro y estable donde se puedan vender los productos con un valor agregado. Para los productores de Chinampa

1 y Montaña 1 este mercado fue la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan”, mientras que para el productor de Montaña 2 este mercado fue en un principio The Green Corner y Aires de Campo (2003-2006) y posteriormente Foro Tianguis Ecológico Alternativo de la Cd.Mx., el Mercado Alternativo de Tlalpan, Bosque de Agua y Capital Verde; finalmente para el productor de Chinampa 2 lo fue el Mercado de las cosas verdes “Tianguiskilitl” y las ventas directas al cliente. Este aspecto del mercado estable en los tres primeros casos ha sido fundamental para iniciar la transición agroecológica y mantenerse con este tipo de manejo, así mismo, también es importante para mantener una venta estable que haga rentable la producción.

Por otro lado, la adquisición y el mantenimiento de la infraestructura en los agroecosistemas representa un costo en la producción, por lo que, puede ser vista como un debilidad u obstáculo, mayormente para aquellos que no recibieron ningún subsidio o apoyo para la adquisición de dicha infraestructura como Chinampa 1 y 2, y Montaña 2.

8.6.5 Fortalezas y debilidades Institucionales

Dentro del ámbito institucional, el acceso a apoyos agroecológicos es muy importante. Por un lado, para el caso del productor de Montaña 2, fue a partir de una Institución gubernamental de la Cd. Mx., que se le hizo la invitación a la adopción del manejo agroecológico, como parte de un proyecto estatal. Esta invitación comprendía la capacitación en dicho manejo, asesoramiento técnico, la certificación internacional de producción orgánica así como puntos de venta para los productores agroecológicos del entonces D.F. (Olivares, 2005). Todo este proyecto circular desde la capacitación hasta la comercialización fue un incentivo importante para iniciar este proceso de transición agroecológica, tal como se explicó anteriormente. Para el caso del productor de Montaña 1 el apoyo institucional por parte de SAGARPA, SEDEREC, CORENA y la Alcaldía de Tlalpan han sido muy importantes para innovar su agroecosistema, ya sea por capacitación técnica o subsidios agrícolas y pecuarios.

Similarmente, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal financió al productor de Chinampa 2, una estancia de capacitación en agricultura urbana agroecológica en la Habana, Cuba. Si bien, este tipo de agricultura era diferente a la que se realiza en la zona chinampera, le dio otra idea de la agroecología como proyecto colectivo urbano. Fue a partir de esta visita a Cuba que el productor les propuso a sus compañeros de Chinampayolo abrir un punto de venta en Xochimilco para los alimentos que estaban produciendo, el cual se llamó Tianguiskilitl.

Por otro lado, para el caso de los productores chinamperos, el apoyo institucional ha sido por instituciones académicas. Para el productor de Chinampa 1 el apoyo fue un biofiltro de agua en uno de sus canales, así como conocimiento para reducir la salinidad del suelo a partir de un proyecto del CINVESTAV y el IPN. El productor de Chinampa 2 tuvo apoyo de la UAM-Xochimilco para el acceso a capacitación con el Dr. Sebastián Pinheiro, el cual les enseñó a realizar cromatografías de suelos. Así mismo, como se menciona anteriormente, la apertura del punto de venta conocido como Tinguiskilitl o Mercado de las cosas verdes, en su inició se permitió estar

dentro de las instalaciones del Instituto de Biología de la UNAM, en Xochimilco, aunque esta ubicación fuera solo por un periodo corto de tiempo.

8.6.6 Fortalezas y debilidades sociales

En el ámbito social, la colaboración con organizaciones sociales como las Redes Alimentarias Alternativas fortalecen los procesos de transición agroecológica. Los productores que colaboran con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan”, tienen la seguridad de un medio de comercialización semanal donde sus productos tienen un valor agregado, de igual manera hay un acceso a capacitaciones y asesoría en materia de producción orgánica. Simultáneamente como colaboración con esta pequeña organización además del mercado se tiene acceso a colaboraciones con instituciones académicas como el caso del CINVESTAV previamente mencionado. Finalmente, para los colaboradores de Xochimilco, se tiene un apoyo de mano de obra a partir de tequios mensuales entre estos productores colaboradores.

No obstante, la producción de cultivos gourmet tanto en el tema productivo como comercial puede ser vistos como una debilidad si estos no son vendidos en los nichos de mercado establecido, por decirlo de algún modo. Los productores de Chinampa 1 y Montaña 1 que producen o en algún momento produjeron productos gourmet para ser comercializados a partir de Yolcan, presentaron problemas para venderlos por otra vía de comercio. Por ejemplo, el productor de Montaña 1 difícilmente vendió zanahorias moradas en el mercado local de San Miguel Xicalco, porque la gente no las conocía.

Para el productor de Chinampa 2 la Red Alimentaria Alternativa de colaboración es el Tianguiskilitl, creado a partir de la organización Chinampayolo, de la que es fundador después de iniciada su transición agroecológica. La relación entre miembros de Chinampayolo facilitaba la capacitación y resolución de problemas productivos entre chinamperos, teniendo una cierta unión y apoyo colectivo entre productores. De esta manera se facilita la comunicación y difusión para cursos en temas de manejo agroecológico, así como los apoyos obtenidos a partir de esta organización. Finalmente, el productor de Montaña 2 en sus colaboraciones con el Mercado Alternativo de Tlalpan y el Foro Tianguis Ecológico de la Ciudad de México tiene un punto de venta semanal, entre otros beneficios.

La comercialización directa con los consumidores es considerada otra fortaleza, en tanto que promueve el mantenimiento de la producción agroecológica. Los productores mencionan que cuando se interactúa directamente con los consumidores, estos los motivan a seguir como productores al reconocer y valorar su trabajo agrícola. Tal como menciona uno de ellos: “...motiva cuando el consumidor reconoce tu trabajo agrícola, te hace sentir bien y que tu trabajo vale la pena” (Carlos G. Santana, 35 años, 20 de marzo de 2020).

La relación entre consumidores y productores fortalecen la actividad agrícola y generan relaciones de confianza, en Chinampa 2 sus consumidores de jitomate le hacen saber su preferencia de compra debido al sabor del jitomate. Así mismo, en Montaña 2 y por medio del

Mercado Alternativo de Tlalpan se organizan visitas de los consumidores a las parcelas de este productor, con lo cual se genera una especie de certificación participativa y de confianza, que promueve que el productor mantenga el manejo agroecológico y los consumidores comprueban las buenas prácticas con las que se cultivan sus alimentos.

La colaboración entre productores agroecológicos es una fortaleza en cuanto a la formación de una colectividad que sigue los mismos principios y en temas comerciales se amplía y diversifica la producción ofertada a los consumidores. Para el productor de Chinampa 1 esta colaboración es en tequios y apoyo en el manejo; mientras que para el de Chinampa 2 es más sobre formar una comunidad que mantenga la actividad chinampera en la zona para que no desaparezca. Finalmente, para el productor de Montaña 2 representa tanto el apoyo en enseñanza de procesos productivos como la elaboración de conservas, así como alianzas entre compañeros para que aquellos que producen solo uno o dos productos los puedan comercializar a partir de los puntos de venta y mercado establecido que tiene con su organización Del Campo Ololique; convirtiéndose en un enlace y único intermediario entre sus compañeros productivos y los consumidores.

En contraposición con el apartado anterior, el apoyo de los productores vecinos representa una dificultad debido a la ausencia de dicho apoyo y las envidias. Los productores de Chinampa 2, Montaña 1 y 2 tienen vecinos productores que mantienen un manejo convencional, por lo cual, lejos de ser un apoyo representan una dificultad en tanto que desanimaron a estos productores durante el inicio de su transición agroecológica. Algunos productores mencionaron que sus vecinos son escépticos a que el manejo agroecológico les funcione, así como cuando innovan con algún cultivo en la zona de principio no creen ni aprueban que se vaya a obtener rendimientos, tal como les pasó a los productores de Montaña 1 y 2 con el cultivo de jitomate.

Por otro lado, el abandono de la actividad agrícola en la zona representa una dificultad para los productores, aunque este factor se encuentre externo a sus sistemas. Dicho abandono se ve relacionado con la expansión de la mancha urbana que a su vez genera un fraccionamiento de las parcelas agrícolas y con ello la disminución del área cultivable. Para la familia del productor de Montaña 1 que se dedica al trabajo como jornal y a la renta de parcelas agrícolas representa la pérdida de empleo. Otro factor relacionado es la disminución de la mano de obra, así como el desinterés de los jóvenes por el trabajo agrícola, más aún cuando en el manejo agroecológico se realiza en mayor medida trabajo manual como la labranza y el desyerbe. Adicionalmente, la inseguridad y robo de cosechas representa otra dificultad para los productores, especialmente para los de montaña que tienen parcelas lejos de sus casas.

En las parcelas cercanas a zonas habitacionales se tienen problemas de basura y de daños en los cultivos por los perros y gatos, especialmente en los agroecosistemas de montaña. En Xochimilco por otro lado, el abandono de la actividad chinampera repercute en la falta de mantenimiento de los canales, con lo cual el agua deja de fluir dejando sin agua a varias chinampas. En cuanto a la expansión urbana, esto genera problemas de contaminación en los canales debido a las descargas

domésticas directas a la red de canales. El productor de Chinampa 2 tristemente considera que a las chinampas tradicionales les queda muy poco tiempo antes de desaparecer.

8.7. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de los agroecosistemas periurbanos estudiados en transición agroecológica

A continuación, se muestran de manera general las fortalezas y debilidades identificadas en los agroecosistemas periurbanos estudiados (Cuadro 13), así como las amenazas que afectan la transición agroecológica de los mismos, y las oportunidades que los productores identificaron que se pueden generar como cambios benéficos para promover la transición agroecológica a otros agroecosistemas periurbanos de esta ciudad (Cuadro 14).

Dentro de las debilidades al inicio de la transición agroecológica se destaca: la falta de mercados para productores agroecológicos, la falta de acompañamiento técnico, los bajos rendimientos, así como una venta inestable en un inicio.

Por otro lado, como las fortalezas que más destacan se encuentra la recuperación y conservación de prácticas ancestrales, la conciencia por producir alimentos sin agroquímicos que cuidan la salud humana y el medio ambiente; bajos costos de la producción mediante el uso de insumos locales y la generación de empleo familiar y local.

En cuanto a las amenazas identificadas se encuentra la falta de mercados para productos agroecológicos en la Cd. Mx., así como, la mano de obra escasa y costosa, la expansión de la zona urbana y abandono de la actividad agrícola y chinampera que provoca la disminución del área de cultivo, y el desinterés de los jóvenes por el trabajo agrícola. En el ámbito ambiental, el cambio en los patrones meteorológicos es una gran amenaza especialmente la baja precipitación, las altas temperaturas y las bajas temperaturas en invierno.

Finalmente, como oportunidades identificadas está la creación de más espacios de venta para productores agroecológicos en la Cd. Mx. con ventas semanales, la creación de escuelas campesinas y una red de productores agroecológicos para compartir experiencias campesino a campesino con parcelas demostrativas. Así mismo, la promoción del trabajo de colaboración entre las instituciones académicas y los productores agroecológicos de la Cd. Mx. permitiría que los productores conozcan el estado de sus agroecosistemas y poder hacer adaptaciones, mientras que académicamente se registra la importancia de estos agroecosistemas. Simultáneamente se puede realizar Investigación Acción Participativa en dónde los productores y campesinos puedan responder a problemas identificados en sus agroecosistemas o a sus necesidades, favoreciendo lazos de identificación con estos sistemas, así como su participación.

De igual manera se podrían realizar cursos de transformación de alimentos como conservas, postres, entre otros productos, para ampliar la diversidad de productos a ofrecer, reduciendo así la vulnerabilidad económica de los productores. Vinculado a esto está la creación de marcas para establecer precios de garantía para los productos agroecológicos comercializados localmente y en toda la ciudad y hasta en la zona metropolitana.

Cuadro 13. Debilidades y fortalezas identificadas en los agroecosistemas periurbanos de la Cd. Mx durante su transición agroecológica. Elaboración propia.

ANÁLISIS INTERNO	
Debilidades	Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para desprenderse del pensamiento y las costumbres del MC • Falta de apoyo familiar al inicio de la TA • Falta de acompañamiento técnico durante el inicio de la TA • Bajos rendimientos al inicio de la TA • Venta inestable al inicio de la TA • Requerimiento de una mayor atención a los cultivos • Cultivo de productos gourmet • Altos costos de producción con productos de la industria orgánica • Altos costos para la adquisición y mantenimiento de infraestructura agrícola para producir todo el año • Falta de tiempo para la solicitud de apoyos institucionales • Falta de mercados para productores agroecológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia por producir alimentos sin agroquímicos mientras se cuida la salud familiar y el medioambiente • Recuperación y conservación de prácticas ancestrales • Facilidad de entendimiento de prácticas agroecológicas • Generación de empleo • Bajos costos de producción • Uso de insumos locales y de fácil acceso • Obtención de buenos rendimientos • Comercialización de alimentos con valor agregado • Con invernaderos y ollas de captación de agua se puede producir todo el año • Elaboración y comercialización de productos transformados • Generación de conocimiento en prácticas agroecológicas • Asociación entre productores para una comercialización más diversificada • Colaboración con RAA • Acceso a apoyos y subsidios en materia de agroecología • Mejoramiento de la calidad del suelo

Cuadro 14. Amenazas y Oportunidades identificadas en los agroecosistemas periurbanos de la Cd. Mx. durante su transición agroecológica. Elaboración propia.

ANÁLISIS EXTERNO	
Amenazas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de mercados para productos agroecológicos en la Cd. Mx. • Falta de consumo local de productos agroecológicos • Falta de promoción institucional hacia los productores agroecológicos de la Cd. Mx. y el consumo de sus productos • Bajos precios del maíz • Expansión de la zona urbana; contaminación por descargas domésticas directas al canal de Xochimilco • Disminución del área de cultivo en Tlalpan y Xochimilco • Abandono de la actividad agrícola y chinampera, con ello la falta de mantenimiento de los canales en Xochimilco • Desinterés de los jóvenes por el trabajo agrícola • Mano de obra escasa y costosa • Cambios en los patrones meteorológicos (atraso de lluvias, poca precipitación anual, altas temperaturas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear más espacios de venta para productores agroecológicos de la Cd. Mx. con ventas mínimo cada semana. • Crear escuelas campesinas sobre manejo agroecológico con parcelas demostrativas. • Creación de una red de productores agroecológicos • Promover el trabajo de colaboración entre las instituciones académicas y los productores de la Cd. Mx. • Incentivar a los jóvenes para que trabajen el campo a partir del uso de nuevas tecnologías • Cursos de transformación de alimentos como conservas, postres, entre otras. • Publicidad a los agricultores y los productos agroecológicos producidos en la Cd. Mx.; y fomentar el consumo local • Entregas de apoyos de acuerdo con el ciclo productivo de temporal • Incentivos para que los productores durante su TA • Creación de marcas para obtener precios de garantía

9. Discusión

9.1. Factores de manejo en la transición agroecológica

A partir de los diagramas de flujo de los agroecosistemas estudiados durante su transición agroecológica, se pudo observar una mayor complejidad de estos sistemas con manejo agroecológico. Si bien, la chinampería tradicional implica prácticas agrícolas sustentables, estas pueden quedar de lado cuando se mezcla con los principios de los sistemas agrícolas convencionales y se utilizan pesticidas para el manejo de plagas, lo que conlleva a la degradación de los suelos chinamperos y del agua en los canales (Merlín-Uribe et al., 2012). Mientras que, con un manejo agroecológico no solo se evita la degradación en suelos y en el ambiente en general, sino también se promueven y mantienen las funciones de los ecosistemas chinamperos. El manejo de lodos para la siembra en chapín y al uso de lirio acuático y zacatule como abonos orgánicos. Merlín et al. (2012) reportó que con el manejo chinampero hay una conservación de los canales de 92 ± 41.9 m/ha.

En este estudio se pudo constatar que tal como la agroecología promueve con sus prácticas, hay principios generales más no recetas. En este sentido, cada productor ha buscado a su manera aumentar las interacciones y sinergias benéficas para para sus respectivos agroecosistemas, la disponibilidad de recursos próximos y un toque de experimentación a partir de conocer sus terrenos y la dinámica ambiental (Rosset & Altieri, 2018; Marasas et al., 2015; Altieri, Nicholls, et al., 1999a).

Así mismo, cada productor estudiado ha tratado por aprovechar el recurso hídrico de la manera más eficiente, así como disminuir la pérdida de este, ya sea a partir del uso de infraestructura como los invernaderos, microtúneles, maya sombra o acolchados (naturales como pasto o plásticos). No obstante, estas infraestructuras y materiales conllevan un costo que en la mayoría de los casos fue solventado por los productores, aunque el ingenio puede conseguir que se usen acolchados naturales como pasto que además de cumplir con esta función también es un aporte de materia orgánica. Por consiguiente, los apoyos agrícolas podrían contribuir a financiar este tipo de materiales e infraestructura, sin caer en un modelo de conversión a los cultivos sólo en invernaderos (Merlín et al., 2013).

El tema de los abonos orgánicos resulta relevante a discutir dado el acceso a estos en ambientes periurbanos o suburbanos. Por ejemplo, la dificultad para acceder a toneladas de estiércol de animal puede representar un obstáculo para algunos productores que intentarán realizar una transición agroecológica (Rosset & Altieri, 2018). No obstante, la creación de redes entre productores agroecológicos, ganaderos, ranchos ecuestres e incluso los residuos vegetales de las podas en las alcaldías podrían servir como proveedores conectados para la distribución de estos estiércoles o insumos para la elaboración de abonos orgánicos. De esta manera, la disponibilidad de abonos orgánicos sería mayor y en lugar de ser un obstáculo podría ser un incentivo, pensando

en el escalamiento de la agroecología (Holt-Giménez, 2001); así como una estrategia de mitigación al Cambio Climático a partir del secuestro de carbono en el suelo.

Los agroecosistemas como sistemas mantienen constantes interacciones entre sus componentes, por lo cual, éstas no deben de perderse de vista en los agroecosistemas chinamperos especialmente el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) de la zona chinampera en Xochimilco ha sido reportado como un potencial fitorremediador de metales pesados en el agua, como Cd, Cu, Ni, Zn, Pb, V, Sr, As, especialmente para Cr y Mn (Carrión et al., 2012); así como para pesticidas organoclorados y organofosforados (Mercado et al., 2015). Por lo que, su uso como aporte de materia orgánica al suelo de la chinampa, podría estar contribuyendo a la contaminación entre las matrices del agroecosistema, del agua al suelo. De esta manera, resulta importante realizar mediciones sobre la movilidad de estos metales en el agroecosistema y los cultivos producidos, para determinar si existe una contaminación o un riesgo a la salud, debido a la traslocación de los metales en las plantas de cultivo.

9.2. Calidad del suelo

El agroecosistema de Montaña 2 tuvo el valor más alto en el índice de calidad de suelo, lo cual puede estar asociado a que lleva 20 años de transición agroecológica con una incorporación continua de MO, motivo que podría explicar un pH con valores cercanos a la neutralidad. Mientras que Montaña 1 obtuvo el valor más bajo de los 4 agroecosistemas. Cuya vulnerabilidad reside en el contenido de nutrientes.

Similarmente, el agroecosistema Chinampa 1 obtuvo el segundo valor más alto en total de los cuatro agroecosistemas, y el más alto dentro de los agroecosistemas chinamperos, mientras que Chinampa 2 obtuvo el tercer valor general más alto y el segundo de los agroecosistemas chinamperos. Si bien, los suelos chinamperos son ricos en MO y nutrientes por sus características biofísicas, su vulnerabilidad radica en la concentración de sales y la concentración de sodio.

En general, los agroecosistemas estudiados presentan valores medios y altos de materia orgánica en el suelo, lo cual resulta de suma importancia como una estrategia de adaptación al cambio climático. Un alto contenido de materia orgánica implica una mayor retención de humedad en el suelo, que, ante el escenario del aumento de temperatura en el ambiente, los suelos podrán retener humedad para los cultivos, reduciendo de esta manera su vulnerabilidad productiva y económica, mientras se mantiene el abastecimiento de alimentos para la Cd. Mx. (Cotler et al., 2016; FAO, 2017)

El uso de distintos abonos orgánicos, entre ellos los residuos de las cosechas, resulta importante en el suelo para la provisión de diferentes tipos de nutrientes al suelo, teniendo en cuenta que una mayor diversidad de plantas aporta mayor diversidad de nutrientes al suelo. De esta manera, se beneficia a los organismos del suelo que se alimentan de dicha materia orgánica generada, promoviendo la biomasa de dichos organismos, y los procesos que la actividad biológica conlleva, como los ciclos biogeoquímicos y el mejoramiento de la estructura del suelo. Es así como, un estudio de la actividad microbiana en los suelos resultaría importante para comprobar si hay

diferencias en los agroecosistemas con mayor diversidad de abonos orgánicos, lo cual es importante para la disponibilidad de nutrientes y control biológico de plagas y enfermedades.

Tanto la textura como el alto contenido de MO son propiedades claves para la función de regulación en el suelo, en tanto que los productores mencionaron no tener problemas por salinidad visibles en superficie ni en las cosechas. Así mismo, el uso de invernaderos y malla sombra reducen la evapotranspiración del suelo con lo que se evita la aparición de costras de sal en la superficie, sin embargo, no realizaron mediciones al respecto. No obstante, la calidad del agua no fue evaluada en este proyecto, pero valdría la pena realizar un estudio con respecto a la efectividad de los biofiltros y la calidad del agua que sale de estos.

En la Cd.Mx. INEGI (2019) reportó que el 2.05% de las unidades de producción agrícola en la entidad, realiza análisis de suelos. Estos análisis resultan importantes para que los productores conozcan el estado en el que se encuentran sus agroecosistemas y a partir de ello realizar las modificaciones correspondientes en el manejo. Así mismo, sirven como ratificación de información que puede fortalecer el arraigo del manejo agroecológico por su efectividad (Lucio, 2018), por lo que la entrega de los resultados resulta importante. De lo contrario, los productores pueden estar trabajando con convicción, pero no con la certeza que se requiere, lo cual puede representar una desventaja en la transición agroecología que implica el desgaste de energía, esfuerzo y dinero que no se ve reflejado en mejoramiento de la calidad del suelo.

La promoción y aumento del manejo agroecológico en el Suelo de Conservación traería beneficios en términos de calidad de suelo y funciones ecosistémicas. Esto debido a que suelos con buena calidad de suelo permiten las funciones ecosistémicas en los suelos, con ello una multifuncionalidad de los agroecosistemas, tales como la infiltración de agua, la regulación del clima, el secuestro de carbono, entre otras (Cotler et al., 2016; Cotler & Lazos, 2020; Pascual et al., 2015). Por lo cual, estudios que evalúen las funciones ecosistémicas resultan importantes para visibilizar la importancia de los agroecosistemas agroecológicos periurbanos en una Ciudad con muchas presiones ambientales como la provisión del agua, las inundaciones, la pérdida de cobertura vegetal y las altas temperatura, por mencionar algunas (SEDEMA, n.d.).

9.3. Factores personales y culturales en la transición agroecológica

Los productores jóvenes como los de Chinampa 1, Montaña 1 y Montaña 2 en la Cd. Mx. son minoría, correspondiendo con el 9% del total de los productores en dicha entidad, mientras que el productor de Chinampa 2 está dentro del 37% (INEGI, 2019). Se ha visto que productores jóvenes son los más probables a cambiar su tipo de manejo, ya que están tan arraigados a las prácticas tradicionales (Carlisle, 2016).

En cuanto a factores de tipo personal, recibir capacitación sobre manejo agroecológico resulta un factor muy importante en cuanto al cambio consciente de los efectos de los pesticidas en la salud humana, tanto de los productores como de sus familiares directos; así mismo, se visibilizan los

efectos negativos en sus respectivos terrenos de cultivo. Otros trabajos muestran que la capacitación es un medio para crear conciencia sobre la salud humana y la degradación de los suelos, motivando a los agricultores a invertir en medidas de conservación de suelo y agroecológicas (de Graaff et al., 2008; Lucio, 2018; Teshome et al., 2015; Traoré et al., 1998).

De igual manera hubo un cambio en la perspectiva de la actividad agrícola, ya sea chinampera o de montaña. Se pasó de concebir estos espacios agrícolas como meramente productivista a una visión más integral de funciones y servicios ecosistémicos, que involucra la provisión de alimentos sanos, la filtración y regulación del agua, hábitat de los organismos, la importancia cultural, etc. En este sentido, durante la transición agroecológica no solo se adopta y adaptan una serie de principios ecológicos, sino que también se adopta una ideología y una nueva representación social de la agricultura campesina, denominada por los productores de diferentes maneras como chinampería tradicional y agricultura de buenas prácticas.

9.3.1. Manejo agroecológico y manejo orgánico

Las interpretaciones entre el manejo tradicional, orgánico y agroecológico traen consigo ideologías de por medio que conducen la transición agroecológica. El término agroecológico incluye lo tradicional y lo orgánico, sin embargo, lo orgánico no siempre forma parte de lo agroecológico (La Vía Campesina, 2012). Los dos productores de montaña y el de Chinampa 1 varias veces se refirieron al manejo orgánico como el manejo que realizan, aunque este también sea agroecológico.

La agricultura orgánica, si bien implica una producción sin agrotóxicos como pesticidas y abonos sintéticos y con ello cierto cuidado de la salud y el ambiente, está ligado a la lógica capitalista de la economía verde, en la que también se ha desarrollado un sistema normativo de certificación de productos y cultivos (INDAP & FAO, 2018). Este tipo de agricultura por un lado reduce el uso de insumos agrotóxicos pero sigue manteniendo una dependencia de insumos externos para los agricultores con productos “orgánicos” o “biológicos” para este tipo de agricultura que mantiene elevados costos de producción (INDAP & FAO, 2018; La Vía Campesina, 2012).

En este sentido, los productores de montaña son los que han realizado la sustitución de insumos con productos “biológicos”. Uno de ellos utiliza trampas de feromonas para el control del gusano cogollero, mientras que otro ha utilizado hormonas de crecimiento para acelerar el crecimiento especialmente en cultivos de ciclos largos como el jitomate y pepino. El uso de trampas de feromonas y su constante monitoreo implica un mayor tiempo dedicado a estas estrategias de control biológico, a través del pago de mano de obra encargada, incrementando los costos de producción percibido de hasta 50% mayor que con el manejo convencional.

La agroecología como agricultura sustentable busca reducir la dependencia de los productores a insumos externos. En los agroecosistemas de montaña, si bien podrían estar reduciendo su

dependencia de insumos sintéticos como pesticidas y abonos, podrían estar siendo dependientes de otros insumos externos de manera consciente o inconsciente, aunque estos sean insumos “biológicos”.

El productor de Montaña 2 comenzó su transición agroecológica con un enfoque de agricultura orgánica, donde obtuvo una certificación internacional de producción orgánica por OCIA International. Dicha certificación abre puertas a mercados orgánicos internacionales de gran escala como Japón, sin embargo, se generó una discrepancia dado que el modelo agrícola promovido era de pequeña escala y no podían satisfacer las demandas del mercado internacional, pero sí otras como The Green Corner y Aires de Campo. Retomando la lógica de la agricultura orgánica, la venta de estos productos no fomenta la producción, comercialización y transformación local, sino que sigue la misma dinámica de comercialización desvinculada entre productores y consumidores. Económicamente pudo haber sido rentable la exportación de alimentos a Japón, pero esto no fomenta los lazos entre productores y consumidores, además de que implica un elevado costo energético de transporte. Resulta importante cuestionar ¿A quién va dirigida la producción agroecológica que promueve el gobierno de la Cd.Mx? ¿Cuáles son los mercados a los que se busca comercializar?, en una ciudad tan poblada como la Cd. Mx., ¿debería promoverse la exportación de alimentos o la producción de alimentos para la misma ciudad?

Las certificaciones de producción orgánica forman parte de un sistema de normas de la lógica del mercado orgánico y la economía verde (INDAP & FAO, 2018); son costosas y tienen vigencias cortas de 1 o 2 años, por lo que se tienen que renovar frecuentemente. No obstante, los mercados a los que se pueden acceder son pocos, además de que compran poco a los productores y les pagan mensualmente, por lo que muchas veces no son rentables para los pequeños productores; tal como le ocurrió al productor de Montaña 2.

En cuanto a la independencia que busca la agroecología, las certificaciones orgánicas mantienen la dependencia a ciertas instituciones certificadoras y mercados orgánicos, aumentando los costos para la producción y con mercados limitados. Mientras que, la certificación participativa podría ser la alternativa a algún tipo de certificación de la producción agroecológica, la cual está basada más en la confianza y las relaciones de proximidad entre productores y consumidores, además de ser casi gratuita (INDAP & FAO, 2018; López, 2015).

A nivel nacional, la agricultura agroecológica no se encuentra explícitamente como un tipo de agricultura en la Encuesta Nacional Agropecuaria (INEGI,2019), sin embargo, como tecnologías agrícolas se encuentran varias prácticas que pueden ser agroecológicas y orgánicas como: uso de semilla criolla, uso de abonos naturales, uso de coa o azadón, rotación de cultivos, uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas orgánicos, control biológico de plagas y realización de labranza de conservación de suelos. No obstante, la certificación en buenas prácticas agrícolas correspondió al 2.5% del total de las unidades de producción agrícolas de la entidad, mientras que la agricultura orgánica certificada fue del 0.03%. Siendo la producción de nopales el cultivo orgánico predominante en la Cd. Mx.

9.4. Factores económicos y comerciales

A excepción del productor de Chinampa 2, los otros tres productores llegan a producir más de 10 cultivos diferentes a lo largo del año. Esto puede tener varios beneficios tanto ecológicos como económicos. Por un lado, tener policultivos reduce la competencia intraespecífica para los cultivos principalmente por los nutrientes, también reduce la vulnerabilidad ante la incidencia de plagas y enfermedades, así como favorecen sinergias entre especies cultivadas y silvestres con la calidad del suelo (Altieri & Nicholls, 2000; Pascual et al., 2015; Vandermeer, 2011). En términos económicos, los policultivos reducen la vulnerabilidad económica, disminuyen las pérdidas de las cosechas por plagas, y hay una mayor oferta de productos para consumir y comercializar. En cuestión de precios de mercado se tiene una mayor opción para tener mejores ingresos, por lo que si un producto está barato en el mercado puede que esto se compense con otro cultivo que tenga un precio más alto.

Por otro lado, en términos nutricionales, una mayor diversidad cultivos implica una mayor variedad de alimentos para consumo, así como de nutrientes que el cuerpo puede absorber. De esta manera se promueve la salud familiar y la seguridad alimentaria de la familia campesina (Frison et al., 2006; Nyantakyi-Frimpong et al., 2017; Sobal et al., 1998).

Los cultivos de ciclo corto resultan ser la opción para la mayoría de los productores de este estudio, con excepción de Montaña 2 que también siembra maíz criollo. No obstante, este productor planea cambiar sus cultivos a hortalizas que tienen un ciclo más corto y que tienen un precio más alto en el mercado, en comparación con el kg de maíz, si es que los precios del mercado siguen siendo bajos para el maíz (SADER, 2020). Las tortillas de maíz criollo hechas a mano no pueden competir en precio con las tortillas que se comercializan en las tortillerías, por lo que representa una amenaza para este agroecosistema que además del autoconsumo comercializa alimentos transformados de maíz. El dejar de producir maíz criollo podría generar varias pérdidas; por un lado, la genética de las semillas, el conocimiento y saberes tradicionales asociados a este cultivo, así como la participación de la mujer. Por lo que para evitar el abandono de este y otros sistemas agrícolas con maíz, se requieren medidas gubernamentales de precios de garantía, aperturas de mercados alternativos, entre otros.

En todos los casos, la actividad económica principal es la agricultura lo que tiene tanto ventajas como desventajas en el inicio de la transición agroecológica. Por un lado, se ha visto que aquellos productores que tienen una mayor disponibilidad de tiempo a la agricultura tienen mayor probabilidad de invertir y mantener las medidas de conservación de sus suelos, en este caso las prácticas agroecológicas (Teshome et al., 2015). No obstante, si no se ven los resultados tanto económicos como productivos puede promover el abandono de estas, dado que su principal fuente de ingresos se ve afectada. Esto último pasó con el productor de Montaña 2 quien, aunque tenía buena producción no era una actividad económica rentable dado que no había la suficiente demanda del mercado y tuvo que abandonar la actividad agroecológica por un tiempo. Así mismo, el productor de Chinampa 1 estuvo a punto de abandonar la agroecología en el inicio de su

transición agroecológica al tener una baja rentabilidad debido a la pérdida de la producción por plagas.

Por otro lado, también se ha visto que productores con más de una actividad económica pueden experimentar y adoptar prácticas agroecológicas, reduciendo así la vulnerabilidad económica familiar asociada a las nuevas prácticas agrícolas (Lucio, 2018), como es el caso del productor de Chinampa 2. Continuando con el tema de vulnerabilidad económica, los dos productores de montaña y Chinampa 2 poseen más de una actividad económica familiar, por lo que, como se mencionó anteriormente, tienen una menor vulnerabilidad económica.

9.5. Factores sociales

En cuanto a la tenencia de la tierra, en todos los casos de estudio, los productores trabajan parcelas propias y algunos adicionalmente tienen más parcelas que son prestadas o rentadas. Sin embargo, el manejo agroecológico no es el mismo en las parcelas que no son propias. Se ha visto que aquellos que tienen la certeza de la tierra son más probables a invertir en mejoramiento a largo plazo (Teshome et al., 2015), como las prácticas agroecológicas y la infraestructura asociada. Esto ocurre con el productor de Montaña 1 quién trabaja su parcela propia y renta 15 ha, por lo que en dichas parcelas adicionales realiza un manejo alternativo que consiste en el manejo tradicional con fertilizantes sintéticos debido a la incertidumbre por la tenencia de la tierra para el siguiente ciclo de cultivo.

El abandono de la actividad agrícola tanto en los agroecosistemas de montaña como chinamperos (González, 2016; SEDEMA, 2016) representa un problema en la búsqueda de la soberanía alimentaria en la Cd. Mx. Por lo cual, la falta de mano de obra es un problema social y productivo, como mencionaron los productores de este estudio. No obstante, la falta de mano de obra representa una amenaza para los sistemas agrícolas en general, tal como reportó INEGI (2019). Sin embargo, en el manejo agroecológico dónde hay más actividades manuales como la labranza, el deshierbe, los trasplantes del chapín, entre otras, se requiere de incentivos para que las personas se interesen por estos trabajos, especialmente en la zona periurbana de la Ciudad. Ya que el manejo agroecológico si bien recuperan prácticas tradicionales, la falta de mano de obra, especialmente joven, podría desencadenar un problema de pérdida de dicho conocimiento tradicional entre generaciones, a largo plazo.

En los agroecosistemas de montaña estudiados, la participación familiar es alta. Resulta importante reconocer el papel de la mujer en los agroecosistemas estudiados de Tlalpan, dónde se tienen milpas o se trabajó alguna, aunque no sea un tema profundamente abordado en esta tesis. Por un lado, se mantiene una cosmovisión de la mujer y su relación con la naturaleza, especialmente la Luna; por otro lado, se destaca su alta participación en la transformación de alimentos. En el caso de las milpas, las mujeres seleccionan las semillas para el próximo cultivo y transforman el maíz en otros alimentos como tortillas, tamales, gorditas, sopes y tlacoyos. Así mismo, colaboran en la comercialización de los productos, en la administración y la logística del

agroecosistema, más aún en la situación de la pandemia por covid-19. En este sentido, la mujer contribuye al mantenimiento del conocimiento gastronómico, de prácticas tradicionales, así como a la diversificación de las actividades productivas-familiares, fortaleciendo la economía familiar y con ello la resiliencia del sistema. Adicionalmente, forma parte importante en la alimentación familiar y en la búsqueda por la soberanía alimentaria (Caro, 2013; La Vía Campesina, 2021). Por todo lo anterior, resulta conveniente hacer una investigación más profunda de la participación de la mujer en los agroecosistemas periurbanos de esta ciudad.

Las organizaciones civiles y las colaboraciones entre productores resultan importantes para tener en cuenta por el impacto de sus actividades. Por un lado, se genera una colectividad entre productores, lo cual tiene tanto beneficios sociales como económicos y comerciales. Esta estrategia permite poder dividirse entre productores los cultivos de acuerdo con la especialización del productor, así como las condiciones del medio, como los jitomates y la cantidad de agua necesaria para su producción que en San Miguel Topilejo no se tiene. No obstante, estos alimentos se comercializan juntos para tener una mayor oferta para los consumidores finales, formando de esta manera circuitos cortos de comercio y todo lo que ello implica.

Por otro lado, estas organizaciones civiles crean espacios de venta en la Cd. Mx., como el caso de las Redes Alimentarias Alternativas. Estas redes son un claro ejemplo del apoyo social que generó una respuesta social e institucional, como lo fue la creación de una página web de la CONABIO y el Gobierno Federal sobre estos mercados alternativos y la ubicación de estas. Es decir, entre colectivos se pueden realizar organizaciones y ejercer presión que genere una respuesta a nivel institucional, una estrategia *bottom-up* de la transición agroecológica en una dimensión que comprende lo económico – comercial, lo social y la institucional. Así mismo, representa un escalamiento vertical, así como, la promoción también del escalamiento horizontal al ser una invitación para que se unan a estas redes, tanto como consumidores como nuevos colectivos que puedan crear una nueva Red.

9.6. Pandemia por Covid-19

Con la pandemia de covid-19, se visibilizaron ciertas fortalezas y debilidades de los agroecosistemas, así como oportunidades. De esta manera, se puede observar la resiliencia de los agroecosistemas ante una perturbación de este tipo. En términos de resiliencia para los agroecosistemas que comercializan de manera más directa con los consumidores como Chinampa 2, Montaña 2 y Montaña 1 (venta en mercado local de San Miguel Xicalco) no tuvieron problemas en cuanto a demanda de sus productos, probablemente por los lazos de confianza que se han creado con los consumidores (Llobera & Redondo, 2015). Mientras que el productor de Chinamapa 1 que comercializaba mayormente con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan” vio afectada la demanda de sus productos, ya que los compradores de Yolcan eran mayormente restaurantes. Resulta importante cuestionarse nuevamente ¿hacia quién va dirigida la producción

de alimentos agroecológicos en la Cd.Mx? ¿hay suficientes espacios de venta en toda la ciudad para comercializar los alimentos agroecológicos?

No obstante, la colaboración con Redes Alimentarias Alternativas ha representado un factor importante para la comercialización de los alimentos y productos. Organizaciones como el Mercado Alternativo de Tlalpan fungieron como una cierta protección de los productores, para que no se cerrara ni perdiera la comunicación y comercialización de los alimentos. Si bien, entre todos los productores hubo una cooperación con los organizadores para alquilar un sitio como punto fijo de entregas de pedidos, también habilitaron la realización de pedido vía internet, así como la opción de entregas a domicilio. De esta manera se mantuvieron antiguos consumidores, así como adquirieron nuevos (COUS, 2020).

Así mismo, la alta participación familiar contribuye a la resiliencia en este periodo dado que se tenía mano de obra disponible. Igualmente, durante este periodo, los agroecosistemas se han adaptado en mayor o menor medida a nuevas tecnologías y estrategias comerciales y administrativas como el hacer pedidos en línea o por vía *Whatsapp* (COUS, 2020).

Los aumentos en la demanda reportados por el productor de Montaña 2 dieron pie a la apertura de nuevos empleos, así como a que se retomaran las actividades agrícolas por parte de algunos de sus familiares. Por lo cual, ante este evento perturbador, resulta importante realizar estudios para evaluar la creación de empleos que incluya a la mano de obra familiar. De esta manera, los sistemas agroecológicos en ambientes periurbanos pueden ser vistos como proyectos multiestratégicos, tanto en el sector económico como ambiental, de salud, social y cultural en la Cd. Mx.

9.7. Factores institucionales

A partir de las líneas de tiempo del proceso de transición agroecológica se observó la importancia de las relaciones entre el productor con diversos actores, tanto el mercado, organizaciones civiles, organizaciones sociales e instituciones académicas y gubernamentales. Como se mencionó al principio, la transición agroecológica implica una serie de transiciones en distintos niveles y escalas. Si bien, en materia legislativa hay antecedentes en la ciudad desde el año 2000, siguen haciendo falta más acciones institucionales que contribuyan con las distintas transiciones necesarias, tanto para productores que inicien dicha transición, como para los que ya la iniciaron y se mantengan en el manejo agroecológico.

Como ya se destacó en múltiples ocasiones, el mercado juega un papel fundamental en la transición agroecológica, no obstante, solamente al inicio de esta transición el productor de Montaña 2 tuvo apoyo institucional en este tema. Los demás productores han conseguido un mercado con un valor agregado a partir de organizaciones civiles, las cuales, en algunos casos son acompañantes técnicos y económicos de los productores en transición.

Por más apoyos que se brinden para promover la transición agroecológica en cuanto a capacitación técnica y productiva de los terrenos agrícolas, si no se abren mercados alternativos que vayan con la lógica agroecológica, difícilmente se verán resultados eficientes que promuevan la apropiación del manejo agroecológico y con ello su continuidad. Ya que como mencionaron varios de los productores, este tipo de manejo es rentable siempre y cuando lo coloques bien, es decir, se puede vender con un valor agregado que demuestre el valor-trabajo de los alimentos producidos agroecológicamente.

Lo anterior genera la interrogante ¿hacia dónde se orienta la agroecología en la Cd. Mx.? Cómo ya se abordó anteriormente, la producción y comercialización de la producción orgánica en la Cd. Mx. puede estar siendo un abasto de alimentos para un mercado de élite, consumidores que puedan pagar el valor agregado de los productos que consumen, ya que los precios son más elevados a los del mercado convencional, algo que ocurre de manera similar con los productos agroecológicos, pero ¿con esta producción se contribuye a la soberanía alimentaria? o ¿es una cuestión característica de sistemas agroecológicos periurbanos o suburbanos? El productor de Montaña 1 quien además de comercializar con la Red Alimentaria Alternativa “Yolcan”, también lo hace en el mercado central de su localidad, comentando la diferencia y el desafío que enfrenta al vender sus alimentos con un valor agregado en su propia localidad. Sus vecinos prefieren comprar las tortillas en la tortillería que las hechas a mano por su familia, porque las primeras resultan más baratas, algo similar ocurre con las hortalizas tanto de él como del productor de Chinampa 1, por lo que deben bajar sus precios para disminuir la competencia.

Resulta que hace falta promover de manera institucional la conciencia en los consumidores por consumir alimentos agroecológicos y locales, que contribuyan a la sustentabilidad de la agricultura en la Cd.Mx, dado al desconocimiento de los consumidores con la actividad agrícola dentro de la ciudad (Salgado, 2015). No obstante, aunque la conciencia sea alta, ¿el consumidor es el único que debe pagar el valor agregado de los alimentos producidos agroecológicamente?, esta autora considera que no, dado que solo cierta población podría tener acceso a alimentos sanos. Esto resulta importante, ya que el acceso a alimentos sanos es un derecho de todo individuo, que incluso forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2019); y que recobra mayor importancia con la pandemia de covid-19 por el cuidado de la salud con una alimentación sana, especialmente en el año 2020, cuándo no se tenían vacunas.

La agroecología en su búsqueda de la soberanía alimentaria genera oportunidades socioeconómicas a nivel local, como la capacidad de generar trabajo, cuidar el suelo, producir alimentos diversos y sanos, mientras se respeta la tierra como sustentadora de vida. Por tal motivo debe apoyarse con fondos públicos, mediante programas cuya duración no dependa de un sexenio o periodo de gobierno. Dichos apoyos pueden ser tanto económicos como en especie, especialmente para la adquisición de infraestructura como las ollas de captación de agua de lluvia, sistemas de riego, invernaderos o los filtros de agua, pensando en la producción continua de alimentos a lo largo de todo el año que reduzcan las pérdidas de cosechas por motivos climáticos.

La transición agroecológica representa una serie de relaciones sociales e institucionales con beneficios sociales, económicos y ambientales, donde el manejo agroecológico periurbano trae consigo servicios ecosistémicos, y una oferta de trabajo. La legislación en materia agroecológica ya existe en el Suelo de Conservación de la Cd. Mx., entonces, convendría hacer un escalamiento de estos sistemas agrícolas con un monitoreo.

Rosset & Altieri (2018) mencionan dos tipos de escalamiento: horizontal y vertical. El primero tiene una naturaleza institucional con base en formuladores de políticas públicas, pasando por los organismos donantes, las instituciones de desarrollo y educación, o los inversores, de lo local a lo nacional e internacional. Mientras que el segundo hace referencia a una difusión territorial y geográfica entre más personas. Es decir, el escalonamiento vertical sería la institucionalización de las políticas de apoyo a la agroecología en términos de educación, formación, investigación, extensión, crédito, mercados o cualquier otra. El escalonamiento horizontal implicaría que cada vez más familias, en territorios cada vez más amplios, puedan llevar a cabo algún tipo de prácticas agroecológicas.

Dado la anterior, la posibilidad de crear una red de productores agroecológicos y las escuelas campesinas para que puedan compartir su conocimiento a manera de Campesino a Campesino con sus parcelas demostrativas son una oportunidad para conseguir el escalonamiento horizontal, algo similar a la experiencia del productor de Montaña 2 con las ferias verdes en E.U.A a su regreso a México. Ya que gran parte del aprendizaje del manejo agroecológico, así como su diseño e implementación es resultado de experiencias previas de prueba y error de cada productor. Por lo que, aprender a no repetir las malas experiencias fortalece el proceso de transición agroecológica, al reducir los riesgos en cuanto al manejo de plagas, diseño del sistema, productividad, etc.

No obstante, también se requerirá el apoyo institucional para cerrar los circuitos de producción, transformación, comercialización y consumo que incentiven a los nuevos agroecosistemas en transición, lo cual represente un escalamiento vertical. El escalonamiento horizontal, no solo traería beneficios ambientales importantes para el Suelo de Conservación, sino también socioeconómicos para apoyar la agricultura familiar, como sector estratégico para el desarrollo regional; así mismo, en el ámbito cultural se conservarían prácticas ancestrales y saberes campesinos muy características de la región, como la chinampería.

10. Conclusiones

Los agroecosistemas de chinampas y montaña provienen de contextos históricos y biofísicos disimiles. Sin embargo, en el periodo de transición agroecológica estudiado hacia prácticas de manejo agroecológico (de entre 5 a 20 años según corresponda), comparten los siguientes resultados en cuanto a los indicadores medidos:

- a) Para la escala parcela, casi todos los sistemas alcanzaron los niveles óptimos de índice de calidad de suelos en el último año del periodo de evaluación. En particular, todos los indicadores tuvieron un desempeño adecuado; no obstante, los agroecosistemas chinamperos estudiados mostraron mejores niveles en el indicador nutrientes en el suelo, pero no deseables en cuanto a salinidad. Lo cual puede tener implicaciones, a la larga, la tolerancia de los cultivos y en la productividad del sistema. Mientras que, los agroecosistemas de montaña registraron peores niveles en los indicadores de nutrientes en el suelo lo cual podría afectar, en el mediano y largo plazo, la productividad del sistema.
- b) Para la escala agroecosistema o finca, el tiempo invertido en las prácticas de manejo agrícolas en los cuatro tipos de sistemas es el mismo, a lo largo del periodo de transición estudiado, aunque se requiere de más tiempo en las labores para el control de plagas y enfermedades. Los cuatro sistemas comparten el nivel de conciencia por el cuidado a la salud y al medio ambiente, la diversificación de actividades económicas complementarias, contar con infraestructura agrícola para la producción continua a lo largo del año. En los agroecosistemas de montaña estudiados se prioriza la tenencia de ollas de captación de agua de lluvia con un sistema de agua por goteo, así como invernaderos para proteger los cultivos de las bajas temperaturas en invierno; mientras que en los agroecosistemas chinamperos de este estudio, se prioriza la reducción de la incidencia del sol para mantener la humedad en el suelo y los cultivos, a partir de mallas sombras o invernaderos y microtúneles, así como filtros de agua para el acceso a agua de buena calidad.

Algunas diferencias encontradas a nivel de agroecosistema fueron: la satisfacción ante los 5, 6 o 20 años de transición agroecológica en su mayoría es alta, con excepción de Montaña 1 donde es media, debido a los costos de producción. De manera contrastante resultó ser la participación familiar, en los agroecosistemas de montaña esta participación es alta, mientras que en los agroecosistemas chinamperos es baja. Así mismo, la dependencia de insumos externos influye en la percepción de rentabilidad, en su mayoría los productores estudiados percibieron una alta rentabilidad acorde a una baja dependencia de insumos externos, mientras que en Montaña 1, la alta dependencia de insumos externos dio una percepción de rentabilidad media, mayormente por el uso de insumos biológicos para control de plagas y estiércoles comprados.

- c) Aunque sólo se estudiaron cuatro agroecosistemas y su relación con su entorno político e institucional, se pueden rescatar importantes aprendizajes desde la escala regional. Estos sistemas, como otros muchos que integran la red de sistemas agroecológicos en el periurbano de la Cd.Mx., le apostaron a desarrollar circuitos cortos de comercio, como las redes alimentarias alternativas Tianguiskilitl, Mercado Alternativo de Tlalpan, Foro Tianguis Alternativo Ecológico de la Ciudad de México y Yolcan; o bien, la venta directa al público, donde se facilita la relación entre los productores y los consumidores, eliminando los intermediarios. Así mismo, todos reconocen que la visibilización de los productos provenientes directos del campo promueve la valoración de la agricultura, de los propios procesos agroecológicos y les genera satisfacción. El añadir valor a los productos cultivados con prácticas agroecológicas, como jitomate, lechugas, espinacas, brócoli, maíz, etc. es una estrategia económica que también comparten estos sistemas; además, de su inserción en mercados confiables a través de organizaciones sociales o por contactos gubernamentales como el caso de Montaña 2 con The Green Corner y Aires del Campo.

El agroecosistema Montaña 2 ilustra como la política pública, mediante el programa Sello Verde de acompañamiento técnico y desarrollo de mercados alternativos de la Ciudad de México, juega un papel clave para apoyar los procesos de transición a sistemas agrícolas y alimentarios más sustentables, el cuál además se vio fortalecido por las organizaciones civiles que crearon mercados alternativos como el Mercado Alternativo de Tlalpan. Por otro lado, el agroecosistema de Chinampa 2 ilustra como la organización social entre productores chinamperos como Chinampayolo son otra forma de promover la transición agroecológica como una fuerza colectiva comunitaria, mediante la capacitación, el acompañamiento técnico y desarrollo de mercados alternativos como el Mercado de las cosas verdes “Tianguiskilitl”.

En cuanto a las fortalezas en el proceso de transición agroecológica se encontraron: la conciencia de los productores adquirida a partir de las capacitaciones recibidas, la cual se identificó como un pilar y motor de la transición agroecológica; así como el acceso a capacitaciones; la recuperación y conservación de prácticas agrícolas ancestrales, los bajos costos de producción en parcelas pequeñas y el uso de insumos locales.

Los agroecosistemas estudiados enfrentaron los siguientes desafíos a nivel de agroecosistema: (i) la baja rentabilidad en los primeros años cuando se hace el cambio radical del 100% en toda la superficie; (ii) el desprendimiento del pensamiento y las costumbres adquiridas del manejo convencional; (iii) la falta de apoyo familiar como ocurrió con Chinampa 1; y (iv) la tenencia de la tierra en Montaña 1.

Como factores externos al sistema destacaron los siguientes desafíos: a) la falta de acompañamiento técnico; b) la falta de un mercado estable, al inicio de la transición agroecológica; c) la poca diversidad de espacios de venta donde la producción tenga un valor

agregado, d) la presión ante la expansión urbana, e) las condiciones climáticas cambiantes, y f) la baja disponibilidad de mano de obra.

Dentro de las oportunidades para fortalecer la transición agroecológica se encontró: a) la generación de más espacios de venta, b) la creación de una red de productores, c) la creación de escuelas campesinas con parcelas demostrativas, y d) promover proyectos de investigaciones entre instituciones académicas y los productores en transición agroecológica.

Ante todos los desafíos tanto productivos, económicos, comerciales y sociales experimentados por los productores, en el periodo de transición agroecológica estudiado, existen factores culturales, éticos y políticos que los motivan a no querer volver al modelo anterior de agricultura convencional.

11. Reflexiones finales

El proceso de transición agroecológica es muy variable entre agroecosistemas dados los heterogéneos contextos biofísicos y socioculturales, así como por las diferentes organizaciones sociales e instituciones que los acompañan. Dichos procesos, deberían analizarse en el largo plazo y de manera longitudinal para así poder monitorear los efectos de los manejos agroecológicos de tipo adaptativo, por ejemplo, con indicadores de calidad suelos e indicadores socio-económicos.

Para dicho propósito, es importante la vinculación de la academia con los productores en el análisis de sus agroecosistemas en transición. El que dichos proyectos se realicen bajo un enfoque de investigación acción participativa garantizará que los resultados y aprendizajes obtenidos den respuesta a las necesidades sentidas por las familias productoras. De esta manera, los productores podrán realizar adaptaciones a sus sistemas de manejo, que los conduzcan a niveles óptimos de sustentabilidad.

Hoy en día la Ciudad de México da de comer a más de 9 millones habitantes todos los días. Es crucial, por lo mismo, conservar los recursos naturales base de los ambientes rurales en el periurbano que contribuyen con funciones y servicios ecosistémicos básicos, además de abastecer del 20 % de los alimentos que se consumen en dicha ciudad. Como se ha expuesto en este trabajo, de la escala parcela a la regional, los sistemas agroecológicos proveen de (i) alimentos sanos, frescos y locales; (ii) empleos dignos y seguros, vinculados a mercados en diferentes puntos de la ciudad y, (iii) generan conciencia social entre todas y todos los ciudadanos.

Lo planteado anteriormente no se podría lograr, sin la participación de las instituciones. Es muy importante que haya programas de largo plazo, más allá de los periodos de gobierno, enfocados a la transición agroecológica. Que existan proyectos institucionales y sociales que en su planeación incluyan varias fases: desde la creación de conciencia en los productores y consumidores, la capacitación y asistencia técnica de los productores, hasta el desarrollo de mercados estables para comercializar la producción. Cada una de estas etapas debería, además, monitorearse para poder realizar las adaptaciones correspondientes.

12. Referencias

- Abric, J.-C. (1994). Las representaciones sociales: Aspectos teóricos. In *Representaciones y prácticas sociales*. Editoriales Coyoacán. [https://campus.fundec.org.ar/admin/archivos/ABRIC - practicas-sociales-y-representaciones-5-16.pdf](https://campus.fundec.org.ar/admin/archivos/ABRIC-practicas-sociales-y-representaciones-5-16.pdf)
- Almeida Leñero, L., Figureroa, F., & Ramos, A. (2014). *Estrategia para la conservación del bosque de agua: Diagnóstico participativo de la comunidad de San Miguel Topilejo, Distrito Federal* (Issue December).
- Altieri, M., Companioni, N., Cañizares, K., Catherine, M., Rosset, P., Bourque, M., & Nicholls, C. (1999). The greening of the “Barrios”: urban agriculture for food security in Cuba. *Agriculture and Human Values, 16*, 131–140. <https://doi.org/10.1023/A>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera, Issue January 2000). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Altieri, M., Nicholls, C., Molina, M. G. De, Ugas, R., & Midas, P. (1999a). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. In *AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable* (4ta ed., Vol. 7, Issue 2). Nordan-Comunidad. <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol22n2.pdf#page=30>
- Altieri, M., Nicholls, C., Molina, M. G. De, Ugas, R., & Midas, P. (1999b). Teca 20. In *AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable* (Vol. 7, Issue 2). <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol22n2.pdf#page=30>
- Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2019). From transition to domains of transformation: Getting to sustainable and just food systems through agroecology. *Sustainability (Switzerland), 11*, 1–28. <https://doi.org/10.3390/su11195272>
- Anderson, F. (2018). *¡Soberanía Alimentaria YA! Una guía por la Soberanía Alimentaria*. <https://viacampesina.org/es/soberania-alimentaria-ya-una-guia-detallada/>
- Aranda-Sánchez, M. (2004). Sistema lacustre “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.” *Ramsar, 13*. <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php#top>
- Astier, C., Orozco, Q., González, S., Morales, H., Gerritsen, P., Escalona, M., Rosado, F., Sánchez, J., Martínez, T., Sánchez, C., Arzuffi, B., Castrejón, A., Morales, H., Soto, P., Mariaca, M., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, T., Jarquín, G., ... Ambrosio, M. (2015). Historia de la agroecología en México. *Agroecología, 10*(2)(November 2016), 9–17.
- Astier, M., Argueta, Q., Orozco, Q., González, V., Morales, J., Gerritsen, W., Escalona, M., Rosado-May, F., Sánchez, J., Martínez, T., Sánchez, C., Arzuffi, B., Castrejón, A., Morales, H., Soto, P., Mariaca, M., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, T., ... Ambrosio, M. (2015). *Historia de la agroecología en México. November 2016*, 9–17. <https://www.researchgate.net/publication/310424931>
- Astier, Marta, Maass, M., & Etchevers, J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia, 36*(5), 605–620.
- Bautista, A., Etchevers, J., Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas, 13*(2), 90–97. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=149>
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In *Methods of soil analysis, part 1: physical and mineralogical methods* (2nd ed., pp. 363–375). Soil Science Society of America: Madison, WI.

- Bocco, G., & Urquijo, P. S. (2015). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región Y Sociedad*, 25(56). <https://doi.org/10.22198/rys.2013.56.a100>
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. INAH, CDI. http://idegeo.centrogeo.org.mx/uploaded/documents/El_patrimonio_biocultural-Eckart_Boege.pdf
- Botero, R., & Russo, R. (1998). *Utilización de arboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales*. Agroforestería Para La Producción Animal En Latinoamérica. www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Botero8.htm
- Cabel, J. F., & Oelofse, M. (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society*, 17(1), 18. <https://doi.org/10.5751/ES-04666-170118>
- Calvário, R., Desmarais, A. A., & Azkarraga, J. (2019). Solidarity from below in the making of emancipatory rural politics: insights from food sovereignty struggles in the Basque Country. *Sociologia Ruralis*, 60(4), 857–879. <https://doi.org/10.1111/soru.12264>
- Carlisle, L. (2016). Factors influencing farmer adoption of soil health practices in the United States: a narrative review. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(6), 583–613. <https://doi.org/10.1080/21683565.2016.1156596>
- Caro, P. (2013). Soberanía alimentaria: aproximaciones a un debate sobre alternativas de desarrollo y derechos de las mujeres. In *El Libro abierto de la Vía Campesina: celebrando 20 años de luchas y esperanza*. <http://www.viacampesina.org/es/index.php/acciones-y-eventos-mainmenu-26/17-de-abril-dde-la-lucha-campesina-mainmenu-33/49-uncategorized/articles/1732-el-libro-abierto-de-la-via-campesina-celebrando-20-anos-de-luchas-y-esperanza>
- Casas, A., & Vallejo, M. (2019). Agroecología y agrobiodiversidad. In L. Merino (Ed.), *Crisis ambiental en México Ruta para el cambio* (Issue August, pp. 99–117). Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/publication/335526491_Agroecologia_y_agrobiodiversidad/citation/download
- Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, U. (2020). *Redes Alimentarias Alternativas y estrategias de adaptación ante la covid-19*. Universidad Global. <https://unamglobal.unam.mx/redes-alimentarias-alternativas-y-estrategias-de-adaptacion-ante-la-covid-19/>
- Cotler, H., & Lazos, E. (2020). La Multifuncionalidad De Agroecosistemas En La Cuenca Del Río Cuitzmala, Jalisco, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 16(4), 513–537. <https://doi.org/10.22231/asyd.v16:5135372019>
- Cotler, H., Martínez, M., & Etchevers, J. (2016). Carbono Orgánico en Suelos Agrícolas de México: Investigación y Políticas Públicas. *Terra Latinoamericana*, 34, 125–138.
- COUS, U. (2020, June 18). *Resiliencia de las Redes Alimentarias Alternativas ante la covid-19 - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=Ha-G0KYC0kQ>
- de Graaff, J., Amsalu, A., Bodnár, F., Kessler, A., Posthumus, H., & Tenge, A. (2008). Factors influencing adoption and continued use of long-term soil and water conservation measures in five developing countries. *Applied Geography*, 28(4), 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.05.001>
- Distrito Federal, J. de G. (2006). Programa de Manejo del Área Natural Protegida con carácter de Zona de Conservación Ecológica “Ejidales de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.” *Gaceta Oficial Del Distrito*

- Federal (GODF), 2–41.*
- Ley de Desarrollo Agropecuario, Rural y Sustentable del Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal (8 diciembre 2011) (2011).
- FAO. (2008). El sector agroalimentario como sistema. In R. Cuevas (Ed.), *Ingeniería de alimentos, calidad y competitividad en sistemas de la pequeña industria alimentaria con énfasis en América Latina y el Caribe* (pp. 9–78). FAO.
- FAO. (2015a). *Ciudad de México: Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe*. http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/ciudad_de_mexico.html
- FAO. (2015b). *Las funciones del suelo*. <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/294325/>
- FAO. (2017). *Carbono Orgánica del Suelo: el potencial oculto*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. www.fao.org/publications
- Foschiatti, A. M., & Alberto, J. A. (2012). El uso de matrices DAFO como herramientas de gestión y análisis geográfico. *Geográfica Digital*, 9(18), 1–11. <https://doi.org/10.30972/geo.9182235>
- Fox, J., & Haight, L. (2010). *La política agrícola mexicana: metas múltiples e intereses en conflicto*. Woodrow Wilson International Center for Scholars/CIDE/UCSC.
- Fox, Jonathan, & Haight, L. (2010). *Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a partir del libre comercio*.
- Frison, E. A., Smith, I. F., Johns, T., Cherfas, J., & Eyzaguirre, P. B. (2006). Agricultural biodiversity, nutrition, and health: Making a difference to hunger and nutrition in the developing world. *Food and Nutrition Bulletin*, 27(2), 167–179. <https://doi.org/10.1177/156482650602700208>
- Galván-Miyoshi, Y. (2008). Integración de indicadores en la evaluación de sustentabilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio. In M Astier, O. Masera, & Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 95–117). SAAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. http://www.agroecologia.net/SEAE/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=18&category_id=10&option=com_virtuemart&Itemid=24
- García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación de la investigación interdisciplinaria. In *Journal de Ciencias Sociales* (Vol. 0, Issue 6). Editorial Gedisa.
- García, R. (2011). Interdisciplinaria y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de Las Ciencias Sociales*, 1(1), 66–101. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos : una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos Y Forrajes*, 35(2), 125–138.
- Geilfus, F. (2002). *80 Herramientas de participación comunitaria*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. CATIE.
- Gliessman, S. (2007). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. Taylor & Francis.

- Gliessman, Stephen, Guadarrama, C., Mendez, E., Trujillo, L., Bacon, C., & Cohen, R. (2001). *Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica*.
- Gliessman, Stephen, Rosado, F. J., Guadarrama, C., Jedlicka, J., Mendez, E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., Jaffe, R., & R., J. (2007). Agroecología : promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(1), 13–23. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=459>
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF), Pub. L. No. 139, 2 (2000).
- González, A. (2016). *Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hecht, S. B. (1999). La evolución del pensamiento agroecológico. In M. Altieri (Ed.), *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable* (pp. 15–30). Nordan.
- INDAP, & FAO. (2018). Manual de transición agroecológica para la agricultura familiar campesina. In *Boletín del Real Instituto de Estudios Asturianos* (Vol. 19).
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. In *Anuario Estadístico y Geográfico de los Estados Unidos Mexicanos*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264245174-en>.
- INEGI. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Tabulados>
- INEGI. (2020). *Censo Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos
- INEGI. (2021). *Resumen. Ciudad de México*. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/default.aspx?tema=me&e=09>
- Johansen, O. (2004). *Introducción a la teoría general de sistemas*. Limusa.
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., & Schuman, G. E. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61, 4–10.
- Kenner, R. (2008). *FOOD INC*. Participant Media, Dogwoof Pictures. <https://www.youtube.com/watch?v=9boWjqhhI00>
- La Vía Campesina. (n.d.). *La Vía Campesina: Un movimiento de movimientos y la voz global de lxs campesinxs que alimentan el mundo - Via Campesina*. Retrieved March 24, 2022, from <https://viacampesina.org/es/la-via-campesina-la-voz-las-campesinas-los-campesinos-del-mundo/>
- La Vía Campesina. (2017, July 7). *¡Globalicemos la lucha, globalicemos la esperanza! - Via Campesina*. <https://viacampesina.org/es/la-voz-de-los-campesinos-y-de-las-campesinas-del-mundo5/>
- La Vía Campesina. (2021). *El camino del feminismo campesino y popular en la vía campesina*. <https://viacampesina.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/05/Publicacion-Feminismo-Campesino-y-Popular-LVC-2021-ES-Final.pdf>
- La Vía Campesina, L. (2012). *Ocho falsas soluciones de la economía verde*. 2012.
- Lepore, J. P., & Van Caloen, N. (2017, August). *Agroecología en Cuba*. Colectivo Documental Semillas. <https://www.youtube.com/watch?v=O9-awhAqezk>
- Llobera, F., & Redondo, M. (2015). *Economía circular y agroecología: Integrando alimentos km0 y gestión*

de biorresiduos. Red TERRAE, Fundación Biodiversidad, Asociación Intermunicipal Territorios Reserva Agroecológicos.

- López, D. (2015). *Producir alimentos, reproducir comunidad Redes alimentarias alternativas como formas económicas para la transición social y ecológica*. Libros en Acción.
- Lucio, L. (2018). *Calidad de suelos agrícolas bajo prácticas de conservación en la subcuenca de Amanalco-Valle de Bravo, Edo.Méx.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Marasas, M., Blandi, M. L., Berensztein, N. D., & Fernández, V. (2015). Transición agroecológica: características, criterios y estrategias. Dos casos emblemáticos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agroecología*, 10(1), 49–60.
- Marasas, M., Cap, G., De Luca, L., Pérez, M., & Pérez, R. (2012). *El camino de la transición agroecológica* (M. Masaras (ed.); 1a ed.). Ediciones INTA.
- Martínez, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciencia e Saude Coletiva*, 17(3), 613–619. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006>
- Masera, O., Astier, M., & López, S. (2000). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS*. MUNDI-PRENSA, GIRA, UNAM. <http://agroecology.pbworks.com/f/biodyn-indicators.pdf>
- Mercado, B. M., Cram, S., Rosas, I., Hernández, M., & León, Ponce De, C. (2015). Organophosphorus and Organochlorine Pesticides Bioaccumulation by Eichhornia crassipes in Irrigation Canals in an Urban Agricultural System. *International Journal of Phytoremediation*, 17(7), 701–708. <https://doi.org/10.1080/15226514.2014.964841>
- Merlín-Urbe, Y., González-Esquivel, C. E., Contreras-Hernández, A., Zambrano, L., Moreno-Casasola, P., & Astier, M. (2012). Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.726128>
- Merlín, Y., González, C. E., Contreras, A., Zambrano, L., Moreno, P., & Astier, M. (2013). Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(3), 216–233. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.726128>
- Nicholls, C., Henao, A., Altieri, M., Nicholls, C., Henao Salazar, A., & Altieri, M. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7–31.
- Nyantakyi-Frimpong, H., Kangmennaang, J., Bezner Kerr, R., Luginaah, I., Dakishoni, L., Lupafya, E., Shumba, L., & Katundu, M. (2017). Agroecology and healthy food systems in semi-humid tropical Africa: Participatory research with vulnerable farming households in Malawi. *Acta Tropica*, 175, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.10.022>
- Olivares, J. J. (2005, September 29). Sello Verde, plan único en el país para apoyar la agricultura orgánica - La Jornada. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2005/09/29/index.php?section=gastronomia&article=a10n1gas>
- Ollivier, G., Magda, D., Mazé, A., Plumecocq, G., & Lamine, C. (2018). Agroecological transitions: What can sustainability transition frameworks teach us? an ontological and empirical analysis. *Ecology and Society*, 23(2). <https://doi.org/10.5751/ES-09952-230205>
- ONU. (2019). *Objetivo 2. Poner fin al hambre*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>

- Ley Ambiental De Protección a La Tierra En El Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) (13 enero 2000) 1 (2000).
- PAOT. (2016). *Asentamientos Humanos Irregulares en Suelo de Conservación* .
- Parra, R. (2007). La agroecología como un modelo económico alternativo para la producción sostenible de alimentos. *Orinoco Pensamiento y Praxis*, 24–36.
- Pascual, U., Termansen, M., Hedlund, K., Brussaard, L., Faber, J. H., Foudi, S., Lemanceau, P., & Jørgensen, S. L. (2015). On the value of soil biodiversity and ecosystem services. *Ecosystem Services*, 15, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.06.002>
- Piris, S. (2016). Sembrando soberanía alimentaria para otros modelos de vida en Euskal Herria. Las políticas públicas locales como herramienta de transformación. *Lan Harremanak. Revista de Relaciones Laborales*, 33(33), 150–175. <https://doi.org/10.1387/lan-harremanak.16102>
- Ponce, H. (2006). La matriz FODA : una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a La Economía*, 16.
- Ramos, R., García, N. E., Ortega, H. M., & Krasilnikov, P. (2011). Artificial Chinampas soils of Mexico City: their properties and salinization hazards. *Spanish Journal of Soil Science*, 1(1), 70–85. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2011.V1.N1.05>
- Rojas Rabiela, T. (1983). *Agricultura chinampera. Compilación histórica*. (Serie agro). Cuadernos universitarios.
- Rosset, P., & Altieri, M. (2018). *Agroecología: ciencia y política* (tercera, Issue 1). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rosset, P., & Martínez, E. (2016). Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Estudios Sociales*, 25(47), 275–299.
- Saavedra, Z. (2016). *Estadísticas y datos generales de las áreas verdes de la CDMX*.
- Salgado, R. (2015). Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 23(45), 26. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sánchez, J. L. (2009). Redes Alimentarias Alternativas : Concepto , Tipología Y Adecuación. *Boletín de La A.G.E*, 49, 185–207.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2020, March 3). *Precios de Garantía para maíz y frijol | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/precios-de-garantia-para-maiz-y-frijol-236555>
- Secretaría de Protección Civil, C. (2014). *Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México*. http://www.atlas.cdmx.gob.mx/mapas/MR_Tlalpan.pdf
- SEDEMA. (n.d.). 3. *Suelo de Conservación y Biodiversidad*. Retrieved February 5, 2020, from <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/images/archivos/noticias/primer-informe-sedema/capitulo-03.pdf>
- SEDEMA. (2016). *Suelo de conservación* (primera). https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf
- SEDEMA. (2018). Programa de Manejo del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio

- Atlapulco." *Gaceta Oficial de La Ciudad de México (GOCDMX)*, 27–137.
- Programa Social de Desarrollo Agropecuario y Rural, Gaceta Oficial de la Ciudad de México (GODF) 629 (2018).
- Sobal, J., Khan, L. K., & Bisogni, C. (1998). A conceptual model of the food and nutrition system. *Social Science and Medicine*, 47(7), 853–863. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(98\)00104-X](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(98)00104-X)
- Teshome, A., de Graaff, J., & Kassie, M. (2015). Household-Level Determinants of Soil and Water Conservation Adoption Phases: Evidence from North-Western Ethiopian Highlands. *Environmental Management*, 57(3), 620–636. <https://doi.org/DOI.10.1007/s00267-015-0635-5> Household-Level
- Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), 231–246.
- Toledo, V. (2012). La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología*, 6, 37–46.
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, 139, 41–71. <https://doi.org/10.24901/rehs.v34i136.163>
- Traoré, N., Landry, R., & Amara, N. (1998). On-farm adoption of conservation practices: the role of farm and farmer characteristics, perceptions, and health hazards. *Land Economics*, 74(1), 114–127. <https://doi.org/10.2307/3147217>
- Urquijo, P. S. (2012). *El uso de suelo en México. Síntesis histórica*. 1–28.
- Vaarst, M., Escudero, A. G., Chappell, M. J., Brinkley, C., Nijbroek, R., Arraes, N. A. M., Andreasen, L., Gattinger, A., De Almeida, G. F., Bossio, D., & Halberg, N. (2018). Exploring the concept of agroecological food systems in a city-region context. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 686–711. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1365321>
- Vandermeer, J. H. (2011). *The ecology of agroecosystems*. Jones and Bartlett Publishers.
- Vergara, A. (2007). Imaginario , simbolismo e ideología. *Dialogía:Revista de Lingüística y Literatura*, 2, 109–146.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503–515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Yunez Naude, A. (2008). El TLCAN, las políticas públicas al sector rural y el maíz. *Rumbo Rural*, 25 apr 2012. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/TLCAN-Yunez.pdf>

Anexos

Anexo 1. Criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales. (Masera et al., 2000)

Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicadores	Área de evaluación
Productividad	Eficiencia	Rendimiento; eficiencia energética	A
		Relación costo/beneficio; inversión (en dinero y trabajo); productividad del trabajo; ingreso	E
Estabilidad, confiabilidad y resiliencia	Diversidad	Especies manejadas y presentes; policultivos; rotaciones	A
		Número de cultivos; grado de integración en la producción y comercialización	E
		Número de etnias involucradas en el manejo de recursos.	S
	Conservación de recursos	Calidad de suelo y agua	A
		Relación entre entradas y salidas de nutrientes críticos.	A
		Número de variedades criollas utilizadas	A
		Capacidad de ahorro	E
	Fragilidad del sistema	Incidencia de plagas y enfermedades	A
		Tendencias y variación de rendimientos	E
	Distribución de riesgos	Acceso a créditos, seguros u otros mecanismos. (SUBSIDIOS)	E
Calidad de vida	Índices de calidad de vida	S	
Adaptabilidad	Fortalecimiento del proceso de aprendizaje	Capacitación y formación de los integrantes	S
		Adaptaciones locales a los sistemas propuestos	S
	Capacidad de cambio e innovación	Evolución del número de productores por sistema	S
		Generación de conocimientos y prácticas	S
Equidad	Distribución de costos y beneficios	Número de beneficiarios según etnia, género o grupo social.	S
	Evolución del empleo	Demanda o desplazamiento de trabajo	E
Autodependencia (autogestión)	Participación	Implicación de los beneficiarios en las distintas fases del proyecto	S
		Grado de dependencia en insumos externos críticos	A
		Nivel de autofinanciamiento	E
	Control	Reconocimiento de los derechos de propiedad (individuales o colectivos)	S
		Uso de conocimiento y habilidades locales	S
		Poder de decisión sobre aspectos críticos del funcionamiento del sistema	S
	Organización	Tipo, estructura, proceso de toma de decisiones.	S
En el área de evaluación se refiere al ámbito ambiental (A), social (S) y económica (E).			

Anexo 2. Propiedades de los sistemas socio-ecológicos y su implicación a la resiliencia y adaptabilidad. Adaptado de (Adaptado de Cabel & Oelofse, 2012 y Tittonell, 2019)

Propiedades o atributos	Definición	Implicación en la resiliencia y adaptabilidad
Autorregulación ecológica	Mecanismos de retroalimentación estabilizantes provistos por servicios ecosistémicos que sustentan la recuperación ante eventos de “shock” y de “stress” y la adaptación a cambios internos y externos	Un mayor grado de regulación ecológica puede reducir la cantidad de insumos externos requeridos para mantener el sistema, tales como: nutrientes, agua y energía.
Diversidad y redundancia funcional	La diversidad funcional es la variedad de servicios ecosistémicos que los componentes proporcionan al sistema. La redundancia funcional son los componentes críticos y relaciones dentro del sistema que están duplicados en caso de falla.	A mayor diversidad y redundancia funcional mayor amortiguamiento y mejor recuperación del sistema después de la perturbación.
Diversidad de respuestas	Es el rango de respuestas de los componentes funcionales al cambio ambiental.	Contribuye al “efecto de seguro” dado por la redundancia y diversidad funcional, permitiendo mejorar las condiciones de adaptación ante una perturbación.
Heterogeneidad espacial y temporal	Mosaico de componentes paisajísticos y cambios a través del tiempo.	La heterogeneidad espacial permite una mayor interacción entre los componentes paisajístico (con y sin manejo), promoviendo con el tiempo la regeneración de los parches después de una perturbación.
Auto-organización social	La capacidad de los componentes sociales del socio-ecosistema de organizarse, formar sus propias instituciones basadas en sus necesidades y aspiraciones.	Sistemas que exhiben mayor nivel de autoorganización necesitan menos comentarios introducidos por gerentes y tienen mayor capacidad adaptativa intrínseca.
Construcción de capital natural local	El sistema funciona tanto como sea posible dentro de los medios de la base de recursos naturales bioregionalmente disponibles y los servicios del ecosistema.	El uso responsable de los recursos locales alienta a un sistema a vivir dentro de sus posibilidades; Esto crea un agroecosistema que recicla los desechos, depende de un suelo saludable y conserva el agua.
Aprendizaje reflexivo y compartido	Capacidad de las personas y las instituciones de aprender de las experiencias pasadas y la experimentación actual para anticipar el cambio y crear futuros deseables.	Cuanto más personas e instituciones puedan aprender del pasado y de los demás, y compartir ese conocimiento, más capaz será el sistema de adaptarse y transformarse, en otras palabras, más resistente.
Autonomía e interdependencia local	Autonomía relativa con respecto al control y las influencias de los factores exógenos (globales) y a un alto nivel de cooperación entre individuos e instituciones a nivel local.	Un sistema no puede ser completamente autónomo, pero puede esforzarse por ser menos vulnerable a las fuerzas que están fuera de su control; La interdependencia local puede facilitar esto al fomentar la colaboración y la cooperación en lugar de la competencia.
Conocimientos tradicionales	La configuración actual y las trayectorias futuras de los sistemas son influenciadas e informadas por conocimientos y experiencias pasadas.	También conocida como dependencia del camino; se relaciona con la memoria biológica y cultural incorporada en un sistema y sus componentes.
Los <i>shocks</i> son eventos puntuales, como una granizada, mientras que el <i>stress</i> es constante, recurrente, como la salinidad del agua, o las sequías frecuentes.		

Anexo 3. Estructura temática de la entrevista semiestructurada

Nombre del productor:
Localidad:

Fecha:

I. Información personal

Edad:
Escolaridad:
Migración:
Actividades económicas familiares:
Actividad económica principal:

II. Factores personales previos a la transición agroecológica.

Historia agrícola
Enseñanza del trabajo agrícola
Conocimiento tradicional adquirido
Superficie trabajada
Tipo de manejo cuando trabajaba con su familia (producción, organización y comercialización)

III. Factores productivos del agroecosistema

Superficie total cultivada:
Tenencia:
Accesibilidad:
Tiempo de trabajo en la parcela actualmente
Definición del tipo de manejo realizado

(*para cada tipo de manejo: manejo convencional, inicio transición agroecológica, manejo agroecológico)

Superficie cultivada*
Tipo de manejo (labranza, fertilización, control de plagas, infraestructura utilizada, tipos de cultivos, mano de obra, semillas utilizadas, origen de las semillas, producción de riego)*
Gastos de la producción*
Formas de comercialización*
Rendimientos *
Propiedad pecuaria*
Tiempo dedicado al trabajo agrícola*
Capacitaciones recibidas*
Percepción de satisfacción*

IV. Factores económico-comerciales

(*para cada tipo de manejo: manejo convencional, inicio transición agroecológica, manejo agroecológico)

Puntos de venta *
Actividades económicas complementarias*
Gastos en la producción *

V. Factores socio-organizacionales

(*para cada tipo de manejo: manejo convencional, inicio transición agroecológica, manejo agroecológico)

Pertenencia a organizaciones sociales *
Colaboraciones sociales y/o institucionales recibidas*

Ventajas de estar en una organización cuando se transita a la agroecología
Desventajas de estar en una organización cuando se transita a la agroecología
Efecto del desarrollo urbano cercano a las parcelas

VI. Factores institucionales

Apoyos recibidos en materia de agricultura agroecológica
Participación con instituciones académicas
Apoyos recibidos por parte del ANP.

VII. Consideraciones personales

Definición propia de agroecología
Dificultad percibida para dedicarse a la agroecología
Apoyos considerados para la transición agroecológica
Obstáculos sociales identificados a lo largo de la transición agroecológica (con familia, vecinos, comerciantes, etc.)
Obstáculos económicos identificados a lo largo de la transición agroecológica.
Obstáculos comerciales identificados a lo largo de la transición agroecológica.
Consideración por abandonar la agroecología y regresar al manejo convencional.
Motivo para continuar con la agroecología.

Anexo 4. Características de los agroecosistemas chinamperos (Chinampa 1 y 2).

CARACTERISTICA	Chinampa 1		Chinampa 2	
Información Personal				
Ubicación	Xochimilco centro		San Gregorio Atlapulco	
Edad	35		56	
Escolaridad	Carrera técnica		Secundaria	
Migración	no		Los Ángeles, CA. (2000-07)	
Tiempo en la agricultura	25 años		24 años	
Unidad familiar	5 personas		4 personas	
Capacitador agroecológico	No		Sí, en su propia escuela	
Características productivas				
Superficie agrícola	1 chinampa propia	2500 m2	1 chinampa propia	900 m2
	1 chinampa prestada	2200 m2		
Inicio del MA	2015		2014	
Cultivos producidos	Chinampa propia	11	2	
	Chinampa prestada	2		
Fertilizantes utilizados	abonos orgánicos y caldos minerales		Abonos orgánicos, microorganismos activados, y caldos minerales	
Control de plagas	Macerados, quelatos y vel rosita con aceite comestible, <i>bacillus tulingensis</i> .		<i>Bacillus tulingensis</i> ; macerado de higuera; perro; caldos minerales	
Obtención de semilla	100 % comprada		40% comprada	
Sistema de producción	riego		riego por goteo	
Obtención del agua de riego	Canal con biofiltro		Captación agua de lluvia; canal con un biofiltro natural	
Labranza	Manual y ocasionalmente motocultor		Manual	
Apoyos agrícolas recibidos	Biofiltro (Cinvestab)		-	
Infraestructura	Malla sombra, biofiltro y microtúneles		invernadero, sistema de riego por goteo; sistema de captación de agua de lluvia	
Propiedad pecuaria	-		-	
Características económicas y comerciales				
Actividad económica principal	Agricultura		Agricultura	
Actividades económicas familiares	1		3 a 5	
Puntos de venta	1		3	
Subsidios	ninguno		ninguno	
Características sociales y organizacionales				
Enseñanza del MA	Capacitación (Huasca, Hgo.)		Capacitación entre chinamperos	
Pertenencia a una organización	-		Escuela Campesina los Tres Pescaditos	
Colaboración con una RAA	Yolcan		Mercado de las Cosas Verdes	
Capacitaciones recibidas	3		3	
Participación familiar	Baja		Baja	

Anexo 5. Características de los agroecosistemas de montaña (Montaña 1 y 2)

CARACTERISTICA	Montaña 1		Montaña 2	
Información Personal				
Ubicación	San Miguel Xicalco		San Miguel Topilejo	
Edad	36		39	
Escolaridad	Ing. Eléctrica (trunca)		media superior	
Migración	no		New York, E.U.A (2006 – 2010)	
Tiempo en la agricultura	30 años		25 años	
Unidad familiar	6 familias (24 - 30 personas)		3 familias (8-10 personas)	
Capacitador agroecológico	Sí		Sí, (no formalmente)	
Características productivas				
Superficie agrícola	parcela propia	1.4 ha	Parcela familiar principal	1.2 de 3 ha
	parcelas en renta	15 ha	Parcela familiar prestada	1.5 de 5 ha
Inicio del MA	2015		2000	
Cultivos producidos	Parcela propia	6 a 8	Parcela principal	17
	Parcelas en renta	4	Parres	3
Fertilizantes utilizados	Parcela propia	abonos orgánicos	Estiércoles, residuos de las cosechas, bioles y caldos minerales.	
	Parcelas en renta	Estiércoles, urea y mezcla maicera		
Control de plagas	Azufre, tricoderma, chaponeo		caldo bordelés, caldo sulfocálcico	
Obtención de semilla	Compra de semilla criolla		70% comprada; 30% propia	
Sistema de producción	De temporal		Riego por goteo	
Obtención del agua de riego	Olla de captación de agua de lluvia		Olla de captación de agua de lluvia	
Labranza	Tractor (propio)		Manual (azadón)	
Apoys agrícolas recibidos	Tractor, invernaderos, olla de captación. Subsidios agropecuarios y agrícolas.		Olla de captación de agua, germinador	
Infraestructura	Parcela propia	Olla de captación; 3 invernaderos	Invernaderos, olla de captación de agua de lluvia, germinador.	
Propiedad pecuaria	Borrego estabulado		-	
Características económicos y comerciales				
Actividad económica principal	Agricultura		Agricultura	
Actividades económicas familiares	8		1	
Puntos de venta	3		3 o 4	
Subsidios	Alcaldía de Tlalpan		Sembrando Vida	
Características sociales y organizacionales				
Enseñanza del MA	Capacitación y acompañamiento técnico		Capacitación y acompañamiento técnico	
Pertenencia a una organización	Trabajo familiar		Del campo Ololique (familiar)	
Colaboración con organizaciones	-		Los Vale Verde, Los Xochimincas y Agro Ab.	
Colaboración con RAA	Yolcan		MAT y FTAECMDX, Capital Verde	
Participación familiar	alta		alta	
Capacitaciones recibidas	3 + autodidacta		3 + autodidacta	

Anexo 6. Resultados de los análisis de suelo en laboratorio, por agroecosistema de estudio.

Muestra	Densidad aparente (DA)	Textura			Clasificación textural
	g/cm ³	Arcilla <2.0µm	Limo 2.0-63µm	Arena 63-2000µm	
Chinampa 1	0.74	39.56	43.82	16.62	Arcillo limoso
Chinampa 2	0.51	21.32	59.39	19.30	Franco limoso
Montaña 1 a	1.30	0.00	40.42	59.58	Franco Arenoso
Montaña 1 b	1.28	18.47	18.90	62.64	Franco Arenoso
Montaña 1 c	1.22	0.00	37.12	62.88	Franco Arenoso
Chinampa 2 a	0.94	3.59	40.12	56.29	Franco Arenoso
Chinampa 2 b	1.10	0.00	42.68	57.32	Franco Arenoso
Chinampa 2 c	1.05	0.00	38.03	61.97	Franco Arenoso

Muestra	pH	CE dS/m	C total %	MO %	N total %	P disp ppm	Cationes intercambiables (ppm)			
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
Chinampa 1	7.4	1.8	9.73	16.1	0.9	432.95	9018.2	2129.6	1977.0	718.5
Chinampa 2	7.9	7.63	7.95	13.7	0.87	104.77	9271.5	2451.9	1927.3	4151.3
Montaña 1 a	6.3	0.27	1.82	2.6	0.21	39.52	1763.5	150.6	784.8	23.7
Montaña 1 b	6.2	0.35	1.78	2.6	0.2	41.29	1593.3	159.0	685.5	22.2
Montaña 1 c	6.3	0.24	1.77	2.6	0.2	28.32	1347.3	127.9	576.2	23.2
Chinampa 2 a	6.5	0.41	3.75	5.1	0.38	41.32	3154.9	255.6	854.4	39.8
Chinampa 2 b	6.4	1.34	2.77	4.1	0.3	44.83	3105.0	313.6	1480.3	100.8
Chinampa 2 c	6.6	0.47	2.23	3.1	0.26	46.37	2230.5	206.4	864.3	38.8