



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**PERCEPCIÓN DE TRES SECTORES SOCIALES SOBRE LA  
CALIDAD Y LA PROBLEMÁTICA DE LOS SUELOS  
AGRÍCOLAS DE MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**VICTOR MANUEL PIÑA TEJEDA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. MARIANA BENÍTEZ KEINRAD**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

1. Datos del alumno

Piña

Tejeda

Victor Manuel

55 43 72 72 53

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

3082882935

2. Datos del tutor

Doctora

Mariana

Benítez

Keinrad

3. Datos del sinodal 1

Doctora

Ana

Wegier

Briuolo

4. Datos del sinodal 2

Doctora

Denise

Arroyo

Lambaer

5. Datos del sinodal 3

M. en C.

Alonso

Gutiérrez

Navarro

6. Datos del sinodal 4

Doctor

Fernando

Córdova

Tapia

7. Datos del trabajo escrito

Percepción de tres sectores sociales sobre la calidad y la problemática de los suelos agrícolas de México.

148 p.

2018

### **Agradecimientos institucionales:**

Esta tesis forma parte del proyecto "Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales" que ha sido financiado por CONACYT (247672). Este trabajo fue realizado gracias al trabajo en equipo de estudiantes, técnicos e investigadores que colaboran en este proyecto, en particular del grupo de vinculación, al que pertenezco, y que coordinó el diseño y ejecución de los talleres, y participó en el análisis de la información obtenida: muchas gracias a la Dra. Denise Arroyo, la M. en C. Adriana Uscanga, la Dra. Ana Wegier y la Biol. Valeria Vazquez. Agradezco también la ayuda proporcionada por estudiantes de servicio social de distintas carreras de la UNAM: Diana Ysimoto, de Biología, y Jennifer Mejía de Desarrollo y Gestión Intercultural. Agradezco enormemente a todos los participantes de los talleres, así como a CAFECOL y a los dueños de las parcelas por brindarnos las facilidades para realizar los talleres. Agradezco también el apoyo invaluable de Salvador Montes (INIFAP) y de Gerardo Hernández Martínez (CAFECOL) para la elaboración de talleres y ubicación de los sitios de trabajo, así como de Rodrigo González y de la Dra. Morena Avitia Cao Romero en la logística y organización del trabajo de campo.

Agradezco profundamente el apoyo de la M. en C. Lakshmi Charli Joseph y de la geógrafa Bertha Hernández Aguilar del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM, por su valiosa introducción y orientación sobre la utilización de los modelos mentales en las investigaciones participativas de carácter socioambiental.

### **Agradecimientos personales:**

A mi madre, Xóchitl Tejeda. Lo lograste. Gracias por acompañarme, motivarme y guiarme hasta aquí.

A la memoria de mi padre, Víctor Piña. Te recuerdo siempre, gracias por todo y por tanto.

A mi hermana, Katia Piña. Por todo el apoyo, orientación y comprensión. Ahora es tu turno, ánimo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la maravillosa Facultad de Ciencias, por formarme académica y humanamente.

A mi tutor, la Dra. Mariana Benítez, por la oportunidad de permitirme trabajar a su lado, y por todas las enseñanzas de este proceso. Por la paciencia, el tiempo prestado y el apoyo siempre incondicional.

A mis sinodales, la Dra. Ana Wegier, la Dra. Denise Arroyo, el M. en C. Alonso Gutiérrez y el Dr. Fernando Córdova, por sus valiosos y precisos comentarios que fueron de mucha ayuda para mejorar sustancialmente este trabajo.

A las integrantes del equipo Vinculación, con el cual tuve el privilegio de colaborar. Gracias por su inconmensurable compromiso, apoyo y dedicación. Sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible. Gracias especiales a Adri y Denise, fue muy bonito aprender de ustedes.

A las y los integrantes de La Parcela. Muchas gracias por sus comentarios, ideas y opiniones a lo largo de la construcción de este trabajo. Gracias por su apoyo y los momentos compartidos.

A todos y cada uno de mis profesores de la Facultad de Ciencias, en especial a los profesores del taller Análisis integral de sistemas socioambientales, por mostrarme el camino.

A Sara, por inspirarme, motivarme, apoyarme y acompañarme en todo momento. Gracias por todo, estaré siempre en deuda.

## RESUMEN

El suelo es un sistema vivo y complejo, elemento importante en la dimensión ambiental al brindar diversos servicios ecosistémicos, y en la dimensión social, al ser el medio que proporciona el sustrato, agua y nutrientes para el crecimiento de las plantas, siendo parte integral de los sistemas agrícolas. El porvenir del estado y calidad del suelo está sumamente ligado a una diversidad de factores (históricos, sociales, culturales, económicos, políticos y ecológicos) y al aprovechamiento, uso y manejo agrícola que se practica sobre él.

Los suelos agrícolas de México han disminuido su calidad debido a la erosión y degradación causada por diversos procesos naturales y antrópicos. Esta problemática atañe a todos los sectores sociales que comparten intereses sobre la funcionalidad de los suelos productivos, como lo son los productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de organizaciones de la sociedad civil (OSC). Por ello resulta importante conocer la percepción que sostienen estos sectores con el objetivo de realizar un análisis de las acciones o políticas puestas en marcha desde sus distintas perspectivas.

La metodología que se empleó para conocer la percepción de estos tres sectores sociales consistió en el desarrollo de talleres participativos con la finalidad de obtener modelos mentales colectivos. En total se realizaron nueve talleres participativos, obteniendo nueve modelos mentales. Los talleres se llevaron a cabo con productores agrícolas de maíz y frijol (Puebla y Guanajuato), productores agrícolas de café (Veracruz), productores agrícolas de aguacate (Veracruz), un taller participativo con miembros del sector público y un taller participativo con miembros de organizaciones de la sociedad civil. Una vez obtenidos los nueve modelos mentales, éstos fueron procesados, analizados y posteriormente interpretados, con base a una representación en forma de redes de conceptos y relaciones en el software *Cytoscape 3.4.0*. Se caracterizó cada una de las nueve redes de acuerdo a los índices de conectividad e intermediación y conforme a la visualización jerárquica de la red, que permite reflejar los flujos de información entre los componentes.

Los tres sectores sociales identifican como una problemática común la pérdida de fertilidad y calidad de los suelos agrícolas. Esta pérdida está demeritando la producción y viabilidad de los suelos productivos de estas regiones. Los elementos identificados por los sectores sociales que promueven esta problemática son la utilización de herramientas mecánicas y la aplicación de fertilizantes inorgánicos. De igual manera, resulta visible que existe un distanciamiento entre el sector público y

los productores agrícolas, pues ambas partes tienden a visualizar la problemática desde distintos enfoques de espacio y tiempo. Resulta importante destacar el papel que desarrollan las organizaciones de la sociedad civil para actuar como enlace entre las partes.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	10
Transdisciplina y socioecosistemas	
El suelo	
Problemática de los suelos agrícolas del país	
Modelos mentales y percepciones sobre la problemática de los suelos agrícolas	
JUSTIFICACIÓN	20
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS PARTICULARES	22
MÉTODOS	23
1. Sitios de trabajo	23
2. Talleres participativos	26
2.1 Participantes	
2.2 Presentación	
2.3 Croquis del sistema	
2.4 Elaboración del modelo mental	
2.5 Ponderación del modelo mental	
2.6 Búsqueda de potenciales indicadores sobre la calidad del suelo	
2.7 Tabla general de tiempos y actividades	
3. Elaboración de diccionarios	33
4. Visualización y análisis de los modelos mentales	34
5. Diagramas de Venn	36
6. Talleres de cierre	36

RESULTADOS	37
1. Visualización de los modelos mentales como redes	37
2. Caracterización de los modelos mentales por parámetros de redes	47
2.1. Conectividad	
2.2. Intermediación	
3. Componentes conductores	50
4. Componentes receptores	52
5. Descripción general de los modelos mentales por localidad	54
5.1 Guarapo – maíz y frijol	
5.2 San Felipe - maíz y frijol	
5.3 Zapotitlán - maíz y frijol	
5.4 Coatepec – café	
5.5 Huatusco – café	
5.6 Naolinco – café	
5.7 Huatusco – aguacate	
6. Análisis por sector social: productores agrícolas (cultivos anuales y perennes), sector público y organizaciones de la sociedad civil	64
6.1 Productores de maíz y frijol	
6.2 Productores de café	
6.3 Productores agrícolas	
6.4 Miembros del sector público	
6.5 Miembros de organizaciones de la sociedad civil	
7. Búsqueda conjunta de potenciales indicadores	74
7.1 Productores de maíz y frijol	
7.2 Productores de café	
7.3. Productores de aguacate	
8. Talleres de cierre: entrega de folletos y manuales de composta	75
DISCUSIÓN	76
Elementos que fomentan la problemática de los suelos agrícolas	
La importancia de las percepciones entorno a las políticas públicas	

Marco conceptual de los servicios socioecosistémicos y la percepción de los productores agrícolas

Escalas espaciales y temporales en la percepción de los sectores sociales

Indicadores utilizados en campo por los productores agrícolas

Modelos mentales como herramienta de investigación socioambiental

CONCLUSIÓN	95
PERSPECTIVAS	96
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	107

## INTRODUCCIÓN

### **Transdisciplina y socioecosistemas**

En general, el entorno natural y las sociedades humanas han sido estudiados de manera fragmentada, comprendidos desde lógicas establecidas por distintas disciplinas científicas, es decir, como si pudieran ser comprendidos como objetos de estudio separados, con procesos independientes y diferenciables entre sí (Ortega et al., 2014). Esta visión fragmentada de los sistemas socioambientales ha permeado en la creación de políticas referentes al uso de los recursos naturales, las cuales en su mayoría están diseñadas de manera predominantemente vertical y epistemológicamente limitada (Gunderson y Holling, 2002; en Ortega et al., 2014). Las acciones gubernamentales desde este enfoque fragmentado suelen entonces no responder a las condiciones locales, medios de vida o preocupaciones de las comunidades, y frecuentemente agravan las problemáticas socioambientales (Folke et al., 2009 en Ortega et al., 2014). Ante el constante incremento de los conflictos socioambientales, urge la promoción de un cambio de paradigma que permita ver de manera integral las causas y actores involucrados en una problemática dada.

Anteriormente, el análisis de los sistemas agrícolas consideraban únicamente factores de carácter biológico y ecológico, por ejemplo, para evaluar los efectos de las prácticas de manejo, los cultivos, suelos, agua y clima sobre la producción agrícola (Fairweather, 2010). Sin embargo, recientemente se han puesto en práctica nuevos enfoques que incluyen los componentes sociales de los agroecosistemas, fortaleciendo así un enfoque de sistemas socioecológicos o socioambientales (Fairweather, 2010) en los cuales las interacciones sociedad-naturaleza y las representaciones de los sistemas socioecológicos a través de los actores sociales han tomado importancia y relevancia para el estudio de estos sistemas complejos (Özesmi y Özesmi, 2004; Vuillot et al., 2016).

La apertura del enfoque transdisciplinario en el estudio y gestión de los socioecosistemas rescata la naturaleza compleja de los problemas actuales, y también incorpora la heterogeneidad e incertidumbre que resulta de la interacción entre la sociedad y el entorno biótico y abiótico dentro de un todo natural e integrado (Ortega et al., 2014). La transdisciplina busca ir más allá de los límites establecidos por el análisis sectorial de la disciplina, pues pretende sentar las bases para la cooperación e integración multidisciplinar en la búsqueda de la producción compartida de conocimiento (Thompson et al., 2017). La investigación transdisciplinar se construye como un

espacio de intercambio entre todos los actores de interés, trazando puentes de comunicación entre los diversos cuerpos de conocimiento (Lawrence et al., 2004 en Ortega et al., 2014).

Este marco transdisciplinario nos permite comprender los problemas de carácter socioambiental como sistemas complejos, que vinculan a la sociedad con el entorno que los rodea en una relación bidireccional. El estudio y comprensión de estos problemas demanda la integración de las características ambientales, sociales, económicas y culturales de los diversos grupos involucrados, pues las interacciones entre estos elementos se presentan en múltiples maneras y en diferentes escalas de tiempo y espacio (Ortega et al., 2014). Por tanto, considerar el papel y percepción de las instituciones, los diversos sectores y los grupos sociales es indispensables en su abordaje (Ortega et al., 2014).

Ante la problemática situación de la disminución en la calidad de los suelos agrícolas, y con el objetivo de proponer soluciones, es necesario comprender la percepción e integrar el conocimiento, opiniones y experiencias de los sectores sociales dentro de un marco transdisciplinario orientado hacia la participación conjunta para el fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios. Esta relación entre distintas formas de conocimiento debe basarse en el respeto, la complementariedad y la cooperación, ya que las distintas partes involucradas tienen diversos fundamentos ontológicos sobre la naturaleza y la sociedad, así como de la manera en que estos elementos interactúan (Rist y Dahdouh, 2006).

Un ejemplo en el cual se destaca el proceso y apertura de los enfoques transdisciplinarios es el del desarrollo de alternativas a la agricultura industrial, pues al día de hoy representa un caso en el cual la articulación del conocimiento científico sumado a distintas formas de conocimiento local han permitido la aplicación de los principios de sustentabilidad en los sistemas agroalimentarios (Rist, 2003, en Rist y Dahdouh, 2006). Continuando con el ejemplo, la información sobre los procesos que determinan los cambios y la calidad del suelo no siempre tiene su origen en investigaciones realizadas por científicos o técnicos, sino que también surge del conocimiento local, mismo que se complementa con los otros tipos de conocimiento (Gardi et al., 2014). Los productores agrícolas, campesinos, indígenas o mestizos, han acumulado conocimiento sobre las propiedades y aprovechamiento del suelo, así como del funcionamiento y manejo de los recursos naturales a través de la experiencia, adaptando técnicas a las distintas condiciones particulares de cada localidad, este conocimiento local sobre estos recursos es amplio, ya que enmarca a los tipos de vegetación, plantas, animales, hongos, microorganismos, minerales, tipos de suelo, ríos, etc. (Gardi et al., 2014).

Entre las vías para buscar alternativas a la agricultura industrial, la agroecología además de conformarse de elementos teóricos y metodológicos y hacer uso de las herramientas científicas, complementa su accionar con la integración de la experiencia y la opinión de las personas que participan en la agricultura, es decir, el conocimiento local de los agricultores, conjugando ambos cuerpos de conocimiento y promoviendo un enfoque transdisciplinar (Ruiz-Rosado, 2006). De hecho, la agroecología, comprendida como transdisciplina, está compuesta por tres ejes principales: un enfoque científico, un conjunto de prácticas y un movimiento social (Wezel et al., 2009). Como ciencia, estudia la interacción entre los componentes del agroecosistema, como un conjunto de prácticas, impulsa el desarrollo e implementación de sistemas agrícolas sostenibles, y como movimiento social, busca ser un motor de desarrollo que promueva la justicia social y nutra la identidad y la cultura de las zonas rurales (Wezel et al., 2009).

En un principio la agroecología centraba su atención en estudiar y comprender a los sistemas agrícolas mediante la aplicación de conceptos y principios ecológicos (Altieri, 1987, Gliessman, 1990, en Méndez et al., 2013). Tiempo después, y en respuesta necesaria a la complejidad de la agricultura y sus contextos socioculturales únicos, se integraron algunos conceptos y métodos procedentes de las ciencias sociales (Hecht, 1995; Guzmán-Casado et al., 2000; en Méndez et al., 2013). Méndez identifica dos grandes perspectivas predominantes en agroecología, una que tiende a aplicar la agroecología como un marco para reforzar, ampliar o desarrollar la investigación científica, pero que no considera la idea de que la agricultura es un complejo sistema socio-ecológico, compuesto por una dimensión social y conformada también por conocimientos construidos fuera del paradigma científico occidental (Wezel y Soldat, 2009 en Méndez et al., 2013). Y otra perspectiva agroecológica que busca integrarse con las ciencias sociales y abarcar a todo el sistema agroalimentario, dentro de un marco que incorpore los enfoques transdisciplinares, participativos y orientados a la acción, y que promueva la participación crítica en cuestiones político-económicas que afectan a los sistemas agroalimentarios (Sevilla-Guzmán, 2006, Gliessman, 2007, Wezel et al., 2009, Méndez, 2010 en Méndez et al., 2013).

Este trabajo se ubica en esta segunda perspectiva y considera como objeto de estudio de la biología y de la agroecología a los socio-ecosistemas completos. En este caso particular, nos interesa estudiar a los suelos de uso agrícola como parte de estos socio-ecosistemas.

## **El suelo**

El suelo es un sistema vivo y complejo en donde ocurren diversas interacciones bióticas y abióticas, en escalas diversas de tiempo y espacio (Arredondo et al., 2015). Desde un enfoque sistémico, el suelo se concibe como un sistema viviente con una organización que se manifiesta en una estructura y dinámica de redes que regulan su organización, generación y reproducción (Capra, 2003 en Sánchez et al., 2012). Es también un sistema abierto que mantiene interacción con el entorno, con el cual intercambia materia y energía, y que presenta procesos metabólicos y de ciclaje de nutrientes que fomentan su disponibilidad y almacenamiento, lo cual es fundamental para sostener la biodiversidad de los ecosistemas y los sistemas agropecuarios (Sánchez, et al., 2012).

De hecho, uno de los roles más importantes que desempeña el suelo desde el punto de vista ambiental y social es ser el medio que permite el crecimiento de las plantas, ya que proporciona el soporte físico, el aire, el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo (Brady y Weil, 2008, en Arredondo et al., 2015). Otras funciones que desempeñan los suelos son la infiltración, retención y depuración de agua, el reciclaje y almacenamiento de dióxido de carbono, fungir como elemento modificador de la atmósfera al intercambiar otros gases con la misma, y proporcionar hábitats para los organismos del suelo (Brady y Weil, 2008 en Arredondo et al., 2015).

Desde la perspectiva agrícola, un suelo de buena calidad tiene la capacidad de promover la productividad del sistema sin poner en riesgo sus propiedades físicas, químicas y biológicas; debe ser capaz de atenuar los contaminantes ambientales y los patógenos, favorecer la salud de plantas, animales y humanos, y fungir como sustrato para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Arredondo et al., 2015). La calidad del suelo es definida en este trabajo como la "capacidad que tiene para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, para sostener la productividad vegetal o animal, así como para mejorar la calidad del aire y del agua y para sostener la salud humana" (Coran y Parkin, 1994, en Arredondo et al., 2015). Este concepto considera también los beneficios brindados por el suelo en términos de servicios ecosistémicos como lo son los de provisión de bienes, regulación y soporte de procesos físicos, químicos y biológicos, además de los culturales.

La condición de calidad y conservación de los suelos es dinámica, y cambia en plazos cortos de tiempo en respuesta al uso y prácticas de manejo de este recurso (Navarrete et al., 2011). De esta manera resulta de importancia conocer los procesos socioambientales que determinan el cambio en

la calidad de los suelos y encontrar indicadores que sean capaces de evaluarla, que tomen en cuenta los diversos factores que la modulan, así como sus variaciones en el tiempo y en distintos contextos (Doran et al., 1996 en Bautista et al., 2004). Los indicadores deben ser propicios para poder describir los procesos que ocurren en el sistema, integrando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Parkin, 1994 en Bautista et al., 2004). Por ejemplo, algunos indicadores comúnmente utilizados para evaluar la calidad del suelo se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunos indicadores de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Tomado de Bautista Cruz et al., 2004).

<b>Indicador</b>	<b>Relación con la condición y función del suelo</b>
Propiedades físicas	
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y erosividad
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte y erosividad; humedad aprovechable, textura y materia orgánica
Propiedades químicas	
Materia orgánica (N y C total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión
pH	Define la actividad química y microbiana
P, N y K extractables	Nutrientes disponibles para la planta, pérdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental
Propiedades biológicas	
C y N de la biomasa microbiana	Potencial microbiano catalítico y depósito para el C y N, cambios tempranos de los efectos del manejo sobre la materia orgánica

Respiración, contenido de humedad y temperatura	Mide la actividad microbiana; estima la actividad de la biomasa
N potencialmente mineralizable	Productividad del suelo y suministro potencial de N

No obstante el uso frecuente de indicadores como los resumidos en la tabla 1, es importante identificar, desarrollar e implementar indicadores que sean accesibles para productores aún cuando no tengan una formación técnica (e.g. Nájera et al., 2016). Esto, para facilitar estrategias para la planificación, monitoreo y formulación de acciones de aprovechamiento y conservación del recurso suelo basadas en la conjunción entre el conocimiento científico y el conocimiento campesino, enfocadas a responder las preocupaciones de los agricultores.

Como se mencionó anteriormente, el suelo también está comprendido en la dimensión social mediante el aprovechamiento, uso y manejo que el ser humano practica sobre él (Sánchez et al., 2012; Arredondo et al., 2015) pues los factores históricos, sociales, culturales, económicos, políticos y ecológicos motivan a los productores agrícolas a tomar decisiones y fomentar diferentes tipos de manejo sobre los suelos, mismos que repercuten y culminan en la degradación o conservación de los mismos (Arredondo et al., 2015). Así, el estado de los suelos en un momento y lugar dado puede entenderse entonces como la consecuencia de la estrecha interacción que existe entre estos factores y las decisiones tomadas respecto al manejo de los suelos por parte de los productores agrícolas (Astier et. al., 2002; Brady y Well, 2008; en Arredondo et al., 2015; Sánchez et al., 2012).

### **Problemática de los suelos agrícolas del país**

Los suelos agrícolas de México han disminuido su calidad debido a la erosión y degradación causada por diversos procesos, muchos de ellos antrópicos. Algunas de estas causas van desde la erosión hídrica o eólica, hasta la compactación y pérdida de la fertilidad (SAGARPA, COLPOS, 2013). Como consecuencia de esta pérdida en la calidad de los suelos agrícolas, se pone en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional del país, además de la conservación de los ecosistemas terrestres (SAGARPA, COLPOS, 2013). En el año 2002, los suelos afectados por algún tipo de degradación en el país representaban el 45% de la superficie, casi 88 millones de hectáreas, de esta superficie el 5% presentaba un nivel de deterioro severo o extremo (SEMARNAT, 2006). Entre las principales

causas de degradación de los suelos se encuentran ciertas prácticas de agricultura y ganadería, la deforestación y la urbanización (SEMARNAT, 2006).



Fig. 1. Mapa en donde se muestra los niveles de degradación de los suelos del país. Fuente: SEMARNAT 2002.

Esta problemática atañe a todos los sectores sociales que comparten intereses o ejercen algún efecto sobre la funcionalidad de los suelos productivos, como lo son agricultores, instancias del sector público y organizaciones de la sociedad civil (OSC). Es importante conocer la percepción que tienen todos estos sectores y a partir de ahí identificar posibles puntos de encuentro y de conflicto, y brindar herramientas a los agricultores para el mejor conocimiento y manejo de los suelos. Conocer estas percepciones permite también identificar preguntas de investigación relevantes y hacer un análisis crítico de las acciones o políticas puestas en marcha por los distintos sectores.

### **Modelos mentales y percepciones sobre la problemática de los suelos agrícolas**

Para enmarcar el concepto de percepción que se quiere trabajar en este proyecto resulta importante retomar las ideas propuestas por Leff (2000) sobre la “cultura ecológica”: *“Toda organización cultural es un complejo sistema de valores, ideologías, significados, prácticas productivas y estilos de vida que se han desarrollado a lo largo de la historia y se especifican en diferentes contextos*

*geográficos y ecológicos*”. Menciona también que estos procesos sociales están arraigados en racionalidades culturales constituidas por las formas de organización simbólica y productiva de los pueblos indios y las comunidades campesinas. Leff argumenta de igual manera, que las prácticas productivas fundadas en la simbolización cultural del ambiente, en creencias religiosas y en los significados sociales asignados a la naturaleza, han generado diferentes formas de percepción y apropiación, reglas sociales de acceso y uso, prácticas de gestión de ecosistemas y patrones de producción y consumo de recursos. Asevera que las prácticas sociales y productivas están íntimamente asociadas a valores y procesos simbólicos que organizan formaciones culturales y permiten la apropiación social y la transformación del medio ambiente (Leff, 2000).

En este trabajo nos centraremos en la percepción que tienen de la problemática y calidad del suelo diferentes sectores de la sociedad. Sin embargo, las herramientas que utilizaremos permiten visibilizar e integrar también algunos otros aspectos que van más allá de la percepción, tales como prácticas de manejo agrícola, el conocimiento y utilización de indicadores para evaluar el estado del suelo, e inclusive conocer aspectos sobre las dinámicas económicas, sociales y culturales alrededor de las comunidades de los productores agrícolas.

La percepción es la forma en que un individuo o un colectivo observa, comprende, interpreta y evalúa un objeto de referencia, mismo que puede ser una acción, una experiencia individual, la política pública, o un resultado dado (Bennett, 2016). Las percepciones son representaciones subjetivas de la realidad y están influenciadas por el contexto social, historia de vida y el entorno propios de cada individuo (Munhall, 2009; en Bennett, 2016). Diversos factores políticos, socioeconómicos, culturales, experiencias pasadas, así como los atributos individuales y colectivos, valores, creencias, preferencias y conocimientos, median e influyen nuestra percepción (Slovic, 2000; Munhall, 2008; Satterfield et al., 2009; Moon y Blackman, 2014; Levine et al., 2015, en Bennett, 2016). La percepción que sostiene un individuo es dinámica, y por tanto propensa a cambiar y modificarse con el paso del tiempo, así como su interpretación es susceptible de ser distinta entre los individuos o entre grupos de personas aunque analicen una misma situación (Satterfield et al., 2009; en Bennett, 2016).

Con el objetivo de conocer, comunicar y plasmar de manera gráfica la percepción de individuos o de grupos de personas que forman parte o inciden en un sistema socioambiental, se han desarrollado técnicas que permiten conocer (al menos parcialmente) y representar dicha información en los

llamados modelos mentales. Estas técnicas emplean procedimientos sistemáticos para obtener la visión, conocimiento y percepción de otros acerca de un tema (Cone et al., 2011; Jones et al., 2011).

Los modelos mentales funcionan como una conceptualización interna de la realidad, y están formados a partir de procesos de observación, percepción, conocimiento, comprensión y análisis de un tema en específico. Esta conceptualización de la realidad se ve influenciada por la experiencia, las actitudes, la educación, entre otros aspectos (Prager y Curfs, 2016; Thorne et al., 2017). Los modelos mentales son propensos a cambiar y modificarse con el tiempo, así como con las nuevas experiencias y conocimiento aprendido (Forrester, 1971, en Prager y Curfs, 2016). Estos modelos forman la base sobre la cual los individuos desarrollan la capacidad para definir un problema, reaccionar ante la información, formar juicios y tomar decisiones (Thorne et al., 2017) y tienen la cualidad de poder reflejar los procesos cognitivos mediante los cuales se toman decisiones, así como los procesos en las que éstas se ponen en práctica (Hoffman et al., 2014). Esto resulta de mucha relevancia para los sistemas socioambientales enfocados a la agricultura, pues las decisiones de los distintos actores sociales se ven reflejadas en el manejo de los suelos y en la implementación de prácticas agrícolas.

Los modelos mentales están inmersos en la mente de los individuos, lo que hace complicado el acceso directo a esta información, y se han catalogado como representaciones incompletas de la realidad, por tanto tienden a ser confusos y subjetivos e inclusive imprecisos (Forrester, 1971; en Prager y Curfs). Sin embargo, esta ambigüedad no representa un problema dentro del marco de las investigaciones que los utilicen como herramienta de aproximación, pues las percepciones expresadas por los individuos son consideradas, sin juzgar su veracidad o falsedad (Moon y Blackman, 2014, en Prager y Curfs, 2016).

Los modelos mentales pueden ser representados como diagramas o redes de relaciones que describen los factores que un individuo o un grupo de personas perciben como relevantes de un tema en específico (Thorne et al., 2017). Estos modelos son una herramienta visual que ayuda a organizar la información disponible con la finalidad de favorecer la toma de decisiones y el desarrollo de nuevas ideas (Kontogianni et al., 2012). De esta manera, diversos procedimientos destinados a su obtención se basan en el supuesto de que el modelo mental de un individuo o de un grupo de personas puede ser representado como una red de conceptos y relaciones (Jones et al., 2011). Las representaciones en forma de redes o diagramas de los modelos mentales permiten visualizar similitudes o conflictos entre las percepciones y creencias de los participantes (Thorne et

al., 2012; Prager y Curfs, 2016). Este ejercicio facilita la promoción, discusión, formulación de nuevo conocimiento y entendimiento entre las partes, al encontrar lagunas donde la comunicación resulta necesaria (Prager y Curfs, 2016).

Las principales ventajas que ofrecen los modelos mentales como herramienta metodológica es que pueden revelar aspectos importantes en la percepción de cada una de las partes, así como remarcar diferencias y similitudes entre sus percepciones y decisiones, además de que permite identificar puntos en los cuales no hay información disponible entre las partes involucradas (Halbrendt et al., 2014; Thorne et al., 2017). Adicionalmente, la utilización de los modelos mentales puede visibilizar factores que no hayan sido anteriormente contemplados por todos los participantes involucrados (Thorne et al., 2017).

El uso de este tipo de herramientas ha ganado importancia en la práctica efectiva en la política ambiental, los estudios de percepción del riesgo, los procesos participativos de toma de decisiones y las ciencias de la sostenibilidad (Özesmi y Özesmi, 2004; Hoffman et al., 2014; Vuillot et al., 2016). Este impulso ha llevado a la implementación de esta técnica en el contexto de los sistemas socioambientales y de la gestión participativa de los recursos naturales. Jones y colaboradores (2011) establecen que el reconocer y tratar la pluralidad de las percepciones, valores y metas de las partes interesadas en el tema a desarrollar se considera un aspecto clave en la práctica efectiva dentro de estos contextos.

Özesmi y Özesmi (2004) distinguen cuatro categorías en las cuales la aplicación y ejecución de los modelos mentales resulta conveniente para su estudio. Estas situaciones se resumen a i) en el momento en el cual las acciones humanas tiene repercusiones negativas sobre el ecosistema; ii) cuando no existe información científica sobre un tema, pero el conocimiento local está disponible; iii) en el análisis de problemas complejos en los cuales no existe una solución sencilla y varias partes están involucradas; y por último iv) para aquellos casos en los que se desea la participación social en el manejo de los ecosistemas.

Las razones por las cuales el uso y aplicación de los modelos mentales pueden contribuir en estudios sobre la gestión y aprovechamiento de los recursos naturales son que permiten explorar las similitudes y las diferencias entre las partes involucradas en la comprensión de un tema para mejorar la comunicación entre los involucrados (Abel et al., 1998, en Jones, 2011), y con ello los posibles puntos de acuerdo o conflicto. Además integran diferentes perspectivas, incluidas las de

expertos locales, para mejorar la comprensión general de un sistema (Özesmi y Özesmi, 2004) y permiten crear una representación compartida y colectiva de un sistema para mejorar los procesos de toma de decisiones (Dray et al., 2006, en Jones, 2011). El modelado de problemas socioambientales permite a quienes participan en la generación de los modelos profundizar en la comprensión de las causas que los originan y aportar a su potencial solución o manejo del sistema (Fairweather, 2010).

Un ejemplo de los estudios desarrollados sobre los recursos naturales a partir de la implementación de los modelos mentales es el de los modelos desarrollados por Özesmi y Özesmi (2004). A través del mapeo cognitivo lograron explorar la percepción de los interesados sobre las causas y efectos de la eutrofización de un lago. Para lograr esto, solicitaron a los participantes que definieran las variables de importancia usando un sistema en tarjetas, de manera que tuvieron la libertad de organizarlas para reflejar el conocimiento que poseen sobre las relaciones de causa y efecto entre los conceptos. Otro estudio utilizó a los modelos mentales para conocer la dinámica de la gestión de las aguas subterráneas en el atolón de Tarawa, República de Kiribati (Dray et al., 2006, en Jones, 2011). Durante este estudio se solicitó a los participantes que construyeran un diagrama colocando tarjetas que mostraran los conceptos de relevancia dentro del sistema y que señalaran las relaciones que existen entre ellos. Aunado a la obtención del modelo mental, se realizó fotointerpretación y mapeo espacial con el objetivo de crear una representación colectiva del sistema. En estos y otros casos, los modelos mentales han permitido generar una visión compartida y colectiva de una problemática e identificar, por ejemplo, los factores que parecen conducir en gran medida la dinámica del sistema (*drivers* o conductores) y los que parecen fungir como receptores o salida del sistema (Eden et al., 1979; en Gray et al., 2012). Esto a su vez ha permitido identificar posibles puntos de intervención y monitoreo de los sistemas en cuestión. Por otra parte, el análisis de las redes generadas por los modelos mentales puede enriquecerse mediante la caracterización de los nodos con índices de intermediación (*betweenness centrality*), conectividad (*edge count*), y por el grado de entrada (*indegree*) o grado de salida (*outdegree*) de los mismos.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los distintos sectores sociales de productores agrícolas, instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil (OSC) abordan de distintas formas el tema de la calidad de los suelos y cada uno de ellos sostiene una percepción particular sobre la situación de los suelos agrícolas del país. El reto que establece el abordaje de esta problemática de suelos demanda un enfoque amplio que tome en

consideración la mayoría de las perspectivas, pues su inclusión resulta necesaria para un estudio integral del suelo como parte de los agroecosistemas. Este enfoque integral permitirá caracterizar la situación actual de los suelos agrícolas, y facilitará la comprensión de la problemática de su degradación. Con base en esto, será posible proponer indicadores respaldados por el conocimiento local que reflejen y evalúen la calidad del suelo. Además, permitirá a los productores de distintas regiones reconocer una visión compartida sobre la calidad de sus suelos, lo cual a su vez constituye una herramienta para su manejo colectivo.

El presente trabajo de tesis se enmarca en el proyecto “Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales” (CONACYT 247672). El objetivo de este proyecto es aportar al conocimiento en torno al aprovechamiento y protección del suelo y su biodiversidad asociada (Benítez et al., 2014). Como parte de este proyecto, se conformó un “equipo de vinculación” cuyo principal objetivo era generar el involucramiento y participación de los productores agrícolas de las comunidades pertenecientes a los sitios experimentales. Así mismo, también se contactó a otros sectores de la sociedad, en específico, a algunos representantes del sector público y de organizaciones de la sociedad civil. Las actividades ejercidas por este equipo fueron, principalmente, la ejecución de talleres participativos en cada sitio de estudio. Este proyecto de tesis surge como parte de las actividades del grupo de vinculación y busca sistematizar los materiales generados en estos talleres y contribuir a establecer una relación de vinculación eficaz entre los grupos de investigación que constituyen el proyecto amplio. Con base en lo anterior se plantean cuatro preguntas de investigación que se detallan a continuación.

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cuál es la percepción sobre la calidad de los suelos agrícolas de México y la problemática actual relacionada a ésta, desde el enfoque de los productores agrícolas, algunos miembros del sector público y las OSC?
2. ¿Qué variables o relaciones de los modelos mentales reflejan propiedades y elementos del suelo, así como de la dinámica social, económica y productiva entorno a ésta, que ayuden a comprender mejor la problemática de la degradación de los suelos en distintas localidades y puedan fungir como indicadores potenciales sobre su calidad?
3. ¿Cuáles son los puntos de encuentro y de potencial conflicto desde la percepción que tienen los diferentes sectores respecto a la problemática de degradación de los suelos en México?

4. ¿Pueden los modelos mentales fungir como herramientas que nos ayuden a presentar los resultados obtenidos en la sección de vinculación del proyecto amplio de manera accesible a los productores, miembros del sector público y miembros de organizaciones de la sociedad civil?

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este proyecto de tesis es conocer, integrar y articular la percepción, los conocimientos, opiniones y experiencias de tres sectores sociales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de organizaciones de la sociedad civil) en un conocimiento más general sobre el suelo, su calidad y los panoramas de la problemática de los suelos agrícolas en diferentes condiciones de cultivo en México. Se pretende también encontrar variables que puedan fungir como indicadores integrales de la calidad de suelo y hacer uso de los modelos mentales como plataforma para retroalimentar a los productores, funcionarios y organizaciones de la sociedad civil con los resultados obtenidos.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Generar modelos mentales con la participación de productores agrícolas de maíz y frijol, de los estados de Guanajuato y Puebla; productores de café y aguacate del estado de Veracruz, así como con la participación de miembros del sector público y miembros de organizaciones de la sociedad civil y analizar su percepción sobre la calidad del suelo y la problemática de los suelos agrícolas en escala local y regional.
- Identificar de forma sistemática las propiedades relevantes de los modelos mentales, así como aspectos comunes y específicos de cada uno.
- Comparar los modelos mentales obtenidos y encontrar variables relevantes que sean capaces de reflejar la calidad del suelo de manera indirecta, así como puntos de encuentro y de potencial conflicto entre los distintos sectores.
- Compartir los resultados de este trabajo con los productores agrícolas, funcionarios públicos y miembros de OSC.

## MÉTODOS

### 1. Sitios de trabajo

Los talleres participativos con productores agrícolas de cultivos anuales (maíz y frijol) se llevaron a cabo en las localidades de Guarapo y La Quemada, Guanajuato y Zapotitlán Salinas, Puebla. En la tabla 2 se caracteriza el tipo de vegetación y las características climáticas de cada una de estas localidades.

Tabla 2. Características climáticas y tipo de vegetación de cada localidad en las que se realizaron los talleres participativos para el cultivo de maíz y frijol.

<b>Características</b>	<b>Guarapo</b>	<b>San Felipe</b>	<b>Zapotitlán</b>
Precipitación anual	565 mm	473 mm	400-450 mm
Tipo de vegetación	Selva baja caducifolia	Matorral xerófilo	Matorral xerófilo
Clima	Semicálido subhúmedo con intensas lluvias en verano	Templado-semiárido con lluvias en verano	Templado-semiárido, con lluvias en verano
Temperatura	16-22°C	12-20°C	14-22 °C

La localidad de Guarapo está ubicada al suroeste del estado de Guanajuato, forma parte del municipio Valle de Santiago. La población de la localidad ronda alrededor de 700 habitantes. Ha tenido un importancia destacada en la historia agrícola del país. En la región, además de sembrarse maíz y frijol, también se siembran cultivos como sorgo, cebada y trigo (Arroyo et al., 2017).

La localidad de La Quemada se encuentra en el municipio de San Felipe, al noroeste del estado de Guanajuato. La población de la localidad es de aproximadamente 650 habitantes. Históricamente, La Quemada creció a partir de una hacienda llamada San José de la Quemada, cuya principal actividad fue la agricultura, misma que hasta el día de hoy permanece como una de las actividades más importantes en la localidad. Los cultivos más producidos son el maíz, el frijol, la cebada, el trigo, el chile y la avena forrajera (Arroyo et al., 2017).

El municipio de Zapotitlán Salinas está localizado al sureste del estado de Puebla. Este municipio forma parte de la reserva de la Biosfera Valle Tehuacán-Cuicatlán. La zona Tehuacán-Cuicatlán ha sido habitada desde tiempos prehispánicos por las culturas Chocho, Cuicateca, Mazateca, Mixteca, Náhuatl, Zapoteca y Popoloca. Las principales actividades económicas de la región son la extracción de sal, la agricultura, cuidado ganadero y el trabajo artesanal de marmol y onix (Arroyo et al., 2017).

Para el caso de los cultivos perennes (café y aguacate), los talleres participativos se desarrollaron en fincas o plantaciones ubicadas en los municipios de Coatepec, Naolinco y Huatusco, Veracruz. La información sobre el tipo de vegetación y características climáticas de las localidades se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Características climáticas y de vegetación de cada una de las localidades donde se realizaron los talleres participativos para los cultivos de café y aguacate.

<b>Características</b>	<b>Coatepec</b>	<b>Huatusco</b>	<b>Naolinco</b>
Precipitación anual	1100-2100 mm	1100-1600 mm	1100-1600 mm
Tipo de vegetación	Bosque tropical y bosque de niebla	Bosque tropical, bosque de niebla y pastizales	Bosque tropical y bosque de niebla
Clima	Semicálido húmedo con lluvias todo el año, y abundantes lluvias en verano	Semicálido húmedo, con lluvias todo el año	Semicálido húmedo con lluvias todo el año, y abundantes lluvias en verano
Temperatura	10-24°C	16-26°C	18-24°C

El municipio de Coatepec se encuentra ubicado en la zona central montañosa del estado de Veracruz. Su población asciende a los 53, 621 habitantes. Los principales cultivos de la región son el café, la caña de azúcar y la cosecha de macadamia. Se practica la avicultura, la ganadería bovina y porcina (INAFED, s.f.; Arroyo et al., 2017).

El municipio de Naolinco también está ubicado en la zona centro montañosa de Veracruz, en las estribaciones de la Sierra de Chiconquiaco. La población de la localidad es de alrededor 9, 233 habitantes. Además del cultivo de café, en esta región también se cultiva principalmente la caña de

azúcar y el maíz, se practica también la ganadería bovina y porcina (INAFED, s.f.; Arroyo et al., 2017).

El municipio de Huatusco se localiza en la zona montañosa del estado de Veracruz. La población de la localidad ronda los 31, 305 habitantes. La principal actividad económica de la región es la agricultura, los cultivos más producidos en la región son el café, el aguacate, la caña de azúcar y el maíz (INAFED, s.f.; Arroyo et al., 2017).

La relevancia en la selección de estas localidades está fundamentada en la pretensión de representar un amplio panorama de tipos de manejo y tipos de cultivo. Por tanto fueron seleccionadas localidades en tres ecorregiones distintas (sierras templadas y selvas cálido-húmedas y selvas cálido secas) en las cuales se siembran cultivos anuales y cultivos perennes de importancia económica y cultural del país (maíz y frijol, café y aguacate). En la Fig. 2 se muestran la ubicación de las localidades en las cuales se realizaron los talleres participativos con productores agrícolas.

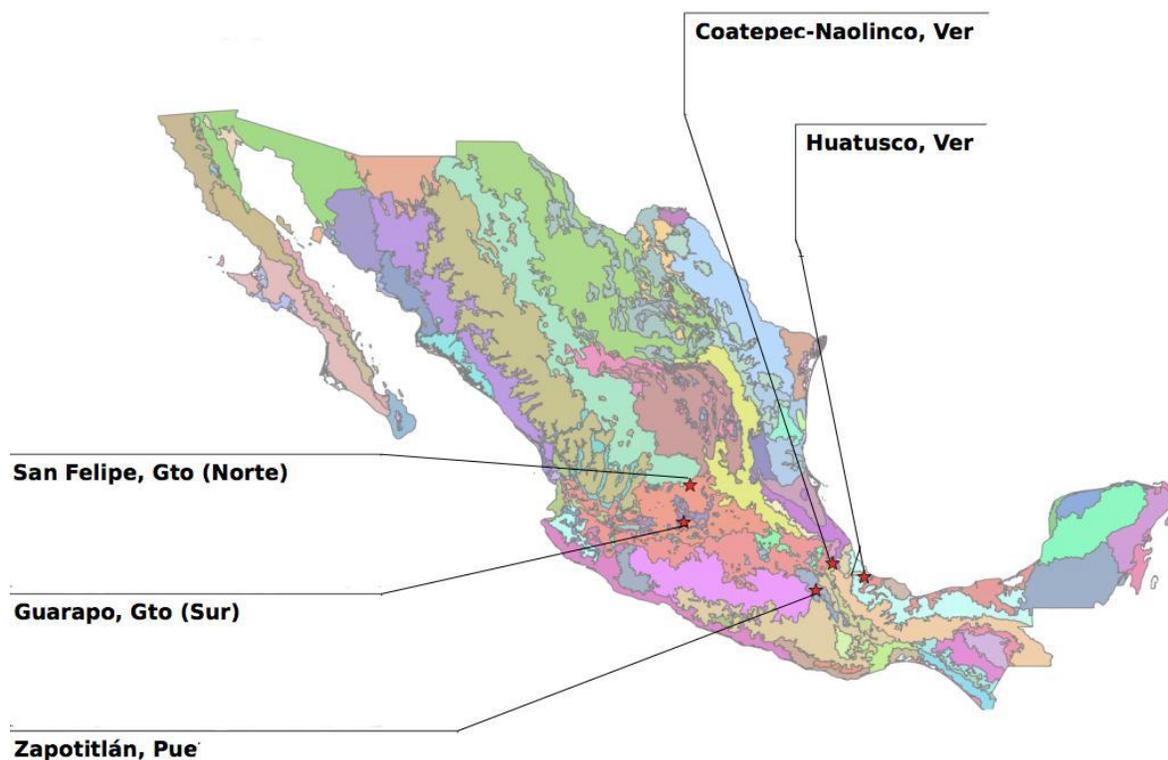


Fig. 2. Mapa que muestra la ubicación de los sitios de trabajo. En distintos colores se muestran las ecorregiones del país. Elaborado por M. Benítez con base en información de CONABIO.

## **2. Talleres participativos**

La metodología que se empleó para conocer la percepción de los productores agrícolas, los funcionarios públicos y los miembros de la sociedad civil sobre la calidad del suelo y su problemática consistió en el desarrollo de talleres participativos de los cuales se obtuvieron los modelos mentales.

En total se llevaron a cabo nueve talleres participativos: tres talleres participativos con productores de maíz y frijol, de los estados de Guanajuato y Puebla; tres talleres con productores de café del estado de Veracruz; y uno más con productores de aguacate del mismo estado; un taller con funcionarios y un taller con miembros de OSC. Los últimos dos se llevaron a cabo en el anfiteatro del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En cada uno de los talleres realizados, se entregó individualmente una carta informativa sobre los objetivos y la descripción del proyecto amplio (CONACYT 247672), una carta compromiso de entrega de resultados a los participantes, y por último un documento con información de contacto y responsiva de protección de datos (Anexos III y IV). Además, se solicitó la autorización a los participantes para poder realizar la documentación fotográfica y de audio de los talleres participativos.

Al comienzo de cada taller con los agricultores, se solicitó a los participantes el llenado de un cuestionario referente al tipo de manejo y prácticas agrícolas propias de sus parcelas. El objetivo de este cuestionario era la caracterización de las parcelas experimentales muestreadas por otros miembros del proyecto amplio.

Previamente a la realización de los talleres participativos en campo, se solicitó orientación y apoyo a la M. en C. Lashkmi Charli y la Geógrafa Bertha Hernández Aguilar, asociadas al Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM, quienes han desarrollado con anterioridad investigación transdisciplinaria en sistemas socioambientales usando modelos mentales. Los integrantes del equipo vinculación mantuvimos sesiones de apoyo y pilotaje, las cuales nos permitieron aproximarnos a este tipo de metodologías y enfoques de investigación.

Posteriormente, el equipo de vinculación planeó, diseñó y realizó dos talleres participativos piloto con jardineros y curadores del Jardín Botánico de la UNAM, en el cual pudimos poner en práctica las dinámicas del taller (los resultados de estos talleres no se presentan como parte de esta tesis).

## 2.1 Participantes

Los productores agrícolas participantes se dedican a la siembra de cuatro tipos de cultivos diferentes: café, maíz, aguacate y frijol, distribuidos en distintos estados de la República Mexicana. En total son siete localidades en los estados de Puebla, Guanajuato y Veracruz. Me refiero a ellos como productores agrícolas pues había entre los participantes, principalmente, pequeños productores campesinos, pero también técnicos o trabajadores de plantaciones de café o aguacate que difícilmente podrían identificarse como campesinos. El número de asistentes a cada uno de los talleres participativos con los productores agrícolas se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Número de asistentes a los talleres participativos en cada una de las localidades de interés.

Cultivo	Localidad	No. de asistentes
Maíz y frijol	Guarapo, Gto.	14
	San Felipe, Gto.	13
	Zapotitlán, Pue.	14
Café	Coatepec, Ver.	8
	Huatusco, Ver.	9
	Naolinco, Ver.	10
Aguacate	Huatusco, Ver.	11

Estos sitios fueron elegidos a partir de los requerimientos de los distintos participantes en el proyecto amplio CONACYT 247672 y, para fines de este trabajo, lo relevante es que constituyen un conjunto de sitios asociados a un espectro amplio de ecorregiones, manejos y tipos de cultivo, por lo que se espera se puedan reflejar relaciones y tendencias generales en la percepción de los suelos y su problemática en una escala amplia.

Para el caso del taller participativo con miembros del sector público, contamos con la asistencia de cuatro participantes. Los asistentes al taller se desempeñan en su mayoría como técnicos de instituciones tales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONABIO), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En el taller participativo con miembros de OSC asistieron tres participantes representando el nombre de Grupo de Estudios Ambientales A.C. (GEA AC), Enlace I.A.P., y el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. (CEMDA).

Tanto en el caso del sector público como de las OSC, las invitaciones se extendieron a instituciones, responsables de programas o grupos cuyas labores están claramente relacionadas con la gestión de recursos naturales, y en particular de los sistemas agrícolas y sus suelos.

## **2.2 Presentación**

Antes de iniciar las dinámicas del taller participativo, se presentó el proyecto amplio (CONACYT 247672) a los participantes del taller. En forma de diapositivas, se resumió brevemente la intención y objetivo del taller participativo, y se destacó la importancia de articular a los tres sectores sociales para la comprensión de la problemática de los suelos agrícolas. También se recalcó el compromiso de la devolución de resultados al finalizar la investigación.

Las dinámicas a desarrollar en los talleres participativos fueron cuatro: el croquis del sistema, la creación conjunta del modelo mental, la ponderación final de los componentes del modelo mental y la búsqueda dirigida de potenciales indicadores sobre la calidad del suelo.

## **2.3 Croquis del sistema**

El croquis del sistema es una imagen generada como un dibujo a mano alzada que puede incluir cualquier tipo de figura o texto, y que puede ser desarrollada por una sola persona o por grupos. Es un medio excelente para la comunicación y el desarrollo de ideas y la comprensión de las mismas (Horan, 2002). Durante esta actividad se crean equipos de tres o cuatro personas y se les solicita a los participantes que discutan y representen gráficamente la respuesta a alguna versión de la pregunta “¿Cómo ve la situación o problemática del suelo de su comunidad?” para el caso de los productores agrícolas; y para el caso de funcionarios y miembros de OSC fue “¿Cómo percibe la situación actual de los suelos agrícolas y su problemática en México?”. Una vez concluida la representación gráfica (croquis del sistema), cada equipo se encarga de explicar al resto de los

participantes del taller el croquis del sistema que elaboró, exponiendo a detalle la importancia de los elementos incluidos en él.



Fig. 3.- Fotografías que ilustran la dinámica de elaboración del croquis del sistema. Arriba: Momento de la organización y discusión del equipo. Izquierda: Explicación del croquis ante el grupo. Abajo: Fotografía de un croquis del sistema creado por productores de maíz de la localidad de Guarapo, Gto. (Foto: Equipo vinculación).

A partir de la explicación del croquis del sistema los facilitadores anotan todos los conceptos en tarjetas de colores que se utilizarán en la siguiente dinámica. De esta dinámica en particular se obtienen los conceptos o elementos que formarán parte del modelo mental.

Posteriormente, se da un receso a los participantes durante el cual los facilitadores del taller acomodan y examinan las tarjetas para corroborar que la mayoría de los conceptos mencionados estén representados o para eliminar conceptos repetidos. De igual manera, antes de comenzar la construcción del modelo mental se le pregunta a los participantes si se puede agregar o segregar



Los resultados de la dinámica de generación son el audio sobre la discusión de las relaciones entre los componentes, las fotografías del desarrollo de la actividad y el modelo mental en papel.

## 2.5 Ponderación del modelo mental

La generación del modelo mental ponderado tiene como finalidad incluir la opinión de todos los participantes del grupo, incluso de quienes se hayan expresado poco durante la elaboración del modelo. Durante esta actividad se le otorga a cada participante tres etiquetas que funcionan como puntos de ponderación. Se les solicita que, de acuerdo a su criterio personal, califiquen el o los conceptos de mayor importancia en el modelo mental. De esta manera se incluye la percepción de los participantes más reservados y sus ideas quedan reflejadas en la construcción del modelo. Otro aspecto importante de la ponderación reside en que será posible resaltar variables relevantes, pero que tal vez carecen de un número elevado de conexiones o relaciones.

Al finalizar esta dinámica, se obtiene el modelo mental ponderado con aquellos componentes que los participantes consideran de mayor relevancia según su opinión personal (Fig. 5).

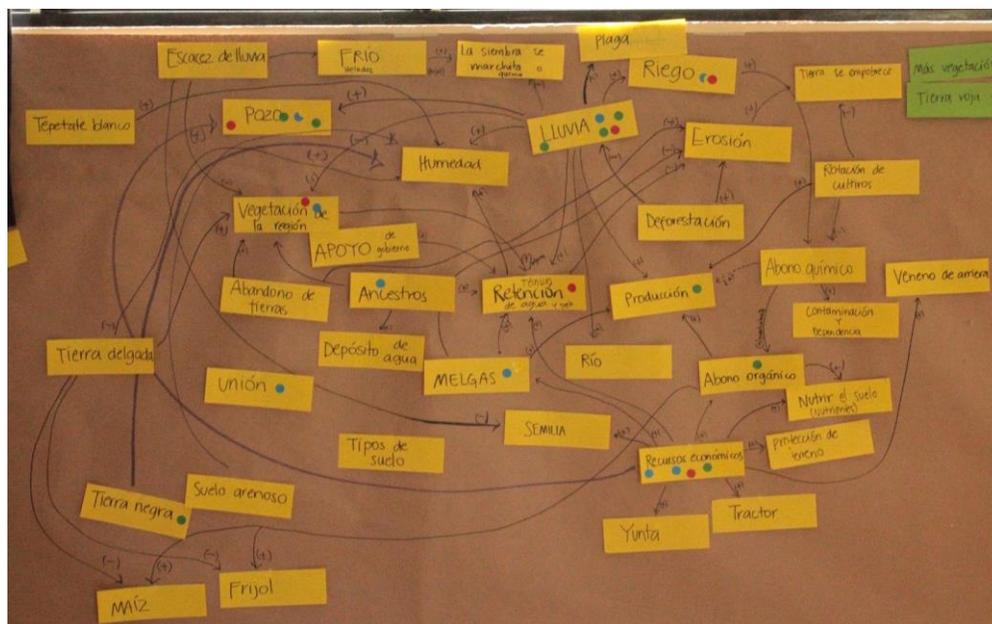


Fig. 5. Modelo mental ponderado tras la selección de los componentes más destacados por los participantes.

## **2.6 Búsqueda de potenciales indicadores sobre la calidad del suelo**

Si bien el análisis posterior de los modelos mentales podrá en principio contribuir a la identificación de indicadores de la calidad del suelo, en la etapa de la búsqueda dirigida y conjunta de indicadores se plantea directamente la pregunta sobre cuáles aspectos utilizan los productores para conocer la calidad del suelo. Con el desarrollo de esta actividad se pretende recabar de manera más completa los indicadores potenciales sobre la calidad del suelo pues en ocasiones éstos no se hacen explícitos en la construcción del modelo mental. Resultado de este proceso de reflexión, están las tarjetas con el nombre o las características del potencial indicador de la calidad del suelo, indicando si este posible indicador evalúa un aspecto positivo o negativo sobre la calidad (tarjetas verdes en la Fig. 5).

En la parte final de cada uno de los talleres se comentó de forma general el modelo generado, se agradeció la participación de todos y se realizó un convivio en el que se invitó a los participantes a comer y a departir informalmente entre ellos y con el equipo de vinculación.

En resumen, como resultado de los talleres participativos tenemos los croquis del sistema de los equipos de participantes, un modelo mental grupal, que posteriormente da lugar a un modelo ponderado, así como fotografías y grabaciones de audio de las actividades. Todo esto constituyó material de apoyo que permitió profundizar en los conceptos y resolver diversas dudas durante el proceso de sistematización de la información.

De manera general, la dinámica de los talleres participativos, así como las actividades y los tiempos establecidos para cada una de ellas, se presentan en la tabla 5.

## 2.7 Tabla general de tiempos y actividades de los talleres participativos.

Actividad	Tiempo estimado (Min.)
Presentación del proyecto CONACyT 247672	15
Presentación de los participantes y presentación del equipo vinculación	10
Formación de equipos de trabajo y croquis del sistema	15
Descanso/ Revisión de tarjetas y componentes	10
Discusión grupal de las tarjetas y componentes	10
Generación del modelo mental	110
Ponderación del modelo mental	10
Búsqueda conjunta de indicadores de CS	15
Convivio entre los asistentes al taller	Indefinido

### 3. Elaboración de diccionarios

Con el objetivo de hacer comparables los componentes de los distintos modelos mentales, se generó un diccionario con conceptos estandarizados/homogeneizados. Para ello se compararon las listas de palabras de cada uno de los talleres y si se trataba de sinónimos o conceptos similares se elegía un único concepto o frase que los describiera pero siempre teniendo cuidado de mantener la integridad de las relaciones y la esencia de la idea original en los modelos mentales. Por ejemplo el componente homogeneizado “Fertilizantes inorgánicos” engloba a los siguientes conceptos mencionados en distintos talleres: “abono químico”, “fertilizante en polvo”, “fertilizante sintético”, “fertilizante químico”; o el componente homogeneizado “Cuerpo natural de agua” que integra los conceptos de “río”, “manantial”, “laguna” y “mantos acuíferos”.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Para ver una descripción más precisa sobre los conceptos homogeneizados con sus equivalencias, por favor revise el glosario en el Anexo I.

Para la elaboración de estos diccionarios comunes fue necesario la revisión de los audios de los talleres participativos, las imágenes de los modelos mentales en papel, así como la discusión en varias sesiones del equipo de vinculación en las cuales se deliberó la compatibilidad y significado de los componentes candidatos a agregarse.

Se generaron tres diccionarios: un diccionario compartido para productores agrícolas; un diccionario compartido para funcionarios y miembros de la OSC; y por último un diccionario común que agregaba a estos dos últimos. Los resultados aquí presentados contienen los nombres dados en el diccionario común a todos los sectores. Sin embargo, para la devolución de los resultados a productores se mantuvieron sus términos originales (ver sección de Talleres de Cierre).

#### **4. Visualización y análisis de los modelos mentales**

Una vez obtenidos los modelos mentales, estos pueden ser analizados mediante distintos métodos. El análisis de los modelos mentales puede ser a diferentes niveles: a nivel de componentes, a nivel del modelo mental en su totalidad, y mediante una comparación entre modelos.

Para la visualización y el análisis de la estructura de los modelos mentales se utilizó el software *Cytoscape v.3.4.0*, el cual permite representar los modelos de manera estructurada y sistemática. Este paquete se utiliza para analizar redes en las que los elementos o nodos (los conceptos que conforman el modelo mental) están unidos por aristas o flechas que indican las interacciones entre ellos. *Cytoscape* permite calcular estadísticos que resumen la estructura de la red que conforma el modelo mental y que permiten caracterizar a los nodos individuales en términos de sus relaciones con otros nodos. Algunos de estos estadísticos son: la conectividad (*edge count*), el grado de entrada del nodo (*indegree*), el grado de salida (*outdegree*), nodos tipo receptores (*receivers*) o nodos tipo conductores (*drivers*), así como el grado de intermediación del nodo (*betweenness centrality*).

Un parámetro importante en el análisis de las redes es la centralidad (Newman, 2010). Esta medida suele considerarse como indicador de la importancia de un nodo al interior de la red (Newman, 2010). De las distintas medidas de centralidad de un nodo, una de las más sencillas es el grado de conectividad (*edge count*), que indica el número de conexiones que mantiene ese nodo en específico. En muchos casos los nodos con un alto grado de conectividad, es decir un mayor número de conexiones, resultan elementos relevantes dentro del sistema y desempeñan un papel

importante para su funcionamiento (Newman, 2010). En general existen dos tipos de redes: dirigidas y no dirigidas. En las redes dirigidas los nodos tienen diferente naturaleza de grados: el grado de entrada (*indegree*) y el grado de salida (*outdegree*), que corresponden al número de relaciones entrantes o salientes del nodo, respectivamente (Newman, 2010).

Los componentes conductores son nodos que pueden ser interpretados como elementos de entrada del sistema, pues las interacciones de salida (*outdegree*) que mantienen con otros componentes de la red, los señalan como variables modificables para realizar cambios al interior del sistema. Estos componentes conductores representan puntos directos de incidencia con el propósito de intervenirlos. En cambio, los componentes receptores son influenciados por otros componentes de la red, y presentan asociado a ellos sólo interacciones de entrada (Gray et al., 2012). Este tipo de conceptos, tanto receptores como conductores, han sido propuestos como componentes propensos a ser alternativas de modificación y monitoreo por parte de los actores involucrados en una problemática socioambiental.

Los componentes tipo conductor o tipo receptor son relevantes para analizar la estructura de la red. El software *Cytoscape* permite visualizar las redes de una manera jerárquica, con lo que es posible analizar los flujos de información en la red que representa al modelo mental, en la cual los nodos se colocan en niveles dispuestos jerárquicamente y la organización de los nodos dentro de cada nivel se elige de tal manera que se minimice el número de cruces de las relaciones (Manual de usuario *Cytoscape*).

Otro parámetro utilizado en el análisis de redes es la intermediación (*betweenness centrality*), que expresa la medida en la que un nodo se encuentra en los caminos entre otros nodos (Newman, 2010). Los nodos con mayor intermediación son en muchas redes (ecológicas, tecnológicas, redes sociales, etc.) aquellos por los cuales pasa una mayor cantidad de información, materia o energía. Se postula que estos nodos son importantes para la “comunicación” entre los otros nodos de la red y para la integración de la red en general, ya que se encuentran presentes en la mayor cantidad de rutas tomadas por la información o materia que fluye por las redes (Newman, 2010).

Se agregaron tres filtros de información a la visualización de los modelos mentales: i) el tamaño del nodo, que representa el número de conexiones totales de ese componente, ii) el color del nodo, que refleja el grado de intermediación del componente en la estructura de la red, y iii) la visualización jerárquica de la red, que permite observar los flujos de información al interior de la red. Basado en

la información proporcionada por estos parámetros podremos discutir en torno a componentes de mayor relevancia para cada modelo mental.

Los modelos mentales con conceptos estandarizados nos permiten realizar un análisis comparativo entre los sectores sociales con los que desarrollamos los talleres participativos. Esto, con el propósito de encontrar similitudes y diferencias alrededor de sus prácticas productivas, problemáticas en escala local (para el caso de productores agrícolas) y escala regional (desde la perspectiva de miembros del sector público y miembros de OSC), soluciones implementadas a esas problemáticas e indicadores de la calidad del suelo.

Este análisis sentó la base para la entrega de los resultados obtenidos en el proyecto amplio *Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales* (CONACYT, 247672) con los productores agrícolas, funcionarios públicos y miembros de OSC.

## **5. Diagramas de Venn**

Para el análisis de los componentes compartidos y únicos de cada modelo mental, así como para la identificación de los componentes compartidos y únicos por sector (Maíz y frijol, Fig. 15; Café, Fig. 16; Productores, Fig. 17; Tres sectores sociales, Fig. 18 y Anexo II), fue necesario utilizar diagramas de Venn (DV). Esta actividad se realizó con la totalidad de conceptos utilizados en los diversos modelos mentales y los conjuntos y los DV se obtuvieron en la página Venny 2.0 (<http://bioinfo.gp.cnb.csic.es/tools/venny/>).

## **6. Talleres de cierre**

Los talleres de cierre con los productores agrícolas tuvieron lugar una vez que los modelos mentales fueron visualizados, analizados e interpretados por los integrantes del equipo de vinculación. El objetivo de estos talleres fue, en primera instancia, regresar los resultados a los participantes de los talleres. De esta manera, fueron diseñados unos folletos informativos que mostraban el modelo mental propio de cada taller, con las palabras originales utilizadas por los productores agrícolas. Además, con la idea de facilitar la comunicación eficiente de la información, los modelos mentales fueron rediseñados por una profesional que agregó una simbología que ilustra de manera más

atractiva y precisa a cada elemento del modelo mental. En el anexo VI se muestra el folleto informativo sobre el cultivo de café.

En segunda instancia, los talleres nos permitieron corroborar la información vertida en los modelos mentales, pues durante el desarrollo de los mismos, los participantes reconocían o comentaban sobre los componentes y las interacciones entre éstos. Esto generó una discusión entre lo que se plasmó en un principio en los modelos mentales, y el proceso de evolución de la comunidad, las parcelas, técnicas y los productores hasta ese momento.

## **RESULTADOS**

### **1. Visualización de los modelos mentales como redes**

La visualización jerárquica permite observar los flujos de información, generalmente desde los nodos basales que son componentes tipo conductores, y en lo más alto de la red los componentes que son influenciados, es decir los tipo receptores. El tamaño del componente indica la cantidad total de relaciones (entrada o salida), es decir, su conectividad; la interpretación visual es que a mayor tamaño del nodo, mayor número de relaciones del componente. El color del componente indica la intermediación dentro de la estructura de la red. Se interpreta en una gama de colores cálidos a fríos, siendo los nodos con colores cálidos aquellos con mayor intermediación, y los color fríos una menor intermediación.

La ponderación individual permite recabar, de manera más completa, la opinión de todos los participantes y se representa gráficamente como el número de puntos asociadas a una variable. Las figuras 6-14 muestran la representación visual resultante de los modelos mentales.

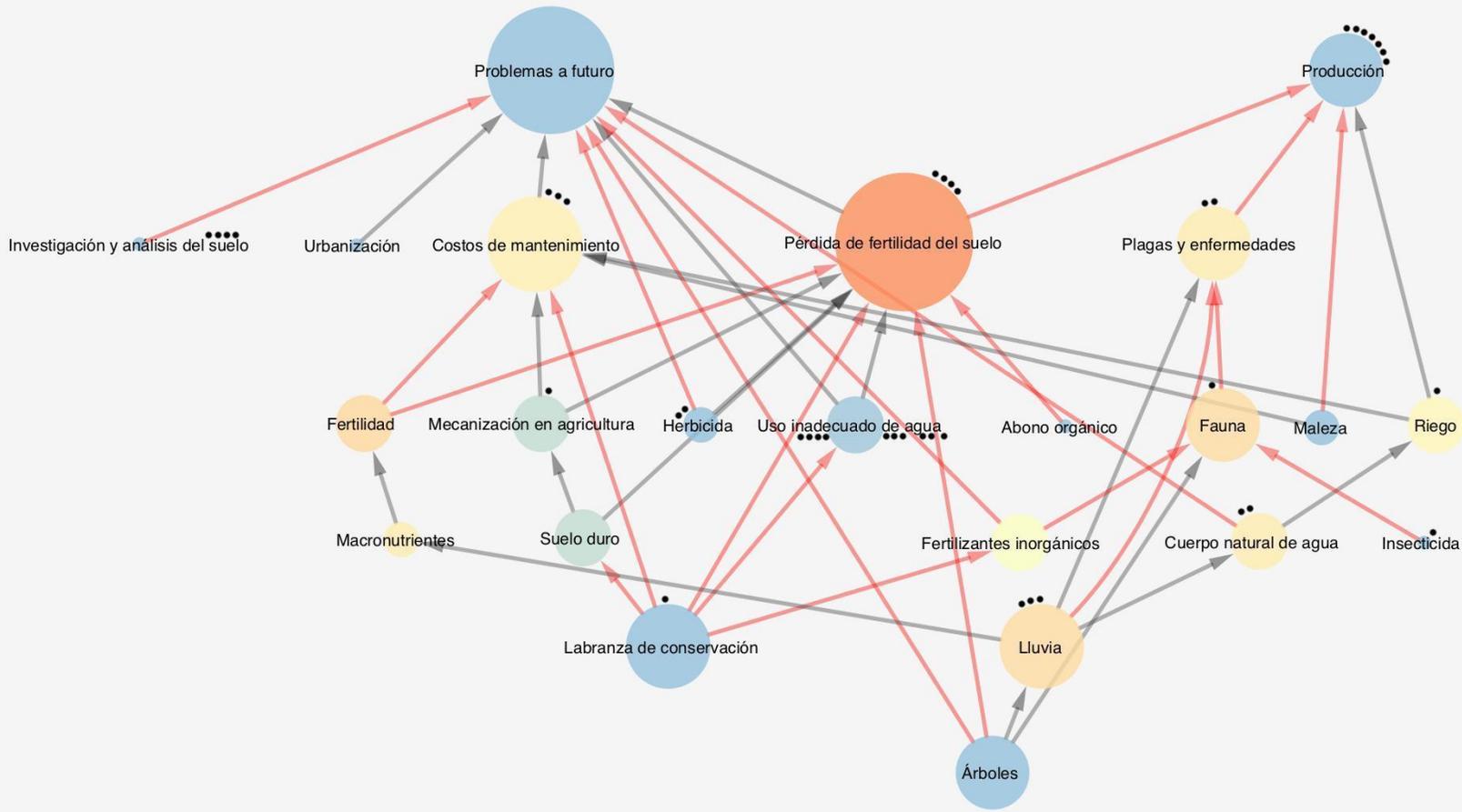


Fig. 6. Modelo mental de los productores agrícolas de la comunidad de Guarapo, Guanajuato.



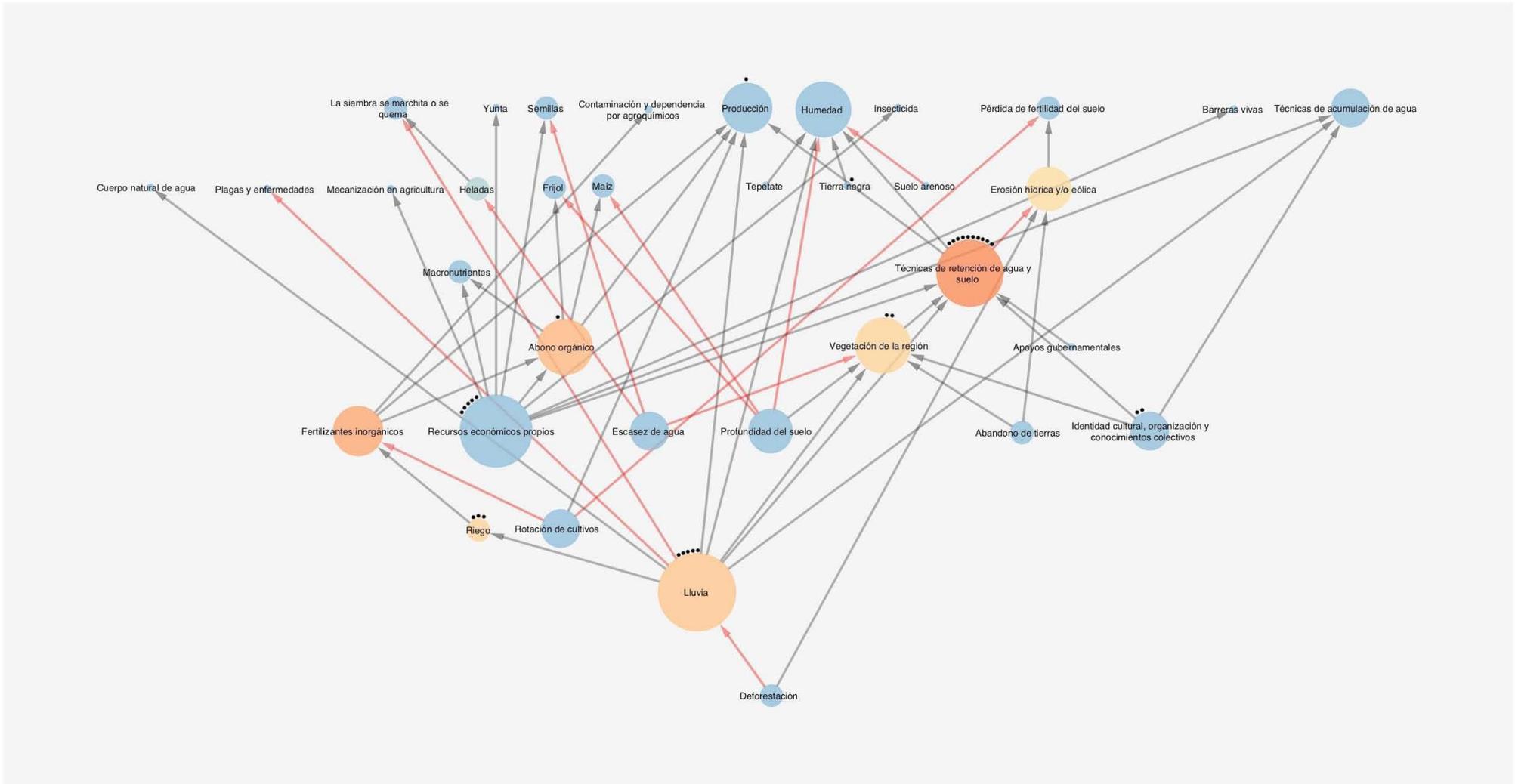


Fig. 8. Modelo mental de los productores agrícolas de la comunidad de Zapotitlán, Puebla.

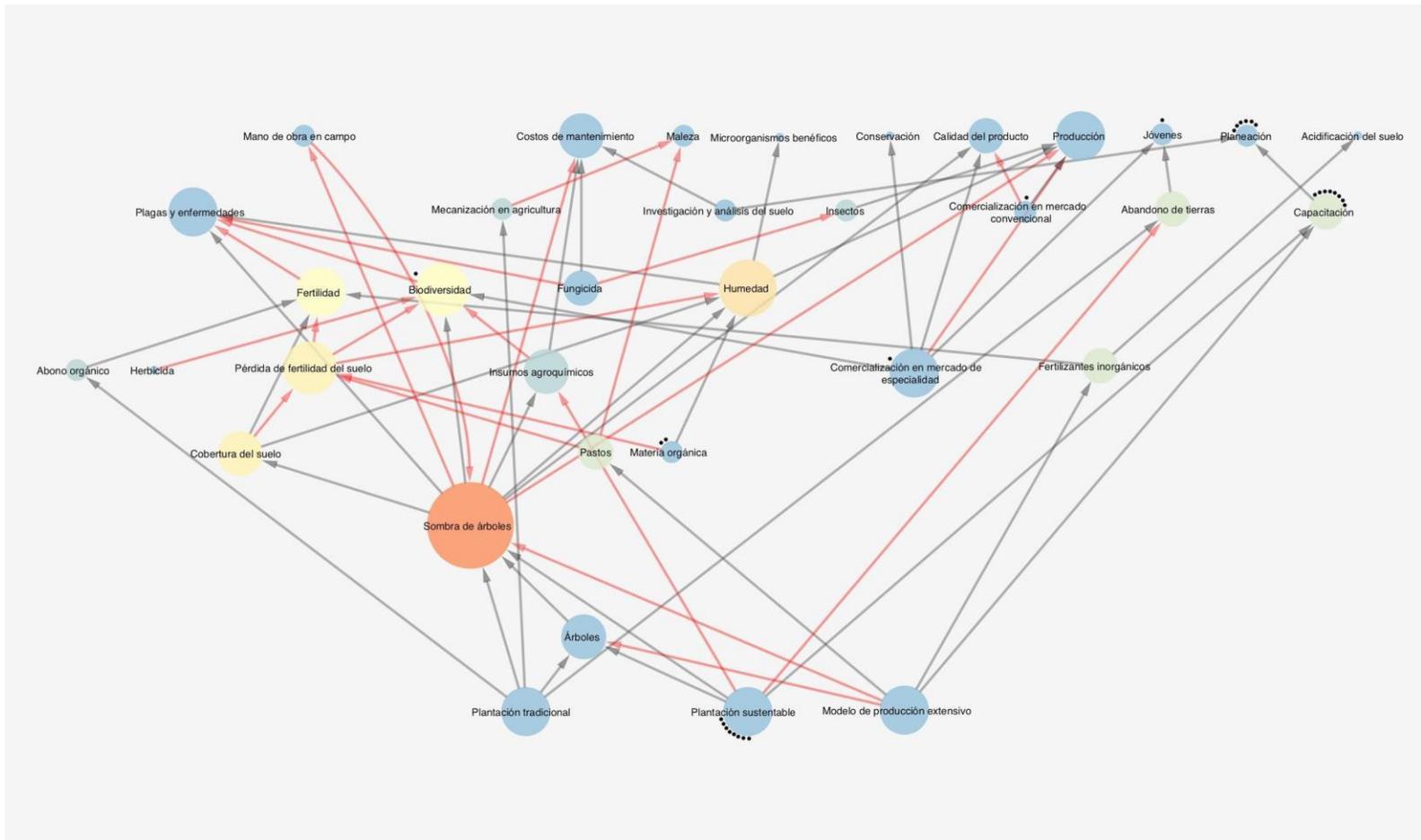


Fig. 9. Modelo mental de los productores agrícolas de la comunidad de Naolinco, Veracruz.

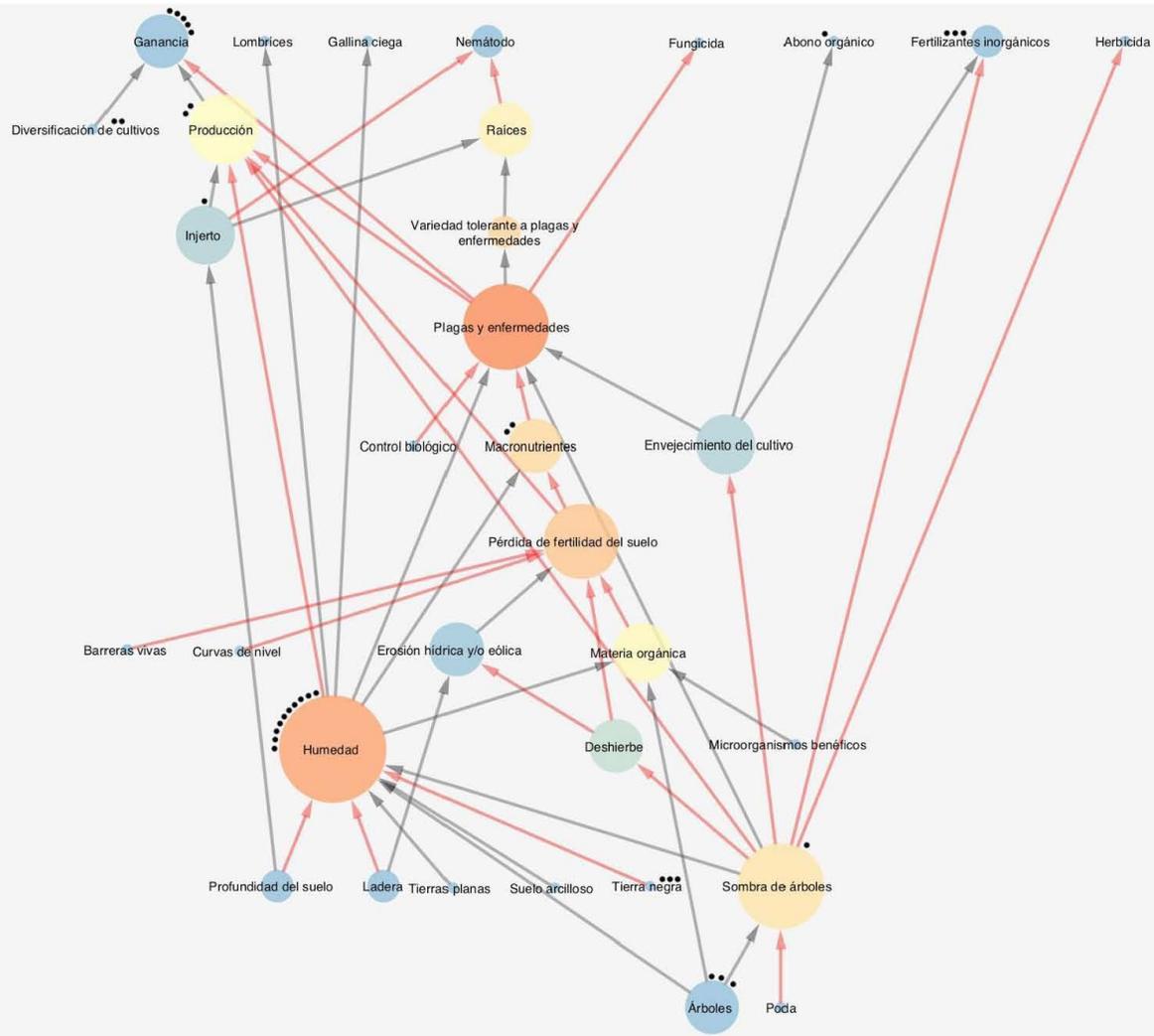


Fig. 10. Modelo mental de los productores agrícolas de la comunidad de Huatusco, Veracruz correspondiente al cultivo de café.

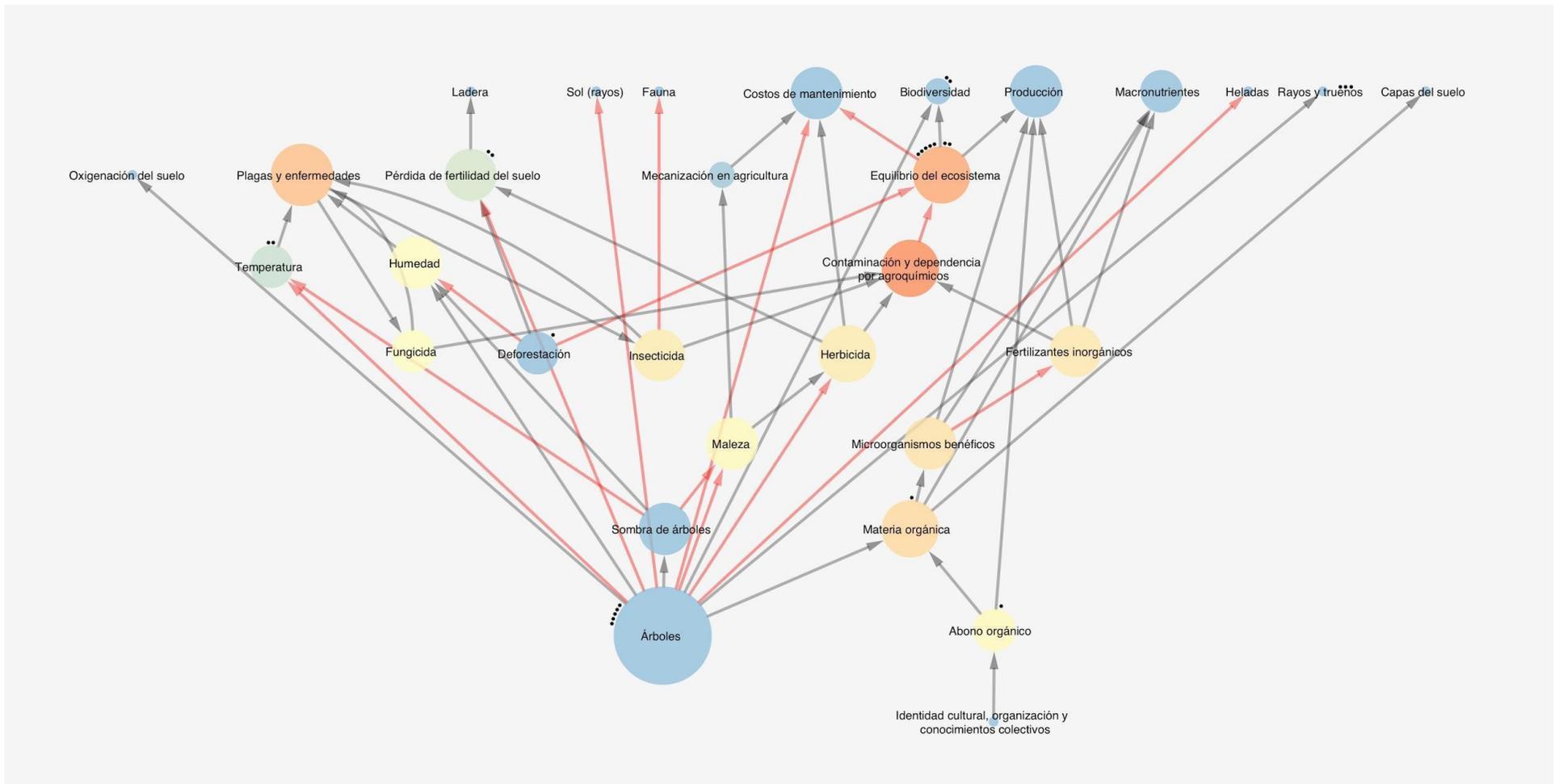


Fig. 11. Modelo mental de los productores agrícolas de la comunidad de Coatepec, Veracruz.



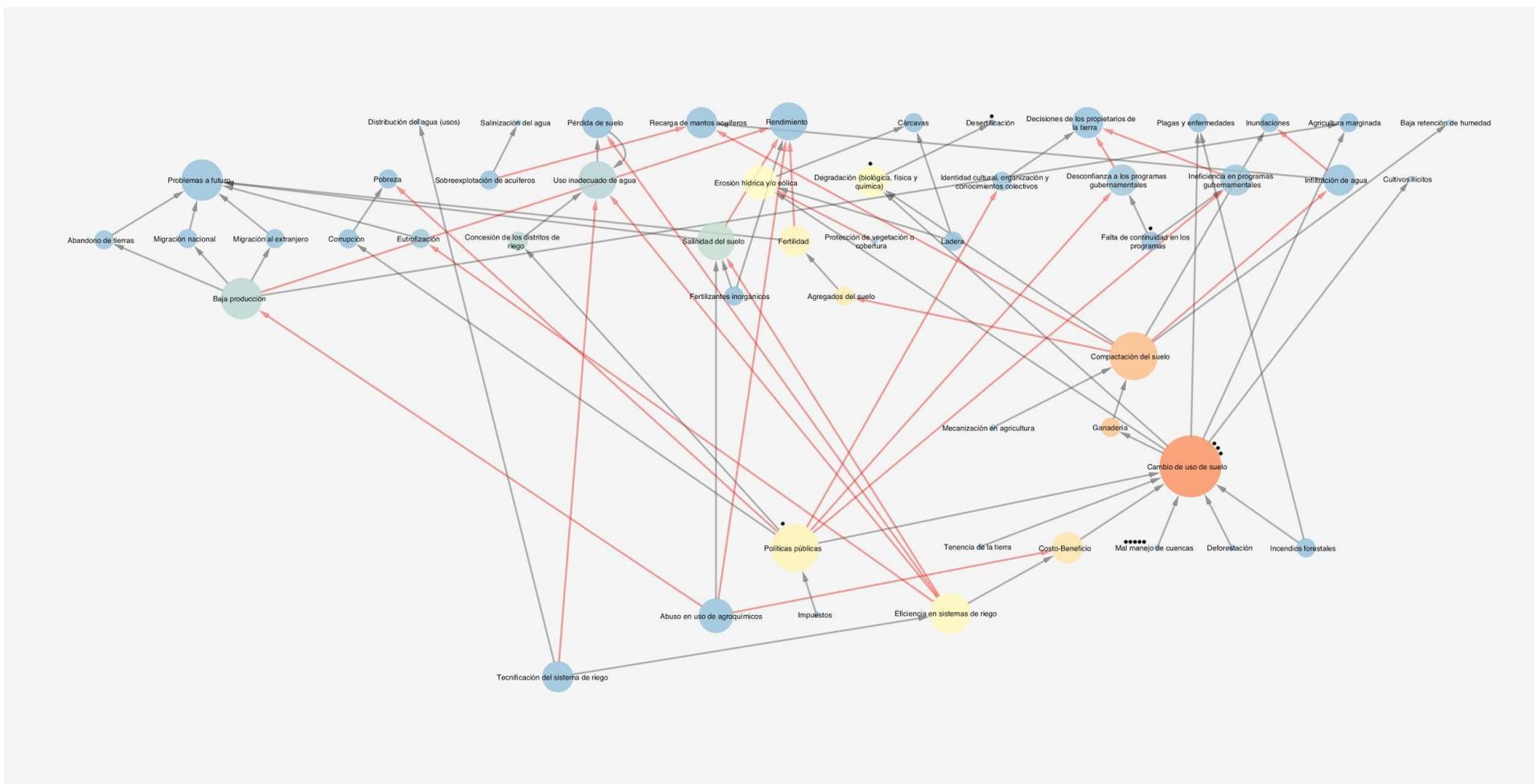


Fig. 13. Modelo mental de los miembros del sector público.

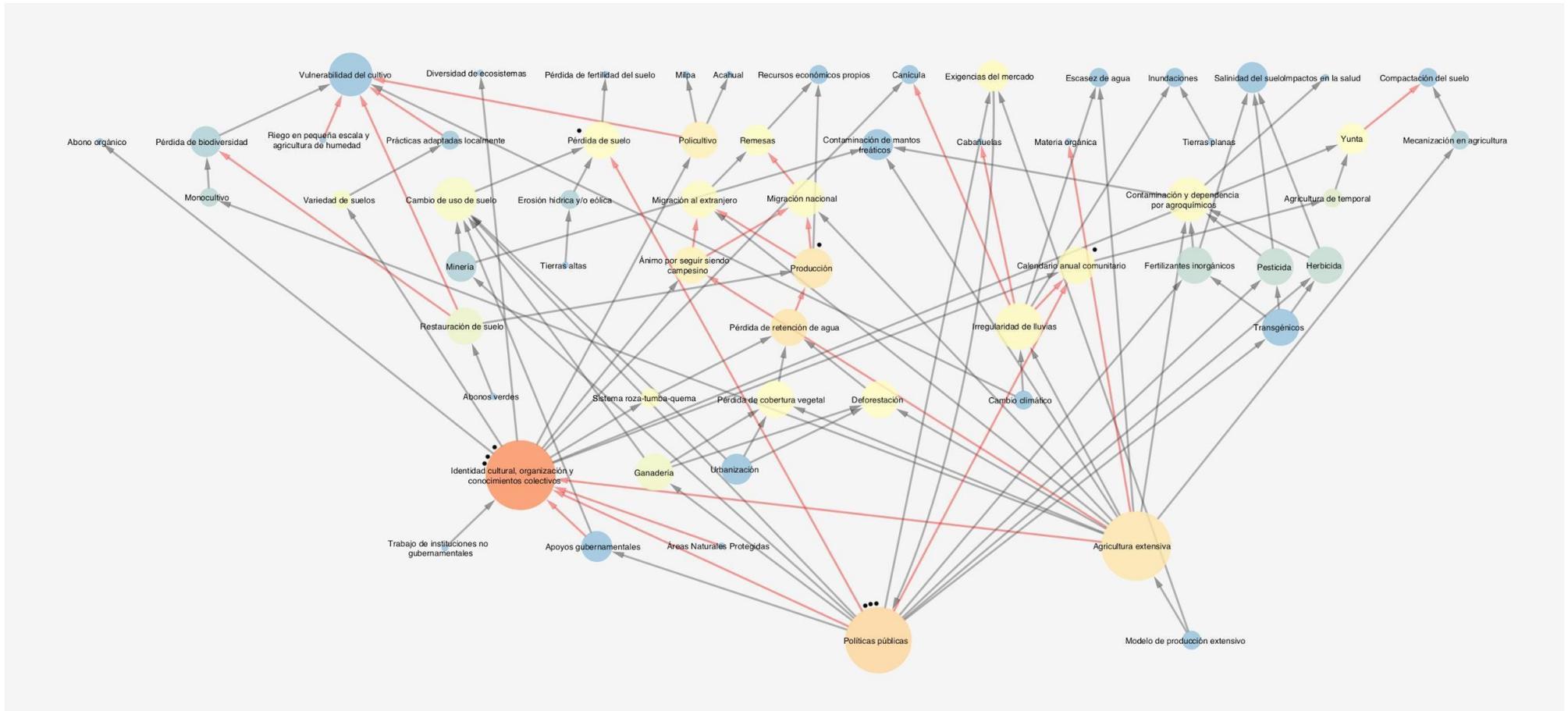


Fig. 14. Modelo mental de los miembros de OSC.

## 2. Caracterización de los modelos mentales por parámetros de redes

### 2.1. Conectividad

En las tabla 6 se presentan los conceptos que representan los tres primeros lugares con mayor índice de conectividad para cada uno de los modelos mentales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC).

Tabla 6. Conceptos con mayor índice de conectividad en cada una de las redes de los modelos mentales.

<b>Maíz y frijol</b>					
<b>Guarapo</b>		<b>San Felipe</b>		<b>Zapotitlán</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>
Pérdida de fertilidad del suelo	10	Lluvia	15	Lluvia	10
Problemas a futuro	9	Producción	10	Recursos económicos propios	9
Costos de mantenimiento	6	Siembra	7	Técnicas de retención de agua y suelo	8
<b>Café</b>					
<b>Coatepec</b>		<b>Huatusco</b>		<b>Naolinco</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>
Árboles	13	Humedad	13	Sombra de árboles	14
Plagas y enfermedades	6	Plagas y enfermedades	9	Humedad	7
Herbicida		Sombra de árboles			
Materia orgánica	5	Pérdida de fertilidad del suelo	7	Pérdida de fertilidad del suelo	6
Equilibrio del ecosistema				Biodiversidad	
Contaminación					

y dependencia  
por  
agroquímicos

<b>Aguacate</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>
Suelo permeable	25
Lombrices, Nemátodo, Estancamiento de agua, Diversificación de cultivos, Fertilidad, Oxigenación del suelo, Raíces	3
Mal crecimiento del árbol, Investigación y análisis del suelo, Cultivo saludable, Planeación de fertilización, Calidad del producto, Costos de mantenimiento, Erosión hídrica y/o eólica, Fertilizantes inorgánicos, Ladera, Microorganismos benéficos Plagas y enfermedades, Precio de fruta, Producción	2
<b>Miembros del sector público</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>
Cambio de uso de suelo	12
Compactación del suelo Políticas públicas	8
Eficiencia en sistemas de riego Baja producción Problemas a futuro	6
<b>Miembros de OSC</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de conectividad</i>
Identidad cultural y conocimientos colectivos Agricultura extensiva	14
Políticas públicas	13
Irregularidad de lluvias	7

## 2.2. Intermediación

En la tabla 7 se presentan los conceptos que representan los tres primeros lugares con mayor índice de intermediación para cada uno de los modelos mentales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC).

Tabla 7. Conceptos con mayor índice de intermediación en cada una de las redes de los modelos mentales.

<b>Maíz y frijol</b>					
<b>Guarapo</b>		<b>San Felipe</b>		<b>Zapotitlán</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>	<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>	<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>
Pérdida de fertilidad del suelo	0.0275	Recursos económicos propios	0.1154	Técnicas de retención de agua y suelo	0.0236
Fertilidad	0.0129	Mecanización en agricultura	0.0937	Fertilizantes inorgánicos	0.0187
Fauna	0.0119	Producción	0.0863	Abono orgánico	0.0155
Lluvia					
<b>Café</b>					
<b>Coatepec</b>		<b>Huatusco</b>		<b>Naolinco</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>	<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>	<i>Concepto</i>	<i>Intermediación</i>
Contaminación y dependencia por agroquímicos	0.0554	Plagas y enfermedades	0.0850	Sombra de árboles	0.0481
Equilibrio del ecosistema	0.0455	Humedad	0.0712	Humedad	0.0144
Plagas y enfermedades	0.0357	Pérdida de fertilidad del suelo	0.0483	Cobertura del suelo	0.0080
				Pérdida de fertilidad del suelo	
<b>Aguacate</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Intermediación</i>		
Suelo permeable			0.0713		
Lombrices			0.0231		
Nemátodo			0.0106		
<b>Miembros del sector público</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Intermediación</i>		
Cambio de uso de suelo			0.0661		
Compactación del suelo			0.0416		
Ganadería			0.0379		
<b>Miembros de OSC</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Intermediación</i>		
Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos			0.0348		
Políticas públicas			0.0145		
Pérdida de retención de agua			0.0103		

### 3. Componentes conductores

En la tabla 8 se presentan los conceptos que representan los tres primeros lugares con mayor grado de salida para cada uno de los modelos mentales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC).

Tabla 8. Conceptos con mayor grado de salida en cada una de las redes de los modelos mentales.

<b>Maíz y frijol</b>					
<b>Guarapo</b>		<b>San Felipe</b>		<b>Zapotitlán</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>
Labranza de conservación	5	Lluvia	14	Lluvia Recursos económicos propios	9
Árboles	4	Cobertura del suelo Yunta	3	Abono orgánico	4
Lluvia		Abono orgánico		Profundidad del suelo	
Pérdida de fertilidad del suelo		Piedras			
Fertilidad		Recursos económicos propios		Técnicas de retención de agua y suelo	
Cuerpo natural		Mecanización en agricultura		Fertilizantes inorgánicos	
Riego		Fertilizantes inorgánicos		Rotación de cultivos	3
Fertilizantes inorgánicos	2	Suelo duro	2	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	
Mecanización en agricultura		Ganado		Escasez de agua	
Suelo duro		Quema			
Uso inadecuado de agua		Maleza			
Maleza		Profundidad del suelo			
Herbicida		Suelo arenoso			
		Tepetate			
<b>Café</b>					
<b>Coatepec</b>		<b>Huatusco</b>		<b>Naolinco</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de salida</i>
Árboles	13	Sombra de árboles	7	Sombra de árboles	9

Equilibrio del ecosistema, Materia orgánica, Microorganismos benéficos, Fertilizantes inorgánicos, Herbicida, Insecticida, Deforestación, Sombra de árboles	3	Humedad	6	Plantación sustentable Plantación tradicional Modelo de producción extensivo Comercialización en mercado de especialidad	5
Plagas y enfermedades Abono orgánico Maleza Fungicida	2	Plagas y enfermedades	4	Humedad Pérdida de fertilidad del suelo Cobertura del suelo Fungicida	3
<b>Aguacate</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Grado de salida</i>		
Suelo permeable					23
Nemátodo					
Ladera					2
Oxigenación del suelo					
Lombrices, Mal crecimiento del árbol, Investigación y análisis del suelo, Estancamiento de agua, Cultivo saludable, Planeación de fertilización, Abono orgánico, Calidad del producto, Costos de mantenimiento, Fertilizantes inorgánicos, Grava, Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos, Plagas y enfermedades, Suelo arcilloso					1
<b>Miembros del sector público</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Grado de salida</i>		
Políticas públicas					7
Cambio de uso de suelo					
Compactación del suelo					6
Eficiencia de sistemas de riego					
Baja producción					5
<b>Miembros de OSC</b>					
<i>Concepto</i>			<i>Grado de salida</i>		
Agricultura extensiva					13
Políticas públicas					12
Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos					9

#### 4. Componentes receptores

En la tabla 9 se presentan los conceptos que representan los tres primeros lugares con mayor grado de entrada para cada uno de los modelos mentales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC).

Tabla 9. Conceptos con mayor grado de entrada en cada una de las redes de los modelos mentales

<b>Maíz y frijol</b>					
<b>Guarapo</b>		<b>San Felipe</b>		<b>Zapotitlán</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>
Problemas a futuro	9	Producción	9	Humedad	6
Pérdida de fertilidad del suelo	8	Siembra	7	Técnicas de retención de agua y suelo Vegetación de la región Producción	5
Costos de mantenimiento	5	Humedad	5	Erosión hídrica y/o eólica Técnicas de acumulación de agua	3
<b>Café</b>					
<b>Coatepec</b>		<b>Huatusco</b>		<b>Naolinco</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>	<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>
Contaminación y dependencia por agroquímicos Plagas y enfermedades Costos de mantenimiento Producción	4	Humedad	7	Sombra de árboles Biodiversidad Plagas y enfermedades Producción	5
Humedad Pérdida de fertilidad del suelo Macronutrientes	3	Plagas y enfermedades Pérdida de fertilidad del suelo Producción	5	Humedad Fertilidad Costos de mantenimiento	4
Equilibrio del ecosistema Materia orgánica	2	Materia orgánica Ganancia	3	Pérdida de fertilidad del suelo Árboles	3

Herbicida	Calidad del producto
Maleza	
Temperatura	
Biodiversidad	
<b>Aguacate</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>
Diversidad de cultivos	
Fertilidad	3
Raíces	
Suelo permeable	
Lombrices	
Estancamiento de agua	
Erosión hídrica y/o eólica	2
Microorganismos benéficos	
Precio de la fruta	
Producción	
Nemátodo, Mal crecimiento del árbol	
Investigación y análisis del suelo	
Cultivo saludable	
Planeación de fertilización	
Calidad del producto	
Costos de mantenimiento	
Cuerpo natural de agua	1
Fertilizantes inorgánicos	
Fungicida, Ganadería, Herbicida	
Insecticida, Inversión	
Microorganismos perjudiciales	
Oxigenación del suelo, Plagas y enfermedades	
Poda, Tierra fértil, Técnica de drenaje	
<b>Miembros del sector público</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>
Cambio de uso de suelo	6
Problemas a futuro	
Rendimiento	5
Uso inadecuado de agua	4
<b>Miembros de OSC</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Grado de entrada</i>
Vulnerabilidad del cultivo	6
Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	5
Cambio de uso de suelo	
Contaminación y dependencia por agroquímicos	4

También se obtuvo una subred generada a partir de cada modelo mental en la cual mediante la aplicación *Cytohubba v. 1.0* se obtuvieron los 10 nodos con mayor intermediación (*betweenness centrality*) para todos los modelos mentales, miembros del sector público, y miembros de OSC. Los nodos y relaciones obtenidos a partir de la generación de estas subredes también ayudaron a la interpretación de cada modelo mental (Anexo VII).

## **5. Descripción general de los modelos mentales por localidad.**

A continuación se presenta una descripción cualitativa, extraída de los modelos analizados como redes jerárquicas y de la información complementaria (audios, fotografías y notas), del sistema y de la problemática asociada a la degradación de los suelos en cada una de las localidades. Esta descripción se elaboró a partir del análisis de los modelos mentales de cada grupo particular de productores agrícolas y los sectores sociales de funcionarios y miembros de OSC. Cabe mencionar que parte de esta descripción se discutió informalmente al final de los talleres en los que se construyó el modelo y en los talleres de cierre (ver sección correspondiente), contribuyendo al objetivo de la elaboración de los modelos mentales de generar una visión compartida por los participantes de una problemática dada.

### **5.1. Guarapo – maíz y frijol**

Desde la percepción de los productores agrícolas de la localidad, los suelos de las parcelas presentan un problema de pérdida de fertilidad. Consideran que esta deficiencia se ha generado a partir de varios factores como el uso excesivo de la maquinaria agrícola, principalmente el tractor, y de la aplicación de productos como los herbicidas y los fertilizantes inorgánicos. Durante la discusión en el taller, se planteó que el uso cada vez más recurrente del tractor para el barbecho de la parcela compacta el suelo, y que esto afecta mayormente a las tierras de poca profundidad. De esta manera, la problemática se retroalimenta negativamente pues la degradación del suelo demanda más utilización de maquinaria y de más insumos sintéticos para fomentar la fertilidad del suelo.

Otro factor identificado por los productores de la localidad que incrementa el deterioro del suelo es el uso inadecuado y excesivo del agua, pues si se riega en exceso la parcela, el suelo se humedece demasiado y puede escurrir por las pendientes del relieve.

En la localidad existen parcelas de siembra de temporal y de riego. El modelo muestra que para ambos tipos de parcelas la lluvia es un factor importante, ya que desde la perspectiva de los productores, el agua de lluvia potencia el efecto de los macronutrientes en los suelos. También la lluvia tiene un efecto (en ocasiones positivo y en ocasiones negativo) sobre las plagas y enfermedades, ya que al llover se “lavan” algunas de las plagas, pero también con la humedad puede incrementarse su presencia en los cultivos de maíz. La presencia de la fauna benéfica en las parcelas ayuda a combatir las plagas, funcionando en algunos casos como control biológico.

Los árboles cerca y fuera de la parcela se identifican como elementos importantes pues mantienen relación con el incremento en la cantidad de lluvia, la retención de humedad en los suelos y la presencia de la fauna benéfica. Al mismo tiempo mantienen una relación negativa con la pérdida de fertilidad, ya que su ausencia se traduce en una menor capacidad de retención de suelo y humedad en las parcelas, generando erosión y consecuentemente la pérdida de fertilidad. Dentro de las posibles problemáticas a futuro identificadas por los participantes se encuentran una mayor pérdida de fertilidad de los suelos provocada por el uso de agroquímicos, el uso excesivo e inadecuado de agua, el aumento de los costos de mantenimiento de las parcelas para su preparación y siembra, la urbanización progresiva, la deforestación y la falta de mayor investigación sobre las características de los suelos de la región.

Una estrategia que se ha adoptado en la región para combatir el deterioro de los suelos es la labranza de conservación, técnica que consiste en no quitar restos de tallos y hojas ni remover el suelo de la parcela de un período de siembra a otro. Desde la experiencia y perspectiva de los productores de Guarapo, esta técnica contribuye a contrarrestar el efecto del suelo duro o muy compactado, evita la pérdida de fertilidad del suelo, reduce el uso de agua, así como de los fertilizantes inorgánicos. La aplicación de abono orgánico, como el rastrojo, promueve la presencia de humedad y fomenta la retención del suelo.

Los productores reconocen la importancia de la investigación y el análisis de suelo, así como de capacitación y orientación sobre los suelos y la producción, mismas que beneficien y satisfagan sus necesidades y preocupaciones.

## **5.2. San Felipe – maíz y frijol**

Uno de los elementos más importantes para los productores de San Felipe es la lluvia, tal es su grado de relevancia que los productores comentan que este recurso “lo es todo”. Con la aparición de las primeras lluvias, se favorece el crecimiento de la “maleza” dentro de las parcelas, misma que puede ser trillada y después usada como abono orgánico en la preparación de la tierra, o como alimento para el ganado. Si la maleza es aprovechada como alimento, posteriormente las heces del ganado pueden ser utilizadas como abono orgánico. El abono orgánico es identificado por los participantes como un abono que retiene humedad que a su vez contribuye a la obtención de un suelo sano.

De acuerdo con el modelo de San Felipe, la lluvia no sólo favorece el crecimiento del maíz y el frijol, sino que también favorece el crecimiento de otros cultivos secundarios como los nopales y algunos árboles frutales. Un aporte importante de la lluvia es la combinación que tiene con los fertilizantes inorgánicos, pues de acuerdo con los productores facilita su accionar y potencia su efecto sobre los cultivos. De otra manera, esto representaría un desperdicio de fertilizante inorgánico, una mala inversión, y una afectación al suelo más pronunciada. Respecto al uso de maquinaria para la preparación de la tierra, se dice que es más común el uso de la yunta sobre el uso del tractor, debido a que el tractor es más costoso, aunque también más efectivo y rápido.

La producción de los cultivos se ve regulada en gran parte por el uso de agroquímicos como lo son los fertilizantes inorgánicos y el uso de insecticidas. El barbecho de la tierra juega un papel importante en la obtención de una buena producción. El periodo de barbecho se realiza durante las lluvias, pero en ocasiones resulta sumamente demandante barbechar y la situación económica de muchos de los productores no lo permite. Los productores prefieren realizar el barbecho con un abono orgánico, pues comentan que el producto de la cosecha tiene un sabor más agradable si fue abonado de esta manera. La aplicación de abonos orgánicos implica un ahorro y disminuye la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Algunas técnicas que han sido utilizadas para promover la retención del suelo y la humedad dentro de las parcelas son los esquilmos o rastrojo y el barbecho. Otras alternativas que se mencionan para generar una buena producción son la rotación de los cultivos y sembrar en un suelo profundo, que comentan, son garantía de una buena producción.

En el modelo se identifica que la quema de la maleza en las parcelas afecta la producción y el suelo. La presencia del tepetate en las parcelas disminuye la cantidad de cosecha (referida a veces como siembra), es decir, que debido a la poca profundidad de la capa arable, la producción se ve disminuida. El tepetate es utilizado para la creación de bordos de retención de agua, debido a la poca infiltración de este tipo de suelo.

En esta localidad existe una fuerte problemática social y económica alrededor de los suelos agrícolas. El abandono de las tierras por parte de los jóvenes se ve reflejado en una disminución de la siembra y la mano de obra disponible para el trabajo del campo. Otros factores que propician el abandono de las tierras son la aparente irregularidad y escasez de las lluvias y la baja ganancia de la producción del maíz y el frijol.

Los productores refieren que la utilización de los fertilizantes inorgánicos genera más producción y una mayor ganancia, pero se reconoce que este tipo de fertilización sólo rinde para una temporada agrícola. Comentan también que los suelos de las parcelas se acostumbran a recibir este tipo de insumos, por lo que cada vez es necesario aplicar más cantidad de fertilizante inorgánico. Una de las afectaciones generadas por el uso de estos fertilizantes es el endurecimiento del suelo.

En contraparte, mencionan que la aplicación de abono orgánico conserva más la humedad de los suelos, propicia el aumento del rendimiento y su efecto dura más tiempo en la producción de alimentos.

Algunos de los productores de la localidad consideran que se siguen sembrando más parcelas de temporal que parcelas de riego. Una diferencia importante en el manejo de las parcelas es el tipo de semilla que se cultiva. Para las parcelas de temporal se siembra la semilla criolla, con la finalidad de tener una buena producción y poder seleccionar una mejor semilla. Para el caso de las parcelas de riego, se siembra la semilla híbrida, pues la obtención de una buena cosecha demanda mayor cantidad de agua en riego.

### **5.3. Zapotitlán – maíz y frijol**

Los conceptos más importantes para esta localidad resultaron la lluvia y las técnicas de retención de agua y suelo. La lluvia para esta región es un elemento sumamente importante, que afecta directamente la producción de las parcelas cultivadas.

Debido a la condición climatológica semidesértica del lugar, la lluvia es un factor crítico, lo que se ve resumido en la importancia de encontrar técnicas que favorezcan su acumulación, tanto en depósitos, como en pozos y mediante el aporte de agua al río. Algunas de estas técnicas de retención han sido transmitidas a través del conocimiento colectivo local y hoy en día siguen siendo utilizadas. El modelo muestra que las melgas, los bordos y las estacadas, en conjunción con la vegetación de la región, ayudan a retener el agua y los nutrientes en el suelo.

La lluvia no sólo favorece el desarrollo y crecimiento de las plantas cultivada sino que también beneficia a la vegetación de la región como lo es la pitahaya y los magueyes. De esta vegetación se aprovechan los flores y los frutos, pero también son utilizados como barreras alrededor de las parcelas para retener el suelo y la humedad. La lluvia también ayuda a la eliminación de las plagas

de las cultivos, ya que al llover se barren algunas plagas de los cultivos, como la gallina ciega. La presencia de lluvia disminuye el uso de plaguicidas.

El uso de los fertilizantes inorgánicos es percibido como un problema que genera dependencia por este tipo de productos. En oposición a los beneficios que genera la aplicación de abono orgánico dentro de los cuales se encuentran una mayor concentración de macronutrientes en la tierra, y que funciona mejor para el caso del maíz y el frijol. Estas evidencias han generado desconfianza y disgusto generalizados entre los productores de la localidad, por lo cual el uso de insumos industriales ha disminuido en las prácticas agrícolas de las parcelas de la región.

Los recursos económicos propios de cada productor moderan el alcance de la inversión del trabajo de la parcela y esto afecta el desarrollo de técnicas tales como el uso de barreras vivas alrededor de las parcelas, el uso de la yunta sobre el tractor, la aplicación de abono orgánicos y el desarrollo de técnicas de retención de agua y suelo. En esta región también es utilizada la técnica de la rotación de cultivos para contrarrestar la pérdida de fertilidad del suelo.

Para esta región también es percibido como problema el abandono de las tierras, causado principalmente por la pérdida de la fertilidad de los suelos provocada por la erosión hídrica o eólica. Otra problemática a la que se enfrentan los productores de la región es a la pérdida de su semilla, domesticada por las generaciones pasadas de campesinos. Reconocen el riesgo de sembrar su semilla y perderla por la falta de agua, provocada por la irregularidad de las lluvias. Algunos de los productores también han perdido semilla durante el almacenaje de la misma, ya que identifican que la semilla del presente es más vulnerable que la de antes a echarse a perder con mayor rapidez después de ser recogida.

Un suelo poco profundo afecta negativamente el crecimiento del maíz y el frijol, pero beneficia el crecimiento de la vegetación de la región. Algunos productores han optado por el cultivo de maguey y pitahaya, a pesar de que consideran que será un cultivo rentable en un período de cinco o seis años.

#### **5.4 Coatepec - café**

El modelo mental muestra que los árboles son un elemento fundamental para las parcelas dedicadas al cultivo de café de la región. Éstos intervienen de diversas formas en la obtención de un buen

cultivo de café, proporcionando sombra y humedad al cafetal, disminuyendo el crecimiento de maleza y regulando la temperatura del sembradío. Por otro lado, también la combinación de estos factores puede propiciar la presencia de algunas plagas y enfermedades como la gallina ciega.

Para el mantenimiento de las parcelas se documentó el uso de agroquímicos, tales como los insecticidas, los herbicidas y fungicidas. Según la percepción representada en el modelo mental, el uso de estos productos junto con la aplicación de los fertilizantes inorgánicos genera una contaminación de los suelos y una dependencia por el uso de éstos, ya que las plagas se hacen cada vez más resistentes a estos productos.

Una alternativa al uso y aplicación de estos productos es el abono orgánico, que proporciona materia orgánica y fomenta la proliferación de microorganismo benéficos. Hay algunas técnicas como el uso de abonos orgánicos y lombricomposta que han sido transmitidas o heredadas a los actuales productores cafetaleros. Se reconoce la necesidad de tomar en cuenta esos conocimientos tradicionales que daban buenos resultados con anterioridad, así como el uso de los calendarios comunitarios basados en la temporalidad. Los cultivos orgánicos de la región mantienen cierto apego con estas características, ya que el uso de abonos orgánicos y ciertas creencias se aplican en este tipo de parcelas. La pérdida de fertilidad del suelo se considera propiciada por tres factores principales: la deforestación, el uso de agroquímicos y la pendiente en las parcelas de ladera.

Los productores de esta región sostienen que existe un equilibrio del ecosistema, y que mantenerlo es primordial para obtener una buena producción, reducir los costos de mantenimiento de la parcela y fomentar la biodiversidad. Indican que este equilibrio se ve en riesgo con el uso de agroquímicos y la deforestación.

### **5.5. Huatusco - café**

En el modelo mental se identificó que la sombra de los árboles genera humedad, elemento importante para el mantenimiento del cafetal. También tiene otros efectos benéficos, ya que propicia la proliferación de lombrices, de materia orgánica y nutrientes en los suelos. La sombra de los árboles alarga la vida útil de un cafeto, es decir que reduce el envejecimiento del cultivo. Un cafeto viejo demanda mayor aplicación de fertilizantes (orgánico o inorgánico), y es más propenso a presentar una infección por roya.

La sombra del cafetal se regula por podas periódicas del plantío, ya que también se reconoce que la sombra excesiva perjudica al cultivo. La humedad propiciada por la sombra permite el crecimiento de la malezas y la proliferación de los nemátodos. Además de que estas maleza compite por la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

Una manera de hacer más resistente al cultivo de café consiste en la utilización de injertos y variedades resistente a plagas, cuyas plantas se caracterizan por tener una mayor resistencia en las raíces, que se identifica como el punto más vulnerable al ataque de los nemátodos. El injerto está compuesto por la combinación de dos variedades de café, siendo la variedad robusta la que va en la parte inferior, debido a la gran cantidad de raíces que desarrolla. Se refiere que una parcela con plantas de injerto genera mayor producción, ya que la mayoría de las cafetos injertados se perciben como exitosos. Un suelo profundo favorece el crecimiento de las plantas de injerto, por el gran desarrollo de raíces de este tipo de planta.

Para evitar la pérdida de fertilidad de los suelos se han desarrollado estrategias tales como el uso de barreras vivas y el diseño de curvas de nivel, así como el chapeo (o deshierbe) de la maleza a una altura de 15 cm para evitar su erosión por arrastre y por erosión eólica. Las parcelas cultivadas en laderas son más propensas a sufrir erosión hídrica, y de esta manera perder todos sus nutrientes y su materia orgánica debido al arrastre a las zonas más bajas.

El problema de la contaminación por roya se ha intensificado con el paso del tiempo. Existe la posibilidad de que la infección haya llegado a la localidad en un lote de plantas de invernadero previamente contaminadas. A partir de este punto ha sido muy difícil controlar esta plaga.

## **5.6. Naolinco -café**

Los productores de la región cuentan con un manejo de los árboles de doble propósito (frutales y proyección de sombra) para el cultivo del cafetal. La sombra proporcionada por los árboles debe ser regulada para que beneficie el crecimiento de las plantas de café y de esta manera sea posible obtener una cosecha de mejor calidad, pero en ocasiones una menor producción. De igual manera, la sombra propiciará el crecimiento de cobertura natural sobre el suelo que trae como beneficios la retención de humedad del suelo y un aporte extra de materia orgánico resultado del deshoje y caída de frutos.

En los talleres se discutió que la decisión de los propietarios sobre el manejo de sus fincas responde a los lineamientos del mercado. La ganancia en la comercialización del producto depende de si el manejo está enfocado a un producto de calidad o producto en cantidad. Esta disyuntiva induce a los productores a elegir cierto tipo de plantación. En general, se reconocen tres tipos de plantaciones: la plantación tradicional, la plantación sustentable y la plantación intensiva de sol.

Una plantación “tradicional” incluye a árboles de sombra en el cafetal, el uso de abonos orgánicos y la pudrición de la materia orgánica derivada de los árboles de sombra, un manejo de malezas principalmente con azadón, aunque en ocasiones también se utilizan herbicidas. En general, no utiliza técnicas de protección del suelo dejándolo descubierto y propicio para su erosión. A este tipo de plantaciones se introduce una mayor variedad de cafetos, que no siempre son del interés del mercado y cuya comercialización resulta complicada. Es el tipo de plantación que más sufre abandono en la región.

La plantación “sustentable” utiliza cultivos de doble propósito para cumplir con la función de proporcionar sombra al cafetal y obtener un recurso extra en la comercialización o consumo de los frutos. Este tipo de plantaciones tiene un manejo de podas con el cual se regula la cantidad de sombra al 50%, trayendo como beneficio el aumento de la calidad del café, pero resultando en una disminución en la producción total. El manejo de este tipo de plantaciones es de menor costo en comparación con el manejo tipo intensivo, ya que la plantación sustentable no requiere de riego y por el manejo de sombra se reduce la cantidad de insumos aplicables al suelo. Se refiere que el café producido en esta plantación es de mejor calidad, superando los 85 puntos de catación, por lo que es posible su comercialización en el mercado de especialidad en el cual se obtiene un mejor precio por el producto. La variedad de café cultivada en este tipo de plantaciones es *borboun*.

La plantación intensiva de sol, o también referida como plantación “moderna”, demanda para el cultivo del cafetal una mayor cantidad de insumos químicos, un mayor esfuerzo en el manejo de malezas y una mayor cantidad de agua para riego en comparación con la plantación sustentable. El café producido por una plantación de este tipo alcanza entre los 80 y 84 puntos de catación, por lo que es propicia su comercialización en el mercado convencional a gran escala. En este tipo de cafetales se cultivan variedades tales como catimores y sarchimores, que son variedades resultado de la cruce entre un híbrido resistente a la roya y una variedad natural conocida como Caturra<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Esta variedad se reconoce por ANACAFE (2017)

Esta plantación requiere de una cantidad considerable de recurso económicos, tanto en inversión como en mantenimiento, por lo que resulta difícil su práctica para el pequeño productor, que opta por practicar la plantación sustentable. Este tipo de plantación busca incentivar la participación de los jóvenes dentro de las actividades del cultivo del café, impartiendo talleres sobre el manejo de los suelos y capacitación sobre las cataciones del café.

Algunos productores están preocupados por el cuidado de los suelos y la fauna. El papel que juega la biodiversidad, no sólo para el ecosistema, sino para el beneficio de los cafetales, es reconocido. Los productores comentan que la biodiversidad mantiene un equilibrio que relativamente aumenta la resistencia del cafetal a la roya. Desde la perspectiva de los productores agrícolas la biodiversidad se ve amenazada por el uso de insumos agroquímicos, por la pérdida de fertilidad de los suelos y la remoción de la sombra.

Algunos productores mencionaron la problemática de la separación entre el gobierno y los productores y la ineficiencia de los programas gubernamentales enfocados al campo. Mencionó que se tiene la capacidad de ser una actividad que beneficie al país, ya que las actividades agrícolas pueden ser el sustento de una familia, un estado y una nación.

### **5.7. Huatusco - Aguacate**

Para los productores agrícolas de aguacate un suelo permeable es un elemento fundamental para la cosecha de este producto. Desde el punto de vista de este grupo de participantes un suelo permeable presenta las características ideales para la producción de cualquier tipo de cultivo. Estas características van desde una buena oxigenación, un equilibrado drenaje y filtración de agua, con presencia de organismos benéficos como lombrices que favorecen la porosidad del suelo, y ausencia de microorganismos perjudiciales para evitar el uso de agroquímicos.

El suelo permeable facilita su trabajo, es decir que influye directamente en la inversión y en los costos de mantenimiento de la parcela. Esto a su vez, comentan, lleva a una menor utilización de fertilizantes inorgánicos, herbicidas y fungicidas. Este tipo de suelos produce plantas más resistentes a las plagas y las enfermedades.

Esta localidad trabajaba anteriormente el café, pero debido a la baja relación costo-beneficio (ganancias) de la siembra de dicho cultivo cambiaron a cultivos de aguacate. El suelo de la región facilita la diversidad de cultivos entre los que se encuentran el chayote, maíz, papa y hortalizas en general. Se comenta que se puede tener un suelo productivo a partir de un suelo permeable, pero que esto no garantiza una alta producción. Un suelo permeable es trabajable y permite controlar las plagas y las enfermedades de los cultivos. Este tipo de suelos genera plantas (cultivos) saludables resistentes a plagas. Para que la producción de aguacate prospere, los productores reconocen que además se requiere de nutrientes en el suelo y de una profundidad adecuada del suelo, así como una adecuada exposición al sol.

Con la reducción de insumos externos, sumado a la buena calidad del suelo, se identifica que es posible mediar los costos entre la producción, la ganancia y el mercado. En los talleres con los productores de aguacate, se discutió mucho sobre la inversión y los costos de mantenimiento del cultivo. Con el objetivo de obtener una inversión redituable, los productores poco experimentados en el cultivo de aguacate realizan estudios y análisis del suelo de las parcelas para evaluar si conviene o no invertir. Estos análisis también facilitan el planteamiento de una estrategia de fertilización adecuada, que permita evaluar la relación costo-beneficio de la ecuación general de la producción de aguacate.

Para los productores agrícolas de esta localidad, el aumento en la fertilidad de los suelos puede ser promovido a partir de ambos tipos de fertilizantes (inorgánicos y orgánicos), ya que no se percibe una preferencia marcada por el uso y aplicación de alguno de los dos. La diferencia no radica en el efecto que éstos tienen sobre el suelo, sino en la forma de aplicación. Los suelos permeables demandan menor cantidad de fertilizantes inorgánicos, pues se considera que cuentan con la suficiente materia orgánica para generar un cultivo saludable. Por otro lado el abono orgánico favorece el desarrollo de las raíces. Solamente un productor agrícola de esta localidad mencionó practicar la lombricomposta, pues comenta que es una técnica cara, sin embargo los productores de aguacate de Huatusco reconocen el papel que cumplen las lombrices en la aireación de los suelos mediante la creación de poros.

También se refirió en los talleres que la siembra del aguacate en algunas laderas expone a los suelos a una mayor erosión, generada por la degradación y pérdida de suelo a causa del escurrimiento de agua. Otra deficiencia de los cultivos en las laderas es la poca exposición que tienen los cultivos a los rayos del sol, por lo que son necesarias las podas constantes.

## **6. Análisis por sector social: productores agrícolas (cultivos anuales y perennes), sector público y organizaciones de la sociedad civil**

### **6.1 Productores de maíz y frijol**

El análisis de los componentes compartidos para el caso de los productores agrícolas de maíz y frijol de las localidades de Guarapo y San Felipe, Gto., y Zapotitlán, Pue., se muestra en el diagrama de Venn de la figura 15. Para este sector, la presencia y regularidad de la lluvia resultó ser elemento fundamental para las tres regiones, pues es un factor que afecta a la producción, desde el punto de vista de la humedad presente en los suelos. Esta humedad promueve un suelo en buenas condiciones y altamente propicio para el crecimiento de los cultivos.

Los productores de maíz de las tres regiones reconocen la importancia de los árboles como promotor regional de lluvia y el papel que desempeñan en la retención de humedad en los suelos (Fig. 15). La presencia de éstos se traduce en una mayor disponibilidad de agua en los cuerpos naturales, como los ríos y presas, así como en aquellos depósitos designados para su acumulación, promoviendo que las parcelas que tienen riego sean más productivas, en comparación con aquellas parcelas de temporal.

Otra idea compartida entre los productores explica que la lluvia tiene un efecto sobre las plagas y las enfermedades, pues ésta las elimina de los cultivos, y por tanto es posible reducir la aplicación de plaguicidas sobre las parcelas. Esto representa un riesgo, ya que si el tiempo de lluvias no se presenta con regularidad, las plagas pueden afectar seriamente los cultivos.

Una técnica que se practica en las tres localidades es el barbecho o preparación de la tierra para el período de cultivo. Esta técnica puede promover una buena producción del maíz y el frijol, pero para su realización es frecuentemente necesario el uso del tractor, por lo que se identifica con las dificultades de una considerable inversión de dinero para llevarla a cabo y que se genera una compactación de los suelos por el efecto del tractor.

Estos agricultores identifican que el abuso de los fertilizantes inorgánicos en las parcelas genera dependencia, e inclusive un aumento en la demanda de estos productos en el cultivo del maíz y frijol (Fig. 15). En contraparte, también reconocen los beneficios de la aplicación de los abonos

orgánicos (Fig. 15), obtenidos a través de distintos medios, como lo es el aprovechamiento de la pudrición de la maleza, el estiércol del ganado, gallina, o chivo, y su papel en el aumento de retención de humedad y aporte de materia orgánica.

Una de las mayores preocupaciones que los agricultores perciben es la escasez de lluvia, que afecta su producción y su economía.

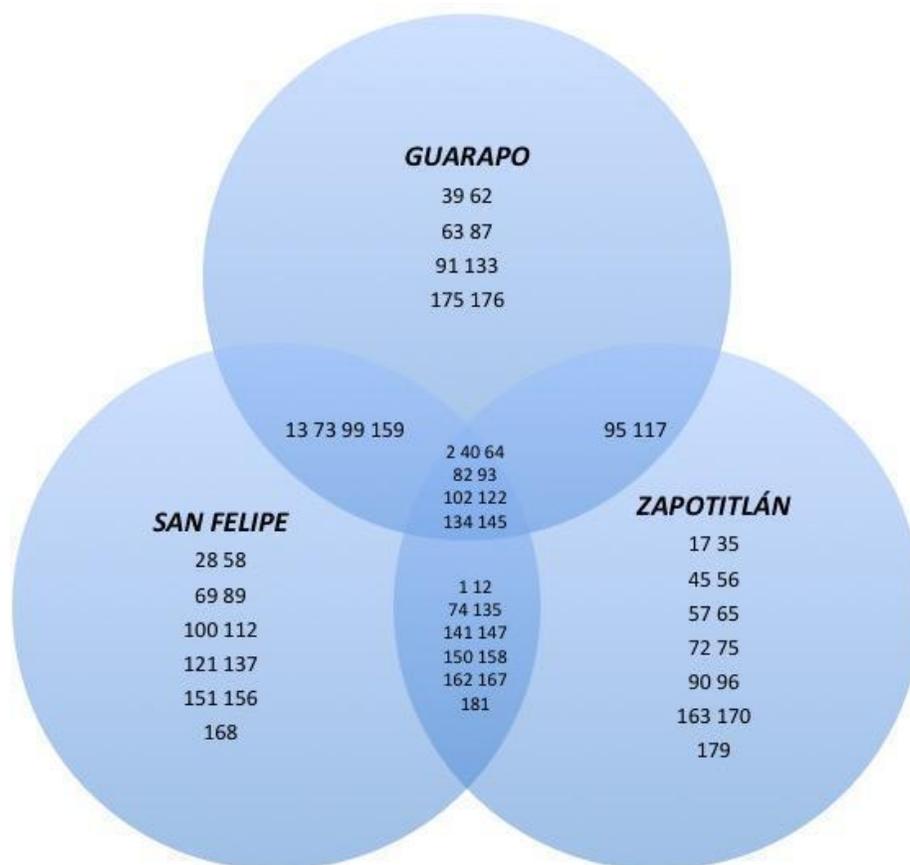


Fig. 15.- Diagrama de Venn que sintetiza los componentes que conforman los modelos mentales de los productores de maíz y frijol (Código en el Anexo I). **Componentes compartidos entre Guarapo y San Felipe:** “Árboles”, “Herbicida”, “Maleza”, “Suelo duro”. **Componentes compartidos entre Guarapo y Zapotitlán:** “Macronutrientes”, “Pérdida de fertilidad de suelo” **Componentes compartidos entre San Felipe y Zapotitlán:** “Abandono de tierras”, “Apoyos gubernamentales”, “Humedad”, “Profundidad del suelo”, “Recursos económicos propios”, “Rotación de cultivos”, “Semillas”, “Suelo arenoso”, “Técnicas de acumulación de agua”, “Tepetate”, “Yunta”. **Componentes compartidos por las tres localidades:** “Abono orgánico”, “Cuerpo natural de agua”, “Fertilizantes inorgánicos”, “Insecticida”, “Lluvia”, “Mecanización en agricultura”, “Plagas y enfermedades”, “Producción”, “Riego”.

## 6.2 Productores de café

Los componentes compartidos para los productores de café de las localidades de Coatepec, Huatusco y Naolinco se muestran en el diagrama de Venn de la figura 16. Resultado de este análisis, podemos mencionar la importancia que perciben los productores sobre los árboles de doble propósito al interior de las parcelas. Para el cultivo de café es sumamente importante la creación de una sombra que proteja al cafeto de los rayos directos del sol. Además estos árboles pueden proporcionar un segundo producto como maderables o frutales (Fig. 16).

Los tratamientos de las plantaciones de café son muy variados en la región, ya que se presentan manejos desde muy poco intensivos hasta aquellos que son conocidos como plantaciones de sol, en los cuales las plantas expuestas envejecen más rápido y disminuyen el periodo de su ciclo productivo. Ante esta situación, las fincas que practican esta plantación, aplican gran cantidad de insumos agroquímicos para aprovechar al máximo la vida útil del cafeto, lo que resulta en una disminución en la fertilidad de los suelos. Las plantaciones de sol requieren de un mayor cuidado y atención, que va desde podas continuas, manejo de malezas y una renovación más temprana de las plantas de café.

Uno de los principales problemas de enfermedades de los cafetales es la infección por el hongo de la roya. Para combatirlo se percibe como necesaria la aplicación de fungicidas, o en casos extremos la renovación completa de la plantación (Fig. 16). Algunas de las estrategias para combatir la infección por roya, es la creación de injertos, que es la combinación de distintas variedades de plantas de café. Una de estas variedades es la robusta, que tiene un mayor desarrollo de raíces, lo que también parece hacerla más resistente al ataque de los nemátodos.

El tipo de plantación y el manejo de las fincas responde a los intereses del mercado. Generalmente se reconoce el mercado de especialidad, con catación por arriba de los 85 puntos, y el mercado convencional, en el cual obtener una mayor producción a costa del sabor es primordial.

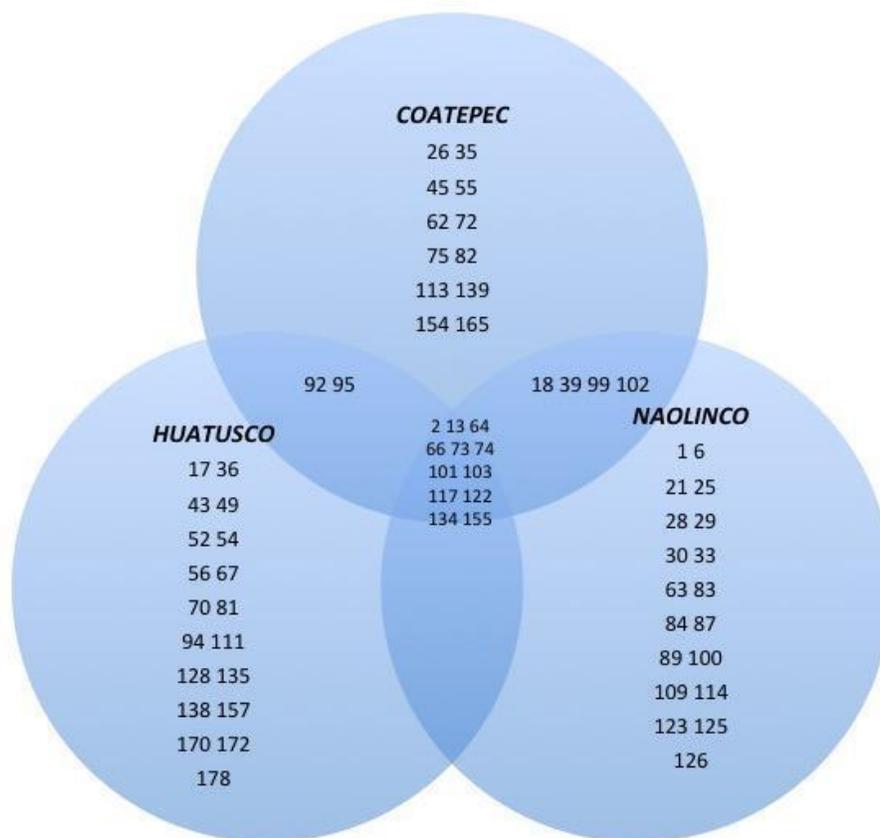


Fig. 16.- Diagrama de Venn que sintetiza los componentes que conforman los modelos mentales de los productores de café (Código en el Anexo I). **Componentes compartidos entre Coatepec y Huatusco:** “Ladera”, “Macronutrientes”. **Componentes compartidos entre Coatepec y Naolinco:** “Biodiversidad”, “Costos de mantenimiento”, “Maleza”, “Mecanización en agricultura”. **Componentes compartidos entre las tres localidades:** “Abono orgánico”, “Árboles”, “Fertilizantes inorgánicos”, “Fungicida”, “Herbicida”, “Humedad”, “Materia orgánica”, “Microorganismos benéficos”, “Pérdida de fertilidad del suelo”, “Plagas y enfermedades”, “Producción”, “Sombra de árboles”.

### 6.3 Productores agrícolas

En general, el análisis de los componentes compartidos mostrados en el diagrama de Venn para el sector de productores agrícolas (Fig. 17), revela que reconocen como problemática común, la existencia de una pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas. Esta pérdida puede ser resultado de los modelos actuales de producción basados en el uso intensivo de maquinaria agrícola e insumos agroquímicos, entre los que destacan principalmente los fertilizantes inorgánicos (Fig. 17). Otra constante que afecta la calidad de los suelos, es el hecho de que las prácticas actuales de cosecha y

preparación de la tierra se han modernizado, y ahora resulta más fácil y sencillo utilizar herbicidas, plaguicidas, insecticidas y tractor.

Ante la constante pérdida y degradación de suelos, los productores han encontrado en la aplicación de abonos orgánicos una solución que revierta la condición negativa de los suelos (Fig. 17). Pues en la opinión de los productores, los abonos orgánicos retienen mucho más tiempo la humedad, no dañan el suelo y favorecen una buena producción de los cultivos.

Además, el uso de abono orgánicos es un recurso alternativo a la aplicación de fertilizantes inorgánicos. En su mayoría, los productores reconocen los beneficios que el uso de estos abonos proporcionan al suelo, pero en realidad pocos de ellos los aplican en sus parcelas. Aparte de la aplicación de estos abonos verdes, algunas técnicas de conservación de suelo son practicadas por los productores. Entre éstas se encuentra la rotación de cultivos, el barbecho, la labranza de conservación, el uso de la yunta, cobertura y protección del suelo con residuos del cultivo, uso de barreras vivas, curvas de nivel, deshierbe, etc.

Un factor que preocupa mucho a los productores es la irregularidad de las lluvias y la aparente disminución en la cantidad de agua que cae en la temporada. Esta situación ha orillado a los productores a buscar estrategias y técnicas de conservación de agua, como por ejemplo el almacenamiento en depósitos. El beneficio de estos depósitos es el aporte de agua para el riego de las parcelas.

Este sector comparte la idea de que los árboles son muy importantes, pues estos cumplen con dos funciones principales: retención de suelo, si se encuentran al interior o alrededor de las parcelas; y la conservación, generación y despliegue de humedad y lluvia. Por esto mismo, la deforestación es contemplada como un problema ambiental que se relaciona con la calidad de los suelos.

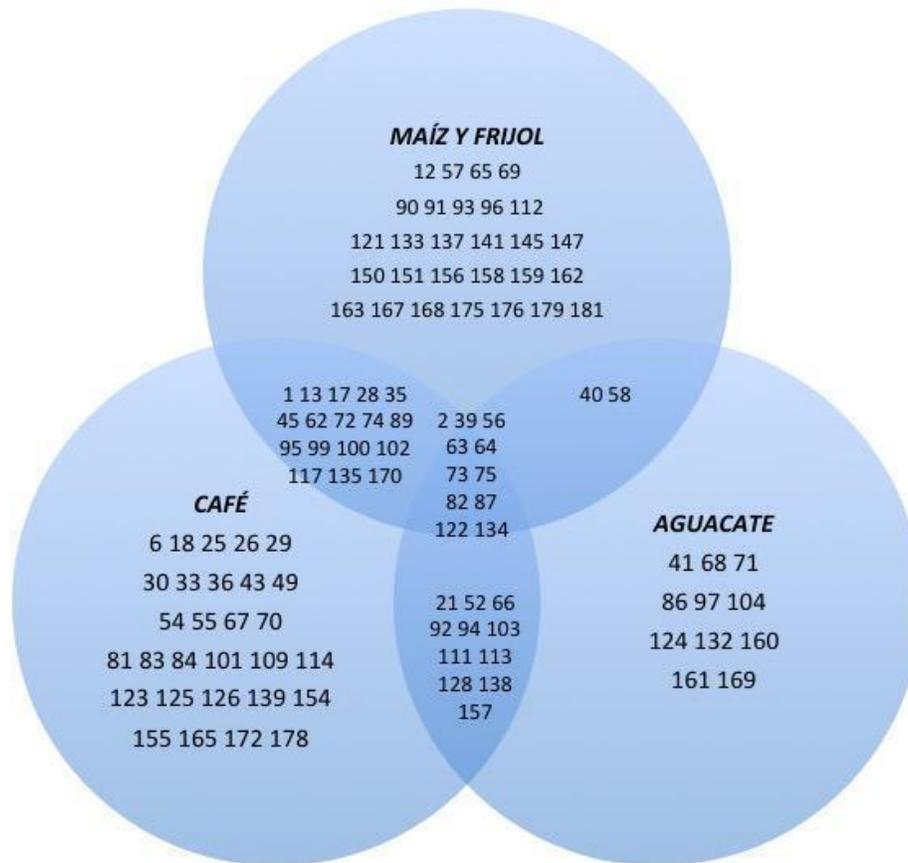


Fig. 17.- Diagrama de Venn que sintetiza los componentes que conforman los modelos mentales de de productores agrícolas. (Código en el Anexo I). **Componentes compartidos entre Maíz y Frijol y Café:** “Abandono de tierras”, “Árboles”, “Barreras vivas”, “Cobertura del suelo”, “Contaminación y dependencia por agroquímicos”, “Deforestación”, “Fauna”, “Heladas”, “Humedad”, “Jóvenes”, “Macronutrientes”, “Maleza”, “Mano de obra en campo”, “Mecanización en agricultura”, “Pérdida de fertilidad del suelo”, “Profundidad del suelo”, “Tierra negra”. **Componentes compartidos entre Maíz y Frijol y Aguacate:** “Cuerpo natural de agua”, “Estancamiento de agua”. **Componentes compartidos entre Café y Aguacate:** “Calidad del producto”, “Diversificación de cultivos”, “Fungicida”, “Ladera”, “Lombrices”, “Microorganismos benéficos”, “Nemátodo”, “Oxigenación del suelo”, “Poda”, “Raíces”, “Suelo arcilloso”. **Componentes compartidos por los tres grupos de productores:** “Abono orgánico”, “Costos de mantenimiento”, “Erosión hídrica y/o eólica”, “Fertilidad”, “Fertilizantes inorgánicos”, “Herbicida”, “Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos”, “Insecticida”, “Investigación y análisis del suelo”, “Plagas y enfermedades”, “Producción”.

La Fig. 18 muestra los componentes compartidos por los tres sectores en el diagrama de Venn. Este diagrama se construyó a partir de la conjunción de los componentes totales utilizados por cada uno de los sectores (productores agrícolas, incluyendo los siete modelos mentales; modelo mental de miembros del sector público; modelo mental de miembros de OSC). Destaca que los componentes compartidos resultantes son: “Deforestación”, “Erosión hídrica y/o eólica”, “Fertilizantes inorgánicos”, “Ganadería”, “Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos”, “Mecanización en agricultura”. Anteriormente se describió la percepción compartida del sector de productores agrícolas, a continuación se describen las percepciones del sector de miembros del sector público y el sector de miembros de OSC. Posteriormente, en la discusión, se profundiza con mayor detalle el tema sobre los componentes compartidos entre los tres sectores sociales.

#### **6.4 Miembros del sector público**

Los miembros del sector público consideran que para que pueda llevarse a cabo una planeación territorial es necesario establecer a la cuenca como la unidad mínima de manejo. Esta planeación delimitada a partir de esta unidad generará una cuenca redituable, dentro de la cual, indican que debe existir una tecnificación adecuada y alta eficiencia de los sistemas de riego.

Esta relación mejoraría la relación costo-beneficio de los dueños de las tierras y de esta manera evitaríamos la tendencia al cambio de uso de suelo, otro aspecto que consideran muy importante. Indican que la ocurrencia de eventos como los incendios forestales, el desmonte y la tala ilegal propician el cambio de uso de suelo a otros propósitos distintos a los originales. Estos cambios de uso de suelo fuera de un plan de manejo de la cuenca dan cabida a otros tipos de actividades como por ejemplo, la plantación de cultivos ilícitos, la ganadería y la práctica de una agricultura marginada que se enfrenta a la consecuente degradación biológica, química y física de los suelos.

Otros factores que identifican en torno al cambio de uso de suelo en la cuenca son los factores económicos y políticos, como lo es la relación costo-beneficio de la práctica agrícola, así como la tenencia y propiedad de la tierra.

Los miembros del sector público identifican como una problemática a futuro la compactación del suelo, la consecuente disminución de los agregados del suelo y la pérdida de fertilidad de los suelos. Otra problemática que ven es el abuso de agroquímicos, que repercute en una disminución en la

producción agrícola y que puede propiciar el abandono de las tierras e incentivar la migración nacional y extranjera en busca de un mayor ingreso económico.

Este abuso en la aplicación de agroquímicos sobre los suelos incrementa la salinidad de los suelos y disminuye el rendimiento de los cultivos. Esta constante aplicación de fertilizantes inorgánicos satura los suelos, generando una disminución en la producción y rendimientos de los cultivos. Por tanto, la relación costo-beneficio disminuye en ganancias para los productores agrícolas, y procesos como el abandono de tierras y migraciones (nacionales y extranjeras) se producen en las localidades agrícolas.

Los miembros de este sector consideran que la compactación de los suelos es generada por la mecanización de la agricultura y la ganadería. Esta compactación tiene efectos contraproducentes en la disminución de la infiltración del agua y la recarga de los mantos acuíferos, disminuye la capacidad de retención de humedad del suelo y genera inundaciones y estancamientos de agua. Ellos consideran que los principales factores que generan la degradación física, química y biológica es el cambio de uso de suelo y la compactación de los suelos.

Consideran que el diseño de algunas políticas públicas atentan contra la identidad cultural y los conocimientos colectivos, generando desconfianza de los programas gubernamentales implementados. Refieren que en muchas ocasiones las políticas públicas se diseñan sin la participación de diversos actores sociales, por lo que los programas son ineficientes y quedan sin la continuidad necesaria. También comentan que a pesar de la implementación de las políticas públicas, son los dueños de las tierras y los productores agrícolas, quienes tienen la última decisión sobre las prácticas y manejo de su parcela y que esto dificulta la aplicación de políticas.

## **6.5 Miembros de organizaciones de la sociedad civil**

Este sector considera que el modelo de producción prevalente obliga a los productores a realizar una agricultura extensiva para satisfacer las exigencias del mercado. Esta agricultura demanda la utilización de herramientas mecánicas y paquetes tecnológicos, y su práctica se aleja de las tradiciones y valores culturales de los campesinos. En la opinión de los miembros de OSC, el alcance de este modelo de producción moldea las políticas públicas, que en muchas ocasiones no están diseñadas para que los intereses de los productores estén reflejados. En su opinión, los apoyos gubernamentales también están dirigidos hacia la aceptación del modelo de producción extensivo.

Comentan que algunos de los efectos de practicar este tipo de agricultura son la deforestación, la pérdida de cobertura vegetal, la disminución de la materia orgánica en los suelos y su compactación. Su práctica promueve el monocultivo y la mecanización y el uso de agroquímicos. Todos estos factores disminuyen el ánimo de las personas por continuar su labor y vocación campesina y motivan a la migración y la desconexión con su identidad cultural.

La deforestación genera un impacto en la pérdida de retención de agua en los suelos, que a largo plazo, afectan la calidad de los suelos disminuyendo la producción y reduciendo las ganancias y los recursos económicos del productor.

Consideran que las políticas públicas y programas motivan indirectamente al cambio de uso de suelo, pues su diseño está basado en las exigencias del mercado, mismas que influyen a los agricultores a producir y satisfacer las necesidades de corto plazo que el modelo de producción demanda. Este tipo de políticas (transgénicos, minería, uso de paquetes tecnológicos) desfavorecen la organización y el conocimiento, amenazando la conservación del patrimonio biocultural, de tradiciones y creencias ancestrales.

Este conocimiento local promueve un modelo de agricultura más amigable con el ambiente, ya que promueve técnicas como la labranza cero, la siembra directa y la rotación de cultivos. Promueve el policultivo, y busca la reivindicación de los campesinos. Esta riqueza biocultural reconoce la diversidad de suelos y de agroecosistemas, es decir, que va en contra de la idea de un solo tipo de manejo. Además, las técnicas derivadas del conocimiento ancestral pueden reducir la vulnerabilidad de los cultivos. Este tipo de conocimiento se ve amenazado por el efecto del cambio climático, pues según la descripción de un participante, ahora es “menos confiable” predecir el tiempo o saber el período y condición de la canícula. Indican que este conjunto de métodos tradicionales ha sido parte fundamental en la cohesión de una identidad comunitaria hasta el punto de inferir en la celebración de festividades, rituales y períodos de cosecha del calendario comunitario.

En los talleres se comentó que las prácticas locales de pequeña escala reconocen las condiciones particulares propias de cada suelo, reduciendo la vulnerabilidad del cultivo. Se dijo que esta vulnerabilidad depende del manejo de cada productor y se ve disminuida con la diversidad de cultivos, y las prácticas propias del conocimiento tradicional.

Los miembros de OSC identifican un efecto negativo en el uso de agroquímicos sobre los suelos, el agua, el aire y los alimentos.

Los participantes reconocen el trabajo que distintas OSC han realizado mediante el apoyo a los campesinos, rescatando e implementando prácticas como el uso de barreras vivas para la retención del suelo, la rotación de cultivos y la aplicación de abonos verdes.

Finalmente, se refirió que los procesos de migración al extranjero generan remesas. Estas remesas son invertidas en las parcelas para generar una mayor producción y disponibilidad de recursos económicos. A pesar del aporte que este ingreso extra de recurso económico genera, la migración al extranjero (pero no a otros estados o dentro de los mismos estados) sigue siendo una vía de escape a la situación contraproducente de pobreza en el campo.

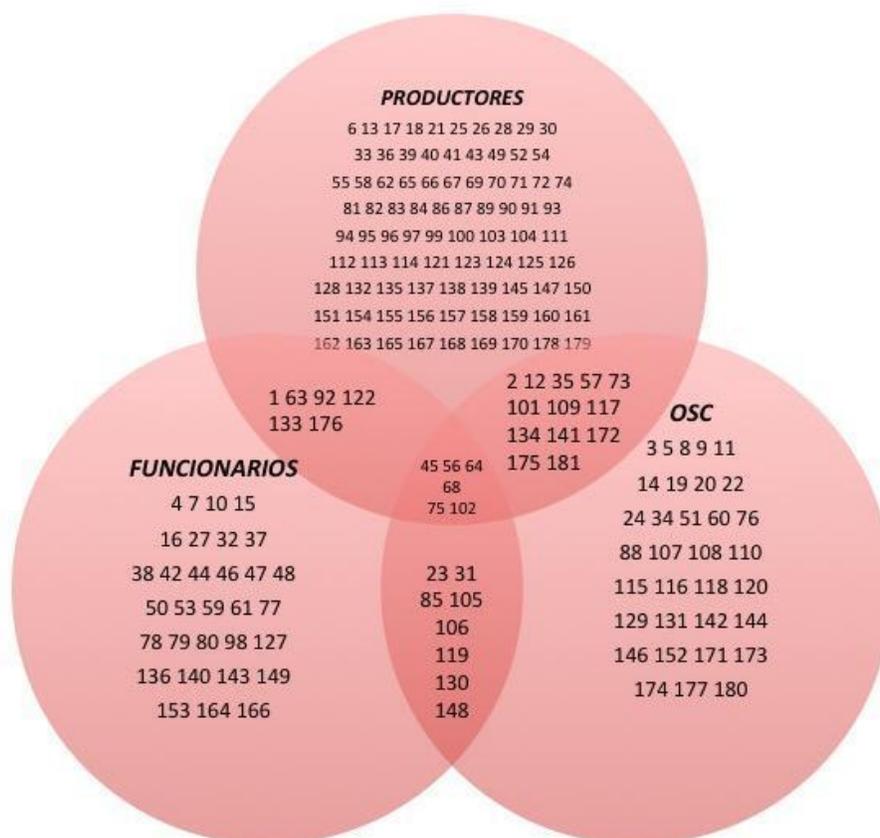


Fig. 18.- Diagrama de Venn que sintetiza los componentes de los modelos mentales de los tres sectores sociales: productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de organizaciones de la sociedad civil (Código en el Anexo I). **Componentes compartidos entre Productores y Miembros del sector**

**público:** “Abandono de tierras”, “Fertilidad”, “Ladera”, “Plagas y enfermedades”, “Problemas a futuro”. “Uso inadecuado de agua”. **Componentes compartidos entre Productores y Miembros de OSC:** “Abono orgánico”, “Apoyos gubernamentales”, “Contaminación y dependencia por agroquímicos”, “Escasez de agua”, “Herbicida”, “Materia orgánica”, “Modelo de producción extensivo”, “Pérdida de fertilidad del suelo”, “Producción”, “Recursos económicos propios”, “Tierras planas”, “Urbanización”, “Yunta”. **Componentes compartidos entre Miembros del sector público y Miembros de OSC:** “Cambio de uso de suelo”, “Compactación del suelo”, “Inundaciones”, “Migración al extranjero”, “Migración nacional”, “Pérdida de suelo”, “Políticas públicas”, “Salinidad del suelo”. **Componentes compartidos por los tres sectores sociales:** “Deforestación”, “Erosión hídrica y/o eólica”, “Fertilizantes inorgánicos”, “Ganadería”, “Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos”, “Mecanización en agricultura”.

## 7. Búsqueda conjunta de potenciales indicadores

A continuación se enlistan los indicadores potenciales de la calidad de suelo que los participantes identificaron en la dinámica correspondiente del taller participativo (Tablas 10-12).

### 7.1 Productores de maíz y frijol

Tabla 10. Indicadores utilizados por productores de maíz y frijol de Guanajuato y Puebla.

Indicador positivo	Indicador negativo
Presencia de lombrices, cochinillas o gallina ciega	Ausencia de fauna
Suelos profundos	Suelos poco profundos
Tierra negra	Tierra blanca
Tierra roja	
Tierra suave	Suelo duro
Presencia de vegetación y/o maleza	Presencia de piedras
Buen desarrollo del cultivo	Amarillamiento de la planta
Buena producción	Baja producción
Cantidad de fertilizante aplicado	Marcas de arrastre
Descanso de la tierra	Baja retención de humedad

## 7.2 Productores de café

Tabla 11. Indicadores utilizados por productores de café de Veracruz.

<b>Indicador positivo</b>	<b>Indicador negativo</b>
Porosidad de la tierra	Textura chiclosa (barro)
Tierra negra	Tepetate
Buen follaje de las plantas	Tierra “polvillo” (arenosa)
Presencia de vegetación y/o maleza	Tierra amarilla
Presencia de lombrices	Presencia de hormiga “arriera”
Presencia de materia orgánica	Raíz porosa
	Amarillamiento de la planta

## 7.3 Productores de aguacate

Tabla 12. Indicadores utilizados por productores de aguacate de Veracruz.

<b>Indicador positivo</b>	<b>Indicador negativo</b>
Buena filtración de la tierra	Tepetate
Buen desarrollo del cultivo	Tierra amarilla
Diversidad de plantas	Presencia de grava
Conocimiento local (experiencia del pasado)	
Tierra negra	

## 8. Talleres de cierre: Entrega de folletos y manuales de composta

Como parte del compromiso con los asistentes a los talleres participativos, se diseñaron folletos informativos en los cuales se incluyeron algunos de los primeros resultados del proyecto amplio y una versión visualmente atractiva y clara de los modelos mentales. En estos folletos se describen algunos de los perfiles de suelo de parcelas de cada localidad que caracterizaron otros equipos del proyecto amplio, se describen brevemente y recomiendan algunas técnicas de conservación de suelo y se incluye una representación clara del modelo mental propio de cada lugar, así como una breve interpretación del mismo. Además, a cada participante se le hizo entrega de un manual sobre composta, pues en los talleres se identificó la reincorporación de materia orgánica como uno de los

intereses comunes a los agricultores. Todos estos materiales fueron creados en colaboración con el equipo de trabajo asociado a este proyecto (Anexo VI).

Estos talleres de cierre nos permitieron corroborar y en ocasiones enriquecer los modelos mentales, ya que durante el desarrollo del taller se explicó ante el grupo dicha representación gráfica del modelo mental original y su interpretación. Además se abrió un espacio para la discusión y planteamiento de preguntas. Pudimos constatar que lo expresado por los participantes durante taller participativo quedó representado en los modelos mentales. Más aún, en muchos casos los participantes de los talleres apreciaron los modelos mentales como una representación sintética de las percepciones y conocimiento colectivos respecto al suelo y su degradación, y en ocasiones se le consideró ilustrativa de factores o relaciones que no se había considerado previamente.

## **DISCUSIÓN**

### **Elementos que fomentan la problemática de los suelos agrícolas**

Para responder la pregunta de cuál es la percepción de los suelos agrícolas de México y su problemática actual desde el enfoque de los tres sectores sociales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC), es necesario plantear un breve contexto que nos permita recordar el probable origen de la problemática presente. Históricamente, los productores mexicanos han tenido que lidiar con diversos factores, entre los que se pueden enlistar la así llamada modernización del sector agropecuario y los proyectos de desarrollo con objetivos similares de modernización, la expansión de la agroindustria, la constante urbanización de las áreas rurales, la globalización económica y el frecuente abandono y falta de interés en las actividades agrícolas por parte de los más jóvenes (González, 2007; en Pérez, 2014). La suma de estos factores ha complicado cada vez más la práctica de una agricultura tradicional en México, misma que tiene un origen antiguo y cuya esencia dista ampliamente en sus características estructurales, funcionales y de manejo con la agricultura convencional (González, 2003; en Pérez, 2014). Esta agricultura convencional sentó sus bases en el aprovechamiento de la energía derivada del petróleo, en la utilización de herramientas mecánicas y en la aplicación de insumos agroquímicos (Pérez, 2014).

La mayoría de las tierras agrícolas de temporal en México se encuentra bajo un sistema de producción de labranza intensivo que ha provocado un aumento en la pérdida de fertilidad de los suelos, una disminución de su capacidad de retención de agua y una disminución en su capacidad

estructural, facilitando procesos erosivos que obligan a los productores a aumentar el uso de fertilizantes para mantener la producción, acrecentando los costos de producción y a su vez los impactos ambientales (Harrington, 1996; García-Silva et al., 2006; en Cotler et al., 2016). Secundino y Chapela (2017) mencionan que otros factores que han alterado el patrón de producción del campo mexicano son el aumento en el uso de herbicidas, plaguicidas y la especialización productiva basada en el monocultivo, que está estrechamente relacionado con la excesiva utilización de agua para el riego. En conjunto, todos estos factores fomentan la degradación química, física y biológica de los suelos, así como también la contaminación del aire y el agua (Secundino y Chapela, 2017).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, podemos observar en el diagrama de Venn de la fig. 18, que los tres sectores sociales coinciden en la percepción de que los suelos agrícolas de México están siendo afectados por procesos de erosión hídrica y eólica. Desde su óptica, algunos de los factores que podrían estar propiciando la degradación de los suelos son la utilización excesiva y recurrente de fertilizantes inorgánicos y el frecuente uso de herramientas mecánicas en la agricultura. Además, esta misma figura nos permite identificar que su percepción contempla dos sucesos que potencian los procesos de degradación, como lo son las actividades ganaderas y la deforestación. De esta manera, es posible asumir que los sectores sociales identifican, comprenden y analizan desde sus enfoques particulares la existencia de esta problemática, y que es a partir de este hecho, que los distintos sectores toman medidas de acción para enfrentar esta problemática de los suelos agrícolas.

Ante este hecho, los productores han desarrollado o adoptado medidas que les ayudan a contrarrestar esta situación desde una perspectiva de acción en la escala local. Así, en la representación de los modelos mentales de productores de maíz y frijol, podemos ver reflejados en ellos la implementación de diversas técnicas de conservación de suelo tales como la labranza de conservación (Fig. 6), la utilización de barreras vivas e instauración de “melgas” (Fig. 8), el “barbecho” y la implementación de técnicas de cobertura del suelo (Fig. 7), la rotación de cultivos y la utilización de la yunta (Fig. 7 y 8), así como la creación y aplicación de abonos orgánicos (Figs. 6-8). En el caso de agricultores de café, algunas de las técnicas que han implementado son la creación y cultivo de injertos de variedades de café resistentes a las plagas y enfermedades, la implementación del control biológico y la lombricomposta (Fig. 10), la práctica de cobertura del suelo (Fig. 9) y la implementación de la sombra para el cafetal (Figs. 9-11).

Estas técnicas han sido replicadas en otras localidades por distintos productores agrícolas y diversos estudios han probando que estas técnicas de conservación pueden ser un método que beneficie la calidad de los suelos. Un ejemplo de estas técnicas que parece ser muy utilizada por los productores agrícolas de maíz y frijol en Guanajuato es la labranza de conservación, la cual ha sido promovida por diversas instituciones públicas. La labranza de conservación consiste en la siembra de manera directa sobre los residuos de la cosecha anterior sin tener que trabajar en la preparación del terreno, por lo tanto representa beneficios por el ahorro en costos de producción, ahorro en combustible, mayor infiltración y conservación de agua (Arredondo et al., 2015). Esta técnica ha mostrado incrementar el contenido de carbono orgánico en los suelos (Cotler et al., 2016), mejorando la calidad de los mismos e incrementando el rendimiento (Salinas-García et al., 2002; Roldán et al., 2003, Govaerts et al., 2009, Perezgrovas et al., 2014; en Cotler et al., 2016). Sin embargo, la labranza de conservación tiene algunos puntos que no promueven la calidad del suelo en algunas condiciones y puede implicar riesgos ambientales o a la salud. Se señala en específico, la utilización de herramientas mecánicas (sembradoras) y algunos insumos agroquímicos para fertilización, control de malezas y de plagas y enfermedades (Navarro, s.f.; CEMDA, 2016).

Otra de las técnicas que utilizan los productores agrícolas es el barbecho, técnica que consiste en dejar sin sembrar el suelo durante algunos ciclos vegetativos con el propósito de almacenar materia orgánica y humedad y evitar así la presencia de organismos patógenos (Gardi et al., 2014). Otros beneficios reportados de esta práctica también contemplan el mejoramiento del contenido de nutrientes en el suelo y la restauración de su fertilidad (Gardi et al., 2014). Los productores de maíz y frijol del estado de Guanajuato consideran que esta técnica contribuye a tener una mayor humedad en el suelo y a obtener una mayor producción. Sin embargo, también comentan que el barbecho demanda una gran cantidad de trabajo o de dinero por el pago de la renta de la maquinaria agrícola necesaria para su preparación, y en muchas ocasiones no pueden realizarlo. La rotación de cultivos es una técnica que consiste en la siembra de varios cultivos en una misma parcela. Este método contribuye a proteger el suelos y a reducir su desgaste, así como para evitar la presencia de plagas (Gardi et la., 2014). Los productores consideran a la rotación de cultivos como una práctica que contribuye a evitar la erosión y a aumentar la producción, pues es una técnica que facilita el descanso de la tierra.

Para el caso de los productores de café de la localidad de Huatusco, una de las técnicas que practican frecuentemente para preservar el bienestar de sus cultivos y el suelo es la poda. Cuando un plantío está infectado por la roya, los productores podan las partes afectadas para tratar de salvar

la planta. Esta técnica es recomendada en manuales sobre manejo agronómico de los cafetales para evitar la propagación de la roya, así como para mantener regulada la sombra en los cultivos de café (Virginio Filho, 2017). La sombra de los árboles es un componente que presenta un alto grado de salida en los modelos mentales de Huatusco y Naolinco (Tabla 8). Esta característica lo distingue como un componente que regula a otros componentes de la red, y queda ejemplificado con lo manifestado por los caficultores en la discusión de los talleres participativos. De manera general, los productores utilizan la sombra proporcionada por los árboles de segundo propósito (generalmente frutales), para aumentar la vida útil de un árbol de café (Fig. 16). Adicionalmente, la sombra ayuda a mantener la humedad del suelo, evita el crecimiento de maleza y medía la temperatura del cafetal (Fig. 11) . Sin embargo, los productores también consideran que ésta debe ser mediada, pues un exceso de sombra puede promover la presencia y propagación de algunas enfermedades y en este caso afectar la producción (Figs. 9 y 10). La regulación de la sombra entre 30 y 50% es una práctica sugerida para el control de diversas enfermedades, entre las que se encuentran hongos e insectos que afectan al café (Virginio Filho, 2017).

Las lombrices son organismos cuya presencia en las parcela es bien percibida por los agricultores. Algunos productores de café practican la lombricomposta, pues consideran que esta técnica puede aumentar la humedad de los suelos, y que también puede ser un aporte de abono orgánico. Esto coincide con los reportes que indican que las lombrices están relacionadas con la descomposición y reciclaje de la materia orgánica (Astier-Calderón et al., 2002; en Navarrete Segueda et al., 2011).

Uno de los puntos de encuentro más destacados que perciben como importante los tres sectores son la identidad cultural, organización y conocimientos colectivos (Fig. 18, Anexo II). Este ha sido un elemento importante para los productores agrícolas puesto que tiene una alta influencia en la manera en la que se practica y desarrollan diversas estrategias de conservación de suelos. Muchas prácticas de conservación de suelo y agua que los productores emplean están altamente relacionadas con el conocimiento local (Zapotitlán; Fig. 8, Coatepec; Fig. 11, Huatusco (aguacate); Fig. 12). De tal manera que estas estrategias se mantienen vigentes, y han sido preservadas a través de la socialización de los conocimientos locales.

Colter y Cuevas (2017) consideran que para lograr suelos sanos y resilientes que se traduzcan en sistemas productivos sustentables se debe reconocer el conocimiento local en el contexto de un manejo adaptativo (Cotler y Cuevas, 2017). Esta misma idea fue evocada por los miembros de las OSC que participaron en la elaboración de los modelos mentales (Fig. 14), pues consideran que este

tipo de conocimientos colectivos son una alternativa viable de agricultura, en contraposición de las propuestas modernas de agricultura convencional. De igual manera pugnan porque este conocimiento sea reconocido al integrado en el diseño de las políticas públicas.

### **La importancia de las percepciones entorno a las políticas públicas**

Como parte de los resultados, se muestra en el diagrama de Venn de los tres sectores sociales (Fig. 18) que uno de los puntos más destacados en la intersección de los componentes compartidos en la percepción del sector público y el sector de OSC, es el tema de la relevancia de las políticas públicas como elemento que contribuye a generar la problemática actual de los suelos agrícolas. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) reconoce en su texto informativo “Suelos, bases para su manejo y conservación” (2015) que la mayoría de los procesos de degradación de suelos son causados por “usos inadecuados”, entre los que se encuentran la fertilización con abonos químicos, la presencia de terrenos agrícolas en laderas con pendientes pronunciadas, la deforestación y el cambio de uso de suelo (Arredondo et al., 2015). Estos procesos son claramente identificados por los sectores sociales, quienes consideran y coinciden en que la conjunción de estos factores están degradando los suelos productivos. Uno de los aspectos más importantes de este texto, es la aseveración de que muchas de estas prácticas son fomentadas por las propias políticas públicas y presiones del mercado (Arredondo et al., 2015)

Resulta interesante observar que los miembros del sector público y los miembros de OSC que participaron en este trabajo, visualizan y son conscientes de que estos factores están estrechamente relacionados con la situación problemática actual de los suelos agrícolas del país. A pesar de que cada uno de estos sectores comprende la situación desde perspectivas distintas, ambos identifican que en efecto, las políticas públicas son un elemento de incidencia que está contribuyendo a fomentar el cambio de uso de suelo, y en consecuencia, a promover la pérdida del suelo y su fertilidad (Fig. 14), así como a aumentar su degradación física, química y biológica, y hacerlo más propenso a ser erosionable por procesos hídricos o eólicos (Fig. 13).

Para el caso específico de los miembros del sector público y miembros de OSC, el componente de políticas públicas resultó ser un componente con un índice elevado de conectividad, siendo la mayoría de sus relaciones salidas. Su posición en la tabla 7 lo señala también con un índice considerable de intermediación para el caso del modelo mental de miembros de OSC. Su alto grado

de salida se ve reflejado en la percepción que sostienen ambos sectores, sobre la importancia y relevancia que tienen las políticas públicas sobre el estado de suelos agrícolas del país.

Efectivamente, en las últimas décadas, las políticas públicas dirigidas hacia el sector agropecuario han generado numerosos efectos negativos (Yúnez, 2010; Robles Berlanga, 2012; en Cotler et al., 2016) y han tenido influencia en el incremento de la degradación de los suelos (SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2002; en Cotler et al., 2016; CEMDA; 2016, 2017). Como diversos autores han señalado, las percepciones de los tomadores de decisiones y de los diseñadores de políticas públicas y leyes para la protección ambiental son las únicas que prevalecen en su elaboración, dejando fuera las percepciones y necesidades de las poblaciones locales (Godau, 1985; Subirats, 1995; Toledo, 1995; Escobar 1996; Flores, 2003; en Fernández, 2008; CEMDA; 2016, 2017). Esto es claramente reconocido por los miembros del sector público que participaron en el taller, pues en la discusión y en los modelos generados indican que en muchas ocasiones el diseño y planeación de las políticas públicas no toma en consideración las necesidades y preocupaciones de los productores agrícolas y que entra en conflicto con las necesidades y formas de organización locales. Sin embargo, la experiencia de los miembros del sector público en temas de políticas públicas es basta y reconocen el papel que éstas juegan sobre el destino y las opciones de adaptación que deberán tomar los productores agrícolas después de su ejecución.

Resultó interesante notar que los miembros del sector público también parecieron estar de acuerdo con el contenido y diseño de algunos programas en materia agrícola. No obstante, coinciden en que en muchas ocasiones, el seguimiento de proceso y acompañamiento a los productores queda relegado a un segundo plano. Los miembros de este sector consideran que estos factores propician la generación de una brecha de desconfianza y repulsión hacia los programas públicos, y en consecuencia, estos programas ven mermados sus propósitos y objetivos. Indicaron que los beneficios que la política pública pueda brindar se ven opacados, puesto que su implementación es enteramente responsabilidad de los propietarios de la tierra, quienes a su juicio, pueden no aplicar o aplicar incorrectamente los lineamientos de programas. En mi opinión, la existencia de esta brecha ha ido aumentando paralelamente con la implementación de nuevas políticas públicas y programas de manejo, que promueven la modernización del campo (e.g. MasAgro, CEMDA 2016), rehuendo aún más a la identidad cultural de los campesinos y comunidades dedicadas a labores agrícolas. En consecuencia, la repulsión entre ambos sectores, agrícola y público, seguirá siendo un elemento de conflicto que se acentúe, y que diste de generar un vínculo de cooperación y bienestar del campo mexicano y de las personas que dependen de él.

Los miembros de OSC consideran que el diseño y ejecución, en su mayoría excluyente e inadecuado, de políticas públicas orillan a los productores a entrar en el juego dispuesto por las demandas del mercado, generando un efecto negativo en las necesidades del sector de agricultores. Comentan que este efecto merma el ánimo y los deseos de éstos por querer seguir siendo gente de campo, lo que se ve reflejado en un distanciamiento de su identidad cultural, prácticas locales y motivos culturales asociados a la actividad agrícola. Manifestaron en las discusiones y reflejaron en sus modelos que estas situaciones son el punto de quiebre por el cual los jóvenes prefieren realizar otras actividades distintas al campo, o migrar hacia el extranjero u otros puntos al interior del país (Fig. 14).

De esta manera es posible considerar que las políticas públicas no están fomentando la práctica de técnicas de conservación de suelos, el uso de abonos verdes e inclusive no están considerando el conocimiento local de las personas que mantienen una relación de cercanía con los recursos naturales. Como consecuencia de estas deficiencias en el diseño de las políticas públicas, surge como una necesidad prioritaria, la inclusión de las percepciones ambientales de los distintos sectores involucrados. Las percepciones aquí recabadas pueden fungir como una herramienta elemental en el diseño de estrategias locales o regionales más inclusivas y enfocadas a atender los intereses de los diversos grupos sociales que mantienen una relación cercana con el aprovechamiento de los recursos naturales, y para este caso particular, el sector de los productores agrícolas.

Por otra parte, como lo establece la Constitución en tanto que México se define como una nación multicultural, sería necesario que la definición y planeación de una política pública se realice desde una relación distinta entre el Estado y las diferentes culturas, incluida las indígenas y campesinas, de manera que surjan desde el conocimiento y diversidad cultural y considerando las características socioeconómicas del sector agrícola (Cotler et al., 2016; CEMDA; 2016, 2017). El eje central del diseño de las políticas y programas debería partir de una visión compleja de los sistemas agroalimentarios (Cotler et al., 2016), promoviendo un manejo adaptativo de la conservación de suelos, que empate con las ideas, necesidades y preocupaciones de los productores agrícolas en la toma de decisiones sobre los agroecosistemas. Considero que sólo de esta manera sería factible pensar en políticas y programas públicos adecuados.

## **Marco conceptual de los servicios socioecosistémicos y la percepción de los productores agrícolas**

La viabilidad de los sistemas productivos demanda la integración de la dimensión social y ecológica en su abordaje, en aras de promover la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, desde su diseño y manejo (Lescourret et al., 2015). El marco conceptual de gestión de multiservicios propuesto por Lescourret y colbs. (2015) está enfocado en los agroecosistemas, como unidad inmersa en ambos sistemas ecológico y social, y conformado por características propias de cada uno de ellos. Este marco busca identificar las relaciones que se presentan entre el uso y manejo de las prácticas agrícolas y la provisión de los servicios ecosistémicos (Lescourret et al., 2015). La definición de los servicios ecosistémicos los explica como los “beneficios” que obtienen las personas a partir de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), y éstos pueden ser servicios de abastecimiento (*beneficios materiales: alimento, madera, agua, etc.*), servicios de regulación (*beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos*), servicios de apoyo (*procesos necesarios para la producción de los demás servicios ecosistémicos*) y servicios culturales (*beneficios inmateriales que se obtienen a partir de los ecosistemas*).

Los componentes estructurales del ecosistema están integrados por las partes físicas, geoquímicas y biológicas, mientras que los componentes estructurales del sistema social incluyen la diversidad de actores que sostienen intereses en los servicios ecosistémicos que proveen los sistemas agrícolas, entre los que podemos mencionar a productores, organizaciones e instituciones (Lescourret et al., 2015). Las interacciones que se presentan entre los dos componentes estructurales están mediadas por el manejo del agroecosistema y el aprovisionamiento de múltiples servicios ecosistémicos. Dichas interacciones pueden ser de carácter positivo (sinergias) en el caso de que dos servicios ecosistémicos aumenten o disminuyan; negativo (trade-offs o compensaciones) si uno de los servicios incrementa pero otro disminuye; e inclusive ser interacciones entre servicios, en el cual la provisión de un servicio tenga impacto directo sobre otro servicio (Bennett et al., 2009). Por mencionar algunos ejemplos de estas interacciones, podríamos citar las relaciones que mencionan Bennett y colabs. (2009) cuando describen el efecto que tienen los fertilizantes sobre el aumento en el rendimiento de los cultivos, pero cuyo uso compromete la calidad del agua; o la relación que existe entre la degradación del suelo por la extracción masiva de biomasa, que en consecuencia reduce la materia orgánica disponible, repercutiendo en una disminución del rendimiento y finalizando en una mayor presión sobre el suelos de la África subsahariana (Bennett et al., 2009). Así mismo, Smith y Sullivan (2014) realizaron un estudio para evaluar la percepción de diversos agricultores sobre los servicios ecosistémicos ligados a la agricultura en la región de Nueva Gales

del Sur, Australia. Como parte de sus resultados, encontraron que los productores agrícolas identifican como amenaza al detrimento de los servicios ecosistémicos, el uso de los agroquímicos, como lo es los fertilizantes y los pesticidas. Además, los participantes en este estudio perciben como amenaza la degradación de los suelos, siendo su pérdida resultado de procesos erosivos y de compactación, así como la eliminación de la vegetación nativa y la deforestación. Algunos otros factores encontrados como amenaza a los servicios ecosistémicos de esta región resultaron ser los procesos de urbanización, consumismo y la falta de intervención por parte del gobierno e instituciones locales (Smith y Sullivan, 2014).

Los productores agrícolas analizan la dinámica y procesos que tienen lugar en sus parcelas, tomando decisiones sobre qué técnicas de conservación practicar y sobre el tipo de manejo que llevarán a cabo. Estas decisiones están pensadas sobre una reflexión similar a la que presenta el marco de los múltiples servicios ecosistémicos que plantean Lescourret y colaboradores, y que se ven reflejadas en las relaciones de causalidad que se establecen entre los conceptos de los modelos mentales de los participantes. La construcción y diseño de los modelos mentales nos permite conocer parte del proceso reflexivo y comprensivo que sostienen los participantes sobre el funcionamiento del agroecosistema. Algunas de estas relaciones se pueden observar en los modelos mentales de los productores agrícolas, por ejemplo para los productores de café de la localidad de Coatepec (Fig. 9), los árboles puede proporcionar materia orgánica a los suelos, y de esta manera promover la presencia de microorganismos benéficos para los suelos y así obtener una mejora en la producción. De la misma manera, los productores de la localidad de Naolinco (Fig. 11), perciben el aporte que tiene la presencia de los árboles en la generación de sombra y el beneficio que representa para obtener una mayor calidad del producto, a la vez que esta sombra proporciona humedad y cobertura a los suelos, disminuyendo la pérdida de fertilidad de los mismos. Un ejemplo más es las relaciones que interpretan los productores de Zapotitlán, Pue. (Fig. 8), que consideran la relevancia de los abonos orgánicos en la aportación de macronutrientes, y así como en el mejor desarrollo de los cultivos de maíz y frijol en comparación con los fertilizantes inorgánicos.

El conocimiento, entendimiento y comprensión de las interacciones que existen entre los servicios ecosistémicos y el manejo de los agroecosistemas, permite establecer panoramas de manejo que prevengan las relaciones de no deseadas respecto a las compensaciones (trade offs), que permitan aprovechar las sinergias y que eviten panoramas de cambios drásticos e inesperados en la provisión de los servicios ecosistémicos (Bennett et al., 2009). Este marco podría facilitar estrategias de vinculación entre los sectores público, sociedad civil y academia, sentando un piso común para la

comunicación entre ellos, con miras hacia la implementación y desarrollo de políticas de manejo y conservación de los suelos y promoviendo también el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Estas propuestas rescatarían la importancia de dichos servicios y remarcando el destacado papel que desempeñan los productores agrícolas en su mantenimiento.

De esta manera, resulta factible concluir que el sector de los productores agrícolas tiene gran incidencia en el porvenir de los suelos agrícolas, pues este sistema tan importante se encuentra bajo su custodia y manejo. Esto último debería ser argumento suficiente para colocar en el centro de la creación y diseño de políticas públicas, planes de manejo, informes y redes de vinculación dirigidas a incluir la opinión, percepción, conocimiento y prácticas de estos actores. Los productores ponen en balance un número cuantioso de elementos (económicos, sociales, ecológicos y culturales, etc.) en la toma de decisiones sobre los suelos en los que tiene injerencia, en muchos de los casos, priorizando el aspecto mercantil y económico, y poniendo de lado el aspecto ecológico y ambiental que repercute en la calidad de los suelos. Considero que las políticas públicas diseñadas desde un enfoque integrador de las percepciones articuladas entre los productores agrícolas, los miembros del sector público, miembros de OSC y academia, pueden ser más fácilmente implementadas practicadas y perdurables, pues se estaría sentando una base común que promueva el entendimiento entre las partes, y plantee objetivos comunes en beneficio de la conservación de los suelos agrícolas del país.

## **Escalas espaciales y temporales en la percepción de los sectores sociales**

### **Escala espacial de la percepción por sector social**

Existen, como es de esperarse, puntos de conflicto o discrepancia entre las percepciones de los sectores sociales cuyas percepciones tratamos de caracterizar en este trabajo (productores agrícolas, OSC y miembros del sector público). Con base en los componentes de los modelos mentales que se establecen como únicos para cada sector en el Anexo II, podemos inferir que los distintos sectores analizan y comprenden desde diferentes escalas de tiempo y espacio los sistemas agrícolas.

Para el caso de los productores agrícolas, la escala en la que generalmente se encuentran inmersas sus actividades agrícolas es una escala local. Esta escala está contenida en el nivel de su parcela o las parcelas vecinas. Un ejemplo claro de esta situación es el de las decisiones que toman y ejecutan los productores agrícolas sobre sus parcelas, es decir, decidiendo el tipo de prácticas y técnicas de

conservación que utilizarán, los procesos de cultivo y cosecha, decidiendo el tipo de semilla que siembran (híbrida o nativa) o la variedad (catimores, arábiga, etc.), si utilizarán abonos orgánicos o paquetes agroindustriales para fertilizar sus suelos y planificando los costos de inversión y mantenimiento de sus agroecosistemas.

En el caso particular de los productores de maíz y frijol resulta como un componente característico la preocupación sobre los problemas futuros que puedan enfrentar (Guarapo; Anexo II). Este componente presenta un alto grado de entrada para el modelo mental de agricultores de Guarapo (Tabla 9). Por tanto, se puede considerar como un componente susceptible a ser incidido por otros componentes, como lo es el caso de las amenazas que representan la urbanización, la deforestación y el uso excesivo de insumos agroquímicos, para el desarrollo de los suelos y las prácticas agrícolas.

Estos factores están relacionados con la percepción sobre la pérdida de fertilidad de los suelos y también con la baja productividad de sus cultivos. El concepto de pérdida de fertilidad de los suelos resultó un componente con un alto grado de conectividad en las redes de los modelos mentales de Guarapo (Tabla 6), Huatusco y Naolinco (Tabla 6). La mayoría de las relaciones que mantiene este componente con otros son relaciones de entrada (alto grado de entrada), mismo que lo postula como un componente propenso a ser modificable, lo que se traduce en la posibilidad de practicar técnicas de conservación de suelos que contribuyan a revertir la disminución en la fertilidad de los suelos (Guarapo, Fig. 6; Naolinco, Fig. 9; Huatusco, Fig. 10).

Un aspecto importante que está dentro de sus consideraciones son los recursos económicos, pues la producción demanda de la utilización de maquinaria, como lo es el tractor y la trilladora (Anexo I), y lo que esto implica en términos de inversión (renta, combustible, mano de obra). Ante esto hecho, algunos productores siguen manteniendo la utilización de otras herramientas más accesibles, como lo es la yunta y el arado con ganado (San Felipe y Zapotitlán; Anexo I). Además de la aplicación de algunos abonos orgánicos (Anexo I) provenientes de los animales de compañía y animales de trabajo.

Para el caso de los productores de café, fue posible contrastar una gran variedad de manejos y estilos de producción de café, pues la mayoría de los participantes en los talleres trabajan en fincas dedicadas a la producción a gran escala. En general, se destacan dos tipos de parcelas, cada una con tipos distintos de manejo, sobre la producción de café: las fincas “tradicionales” y las fincas “sustentables” (Fig. 9, Anexo II). Uno de los puntos más relevantes en el contraste entre los

productores de café es el tema de los procesos de comercialización de sus productos, en el cual sobresalen dos mercados: el mercado de especialidad y el mercado convencional; cada uno de estos tiene procesos de producción de café distintos. (Fig. 9). Uno más de los factores que los productores de café han encontrado que les proporciona ventaja es la introducción de variedades resistentes a plagas y a enfermedades, así como la plantación de injertos en el cafetal (Fig. 10, Anexo II). Resultan como aspectos importantes, la generación de sombra para el desarrollo de las plantas de café (Anexo II), y la poda regular y frecuente de esta sombra (Fig. 10, Anexo II). Esto con el fin de prevenir la presencia de plagas y enfermedades, regular la temperatura y proporcionar materia orgánica al suelo.

Algunos productores de aguacate reconocen ser nuevos en la siembra y comercio de este producto, pues antes sus parcelas estaban dedicadas a la producción de café. Destaca para estos participantes, la importancia de realizar pruebas y análisis a los suelos con el fin de evaluar cuánto se tendrá que invertir en la creación y desarrollo de la parcela para el cultivo de aguacate. Los productores consideran que un suelo que es permeable, facilita las labores de trabajo de preparación de la tierra, la cosecha y producción del cultivo (Fig. 12, Anexo II). Además de que tiene una gran ventaja contra la presencia y propagación de plagas y enfermedades. El concepto de suelo permeable resalta como un componente con un elevado grado de conectividad. La mayoría de sus relaciones son relaciones de salida, por lo que podemos asumir que este componente está mediando a muchos otros componentes de la red (Tabla 8). Esta particularidad lo señala como un componente influyente al interior de la red, misma situación que se ve reflejada por los comentarios de los productores de aguacate de Huatusco. Los participantes reconocen la creación de un plan de fertilización que contempla el uso y aplicación de estos insumos agroindustriales en las parcelas (Fig. 12, Anexo II), pues la necesidad de obtener ganancias a costa de la inversión inicial, resulta ser uno de los puntos más importantes para los productores de aguacate. Este cultivo, aún no cuenta con una certificación de producción orgánica en Veracruz, situación que facilita la producción intensificada de aguacate.

Respecto a los miembros del sector público, éstos sostienen una visión más general y técnica sobre la problemática de los suelos. Basan su unidad de análisis, principalmente, en el nivel de manejo de cuencas (Fig. 13, Anexo II). Comentan que una buena planificación y ejecución de los planes de manejo de cuencas, evitaría o en dado caso, solucionaría, las problemáticas de índole ambiental sobre los recursos naturales. Su percepción encuentra eco en lo estipulado por la SEMARNAT en el cuadernillo de divulgación “Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión”, que establece a las cuencas hidrográficas como la unidad territorial básica para la planeación y el manejo de los

recursos naturales (Biestroek, et. al., 2009 en Cotler et al., 2013). Analizar la problemática desde un enfoque de cuencas permite efectivamente relacionar los procesos de formación y de pérdida de suelo con otros componentes como el agua y la vegetación, y posibilita la planeación de acciones que conserven todos los elementos al interior del sistema (Cotler et al., 2013). No obstante, puede entrar en conflicto o ser incompatible con una percepción más detallada y local de los otros sectores cuyas percepciones se estudiaron en este trabajo.

Los miembros de este sector reconocen ampliamente los procesos generales que ocurren en las cuencas hidrográficas, como lo son los procesos de cambio de uso de suelo (Fig. 13). Este componente resultó como un nodo destacado en la red del modelo mental del sector público debido a su importancia por la cantidad de relaciones que mantiene con otros componentes y por su índice de intermediación, que refleja su participación en el flujo de información al interior de la red. También resultó ser un componente de importancia de acuerdo a la ponderación de los participantes. Los miembros del sector público consideran que el proceso de cambio de uso de suelo es propiciado por la falta de planes de ordenamiento de territorio, o por la influencia de algunos programas gubernamentales que afectan la relación costo-beneficio de los productores agrícola (Sector público, Anexo II) , y que los orilla a practicar otras actividades económicas con las que puedan generar un mayor ingreso. Los miembros del sector público consideran que los procesos de degradación físicos, químicos y biológicos que están aconteciendo en los suelos agrícolas merman la producción de los cultivos (Sector público, Anexo II).

Un punto que consideran de importancia es el manejo y distribución del agua mediante las concesiones de los distritos de riego a los usuarios, pues comentan que en muchas ocasiones existe una sobreexplotación del recurso y desperdicio considerable de agua por falta de tecnificación en los sistemas de riego (Sector público, Anexo II). Reconocen que otros factores negativos que afectan el manejo de los recursos naturales es la tala ilegal, la deforestación y los incendios forestales, cuyo propósito es el cambio de uso de suelo, para practicar alguna actividad económica en espacio generado (Sector público, Anexo II).

Los participantes miembros de OSC reconocen la importancia del papel que juegan las comunidades y grupos sociales (productores agrícolas y grupos indígenas del país) en el devenir de los suelos agrícolas. En mi opinión, la escala de análisis espacial de este sector es multiescalar, pues son capaces de analizar la situación de los suelos agrícolas en escalas que comprenden desde el

nivel parcela y hasta el nivel nacional y regional. Destacan con mucho énfasis, la influencia de las políticas públicas sobre el desarrollo de la agricultura en el campo mexicano.

Reconocen también la gran influencia que desempeñan las demandas del mercado sobre los producción agrícola, y las modificaciones que ocurren en los programas gubernamentales que apoyan estas demandas de competencia mercantil (OSC, Anexo II). Comentan que estos cambios tienen repercusiones negativas en los suelos, pues generan efectos negativos en suelo entre los que destacan pérdida en la retención de agua, compactación y degradación de suelo. También identifican otros procesos que resultan como consecuencia la problemática de los suelos, como lo son los procesos de migración, nacional y extranjera. Estos participantes hicieron hincapié en dos posturas contrastantes entre la agricultura intensiva y los modos locales de realizar agricultura (OSC, Anexo II). Comentan que una gran parte de la problemática actual de los suelos se debe a que la agricultura intensiva ha tenido una amplia apertura en los intereses de los tomadores de decisiones y que de tal manera, los productores agrícolas han tenido que adaptarse a estas medidas. Sin embargo, rescatan la importancia de los conocimientos colectivos como una manera alterna de practicar y conservar los procesos locales de realizar agricultura (OSC, Anexo II).

### **Escala temporal de la percepción por sector social**

Respecto a la escala temporal, considero que la escala en la que manejan sus actividades los productores agrícolas está contemplada en una escala corta y mediana de tiempo, regida por las acciones del día a día, y por la duración promedio de los ciclos productivos. Este sector guarda mucho interés en estos plazos de tiempo, pues sus actividades se rigen por los procesos de preparación de la tierra, el cultivo, su mantenimiento, y la cosecha.

Considero que un aspecto relevante para el análisis de la dimensión temporal que los distintos productores perciben, se relaciona con los procesos de cosecha y comercialización de los productos (maíz y frijol, café y aguacate). En mi opinión, existe una clara diferencia respecto a la velocidad de los ciclos productivos que llevan a cabo los productores de café y aguacate, y los productores de maíz y frijol. Los primeros se dedican preferentemente al comercio a gran escala de sus productos en diversos mercados, mientras que los últimos dirigen su producción al autoconsumo y venta e intercambio de manera local.

La comprensión del tiempo de los productores agrícolas, también considera los períodos remotos, pues durante el desarrollo de los talleres se realizaron distintas comparaciones entre el pasado y el presente refiriéndose al estado de los suelos. Cabe mencionar que en estas comparaciones, los productores rescatan una importante diferencia entre los modos de practicar la agricultura anteriormente, y los modos actuales de hacerlo, pues consideran que antes era la problemática sobre los suelos agrícolas no era tan marcada como lo es la actual.

Considero que el sector público contempla la problemática de los suelos en una escala de tiempo que está regida por períodos de ejecución marcados por las políticas públicas, es decir períodos que abarcan un par de años. Su postura frente a la problemática de los suelos agrícolas está estrechamente influenciada por conclusiones administrativas, generales y a escala de acción amplia (estatal, nacional). Sin embargo, la SEMARNAT rescata el hecho de que resulta necesario cambiar esta visión administrativa-política del territorio por una más ecosistémica, dentro del nivel de cuenca. Esta visión podría facilitar una relación más armónica de la sociedad con el ambiente y que favorezca una visualización integral de los problemas socioambientales (Cotler et al., 2013).

En mi opinión, los miembros de OSC contemplan la problemática de los suelos agrícolas desde una amplia variedad de enfoques. Considero que los participantes identifican diversos campos de acción (social, académico y administrativo), pues basados en los resultados obtenidos, podemos inferir que mantienen una clara relación y postura frente a estas perspectivas. Su análisis temporal es polifacético, pues logran identificar los diversos procesos de tiempo en los que ocurren las actividades de los productores agrícolas. Además son capaces de visualizar los procesos de tiempo más amplios. Sumado a esto, los participantes cuentan con experiencia propia sobre las actividades del campo, pues con anterioridad han tenido contacto con él, porque han desarrollado prácticas agrícolas o por los conocimientos adquiridos por el desarrollo de sus actividades como miembros de OSC.

Los miembros participantes de OSC destacaron en la discusión sobre la creación de su modelo mental el trabajo de las distintas organizaciones de la sociedad civil, pues consideran que representan un símbolo de apoyo a los campesinos, mediante la vinculación directa con ellos (OSC, Anexo II). La conjunción de estas características y amplia diversidad de opiniones y conocimientos, postula a las OSC como un posible mediador efectivo o como acompañantes eficaces de los procesos de organización regional de los productores agrícolas.

## **Indicadores utilizados en campo por los productores agrícolas**

En referencia a la pregunta de investigación sobre las variables o relaciones descritas en los modelos mentales que permitan comprender mejor la problemática de la degradación de los suelos y que puedan fungir como indicadores de la calidad del suelo, los productores agrícolas han utilizado una serie de parámetros que les permiten evaluar cualitativamente el estado y condición de sus suelos, así como también de otras condiciones relacionadas con este recurso, como lo es el crecimiento y el desarrollo del cultivo.

A pesar de que las regiones en las cuales se llevaron a cabo los talleres participativos están distantes y son diferentes en sus condiciones climáticas y ecológicas (Tablas 2 y 3), los indicadores que utilizan los productores son muy similares. Un indicador de calidad de suelos se concibe como una herramienta de medición que debe dar información sobre las propiedades, procesos y características que ocurren en él (Astier et al., 2002). Tal es el caso de la característica que hace referencia al color de suelo (color de la tierra), misma que fue recurrentemente citada por los agricultores. Desde la óptica de los productores, un suelo de color negro o rojo es un suelo con potencial para obtener una buena producción, mientras que un suelo de color blanco o amarillo indica una mala calidad (Tablas 10-12).

En la Tabla 10 se muestran otras características que identificaron los productores agrícolas de maíz y frijol, una de ellas se relaciona con las condiciones de dureza (blanda o sólida) de los suelos de sus parcelas. Los productores evalúan ésta característica para saber si es conveniente o no cultivar, pues un suelo duro resulta muy difícil de trabajar, y requiere de mucha inversión en maquinaria y mano de obra para contrarrestar esta cualidad. Otro de los parámetros que utilizan los productores para conocer la historia de un suelo son las marcas de arrastre o deslave. Estas marcas indican que el suelo ha sufrido erosión eólica o hídrica con anterioridad, y que por lo tanto es un suelo deteriorado. La profundidad de los suelos refleja la potencial funcionalidad de este recurso. Los productores, prefieren cultivar en suelos de gran profundidad, pues de esta manera los plantíos de maíz pueden desarrollar raíces de mayor longitud, y así ser más resistentes al ataque de plagas que atacan esta parte de la planta.

Algunos otros indicadores son evaluados a un nivel fuera del suelo. Por ejemplo, el color amarillo de las plantas, es un indicador que los productores de café relacionan con una mala calidad del suelo (Tabla 11). La ausencia de fauna puede ser un elemento que refleje si se ha excedido la aplicación

de fertilizantes inorgánicos. Si se han aplicado en exceso, de manera recurrente y constante, la presencia de fauna se ve afectada.

En cambio, un crecimiento saludable del plantío indica que el suelo tiene una buena calidad y puede ser más fácil cultivarlo (Tabla 11). Un elemento que también muestra indirectamente una buena calidad de suelo es el crecimiento de hierbas y malezas en la parcela, principalmente cuando ésta no ha sido cultivada en mucho tiempo y se desea retomar su trabajo (Tabla 10).

En específico existen dos organismos que funcionan como indicadores de un suelo en buen estado, la presencia de cochinillas y lombrices. Se ha constatado que la presencia de estos organismos está relacionada a los procesos de formación de suelo, al reciclaje de nutrientes y con la actividad microbiológica de los suelos (Bracamontes et al., 2016). Su presencia indica un incremento en la proporción de materia orgánica, e indirectamente denota una alta concentración en los niveles de Carbono y Nitrógeno en el suelo (Bracamontes et al., 2016).

Los productores también definen la forma de sus suelos basados en indicadores de índole económica, pues evalúan la condición de sus suelos basados en el costo de mantenimiento de la parcela. Los participantes propusieron indicadores como por ejemplo, la cantidad de fertilizante aplicado, o si se obtiene o no una buena producción.

Con base en este tipo de análisis, los productores son capaces de identificar si un suelo es o no de buena calidad, y así poder planear las estrategias y prácticas para obtener el mejor aprovechamiento del suelo y optimizar la producción. Los parámetros e indicadores utilizados por los productores agrícolas reflejan ampliamente, en la mayoría de los casos, propiedades que son utilizadas para medir la calidad de los suelos. Algunas propiedades físicas tales como la estructura, la porosidad y la capacidad de retención de agua (Astier et al., 2002) pueden ser evaluadas e interpretadas por estos indicadores cualitativos. Los conceptos que este sector maneja son muy parecidos a los que diversos autores han definido con anterioridad, como por ejemplo la definición de suelo fértil, como aquél que tiene la capacidad de abastecer de nutrientes suficientes al cultivo, asegurando su crecimiento y desarrollo (Olson et al., 1982; Brady, 1990; Havlin et al., 1999; en Astier et al., 2002) y que empata con la percepción de los productores sobre las condiciones que un suelo en buen estado debe presentar.

## **Modelos mentales como herramienta de investigación socioambiental**

Con el objetivo de mejorar el manejo de los recursos naturales y la toma de decisiones sobre los mismos, es necesario incluir una variedad de herramientas y métodos que permitan un análisis integral de estos sistemas socioambientales (Villamor, 2014).

La participación social en el planteamiento y análisis de conflictos socioambientales tiene como principales beneficios aumentar la calidad y durabilidad de las decisiones tomadas (Fischer, 2000; Beirle, 2002; Reed et al., 2008 en Reed, 2008). Esta participación apoya a los actores sociales mediante la generación conjunta de nuevo conocimiento, la manera en cómo usarlo y aplicarlo a las actividades de su cotidianidad (Blackstock et al., 2007; Greenwood et al., 1993; Okali et al., 1994; MacNaughten y Jacobs, 1997; Wallerstein, 1999 en Reed, 2008). Las decisiones tomadas desde una perspectiva de inclusión promueve que las decisiones ambientales sean percibidas como holísticas y justas, pues incluyen la diversidad de valores, necesidades y reconocen la complejidad de las interacciones socioambientales (Richards et al., 2004).

El planteamiento y modelamiento de las problemáticas socioambientales tiene el potencial de proveer un mayor entendimiento de las causas de dichos problemas, e inclusive de indicar la mejor manera de afrontarlos (Fairweather, 2010). En este trabajo, la utilización de los modelos mentales nos permitió ahondar en los factores que funcionan como clave en las causas que desencadenan la problemática reciente de los suelos agrícolas, desde la perspectiva de los actores más relacionados con la problemática, con énfasis en los productores agrícolas. La revelación de estos factores en las dinámicas de los talleres, y su representación visual en las redes de los modelos mentales, permitió a este grupo de investigación y a los mismos productores, comprender de una manera más completa los elementos que conforman el sistema alrededor de los suelos, las relaciones que se presentan entre estos elementos, la manera en que éstos se modulan, modifican y regulan unos a otros. Los modelos mentales permiten este proceso de reflexión, pues tienen como virtud de herramienta de investigación, dilucidar la manera en la que un sistema funciona y está conformado (Lynam y Brown, 2012).

La metodología e implementación de talleres participativos para la creación y diseño de modelos mentales, está sumamente relacionado con la pregunta de investigación sobre si ésta herramienta puede integrar los resultados del proyecto amplio con el conocimiento que sostengan los tres sectores sociales, y poder presentar los resultados de manera accesible. Bajo el enfoque de esta

pregunta, podemos asumir que, en efecto, los modelos mentales funcionaron como una herramienta que nos permitió conocer las percepciones de los tres sectoriales sobre los suelos agrícolas. Principalmente bajo el argumento de identificación y aprobación que recibieron los modelos mentales mostrados en los folletos informativos a los productores agrícolas, mismos que fueron discutidos y consensuados entre los asistentes a los talleres de cierre. La realización de los talleres participativos dio pie a la inclusión de variedad de opiniones de los participantes y propició un espacio para el análisis, la discusión y el intercambio de ideas entre los participantes de cada taller. La información que se manejó en dicho taller fue, en su extensa mayoría, aportada por los participantes, hecho que resalta la riqueza, importancia y valor de la información obtenida.

Esta herramienta también nos permitió conocer otros aspectos relevantes del sistema suelo, es decir, pudimos conocer las prácticas productivas, los sistemas de comercialización de los cultivos de café, algunos indicadores funcionales y prácticas para evaluar cualitativamente la condición de los suelos, así como otros aspectos culturales, sociales y panoramas a futuro sobre las expectativas de los productores agrícolas.

Estas características de los modelos mentales facilitaron la comunicación eficiente y concreta de la información de regreso a los productores agrícolas, pues fue posible identificar los puntos sobre los cuales era necesario profundizar los temas de interés. Esto último sentó las bases sobre las cuales se diseñaron los folletos informativos para los talleres finales.

Considero que este trabajo puede guiar la entrega de los resultados que sean obtenidos en el proyecto amplio, pues conocemos las preocupaciones de los productores agrícolas, y conocemos también su opinión respecto a la motivación de investigación conjunta entre ellos y la academia. La inclusión de las distintas percepciones de los actores sociales en el manejo de los recursos naturales, representa como ventaja una mayor flexibilidad y una disminución de rigidez en los sistemas socioambientales, mejorando la representación de múltiples perspectivas y promoviendo la adaptabilidad en la toma de decisiones (Gray et al., 2012).

El uso e implementación de los modelos mentales ha tomado relevancia en las investigaciones socioambientales, pues ante la problemática ecológica de escala local, regional y global, es necesario incluir todas las visiones y percepciones para su abordaje.

## CONCLUSIÓN

Los componentes y relaciones representados en los modelos mentales pueden ser entendidos como los elementos que, desde el punto de vista de los productores agrícolas, conforman y definen el sistema en el cual se desenvuelven sus actividades productivas. Durante la realización de los talleres, surgieron distintas variables relacionadas con la calidad y estado de los suelos agrícolas, y como parte de la profundización de este tema, surgieron también variables de índole social, económica, cultural e incluso preocupaciones de los participantes proyectadas a futuro sobre la problemática de los suelos agrícolas. Resulta notorio que los tres sectores sociales identifican la pérdida de fertilidad y calidad de los suelos agrícolas como una problemática vigente, que está demeritando la producción y la viabilidad del campo mexicano. En la percepción general, los elementos que están relacionados con esta problemática son la utilización de herramientas mecánicas como componentes cada vez más recurrentes en la producción agrícola, así como la implementación de fertilizantes inorgánicos, que han suplido la falta de nutrientes y materia orgánica en los suelos. Esto último, ha propiciado un ciclo negativo que relaciona el aumento en la utilización de este tipo de insumos agroindustriales y una disminución proporcional de la calidad de los suelos. Sin embargo a pesar de la existencia de este consenso general, los modelos mentales también revelan que existe un marcado distanciamiento entre el sector público y los productores agrícolas. Ambas partes tienden a visualizar la problemática de los suelos desde distintos enfoques de espacio y tiempo. Esta coyuntura representa un punto en el cual considero sumamente importante el papel que desarrollan las OSC, al actuar como enlace entre estos sectores. Los miembros de las OSC, juegan un doble papel en el análisis de esta problemática, pues comprenden una amplia variedad de circunstancias que contemplan ambas percepciones. Esta cualidad de análisis, podría ser la clave para que las necesidades y preocupaciones de los productores agrícolas, sean consideradas y tomen parte en el diseño e implementación de estrategias para la conservación de los suelos, programas de manejo y políticas públicas agrícolas más incluyentes.

Los talleres participativos fueron espacios de encuentro que facilitaron la comunicación y el intercambio de ideas y opiniones entre cada uno de los participantes de cada sector. Además, fueron el medio por el cual fue posible socializar las prácticas y preocupaciones de los productores. Las investigaciones de carácter transdisciplinar que consideren las percepciones de las partes involucradas alrededor los suelos agrícolas pueden ofrecer un marco de información para el mejoramiento de estrategias de conservación de suelos en diversas escalas, pues auxilian a disminuir la brecha entre los distintos cuerpos de conocimiento, resaltando la importancia en la

generación de conocimiento mutuo entre las partes (Gray et al., 2012; Bennet, 2016). Esta demanda en la generación de conocimiento compartido, así como de establecer pisos comunes entre las distintas partes, surge como necesidad para abordar la complejidad de los socioecosistemas, pues su naturaleza compleja, diversa y adaptativa requiere que el conocimiento sobre estos sistemas también lo sea, sobre todo en el aspecto referente a la toma de decisiones sobre su manejo (Gray et al., 2012).

## **PERSPECTIVAS**

Resulta necesario mencionar que uno de los objetivos del proyecto amplio “Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales” fue generar el involucramiento de las personas de las comunidades en los sitios experimentales, en especial los productores agrícolas, mediante la realización de talleres participativos, de tal manera que la información aquí recabada refleja las percepciones y opiniones de estos actores. Este trabajo de investigación en biología, fue en parte diseñado con un enfoque de carácter social que influyó en la manera de planear la investigación y aproximación con los actores sociales. La interacción entre ambos enfoques resulta necesaria, sobre todo para abordar investigaciones de carácter socioambiental, que al ser un sistema complejo, demanda la necesidad de análisis desde el enfoque integrador pertinente. Este enfoque debe asumir que el sistema está integrado por un inconmensurable número de elementos e interacciones propias de los socioambientales. Debido a la complejidad de estas temáticas no es factible pensar en una única metodología que permita aproximarse a estos sistemas.

Los modelos mentales fungen como una de las varias herramientas existentes para plantear una aproximación a los sistemas socioambientales, sin embargo, se presentan algunas desventajas propias de cualquier método que trate de abordar la relación existente entre sociedad y ambiente. La obtención de los modelos mentales es un proceso sensible ante la perturbación de diversos factores externos, entre los que podemos mencionar aspectos individuales, dinámicas de grupo en los talleres participativos, relaciones de confianza y poder entre los asistentes, interés y ánimo de participación, etc. De la misma forma, su obtención puede verse influenciada por la destreza y habilidad de los facilitadores, la relación y empatía que se genere con su figura, y el control sobre la dinámica grupal. Por lo tanto, resulta muy importante generar un ambiente de respeto, abierto a la participación y en cual las personas puedan expresar su percepción, opinión y conocimiento libremente. Estos talleres también fungen como espacios propicios para el intercambio de ideas, el

diálogo y la interiorización de nuevo conocimiento, así como la generación de acuerdos comunes entre las personas participantes. El desarrollo de los talleres participativos permite conocer las ideas, expectativas, preocupaciones, necesidades, etc., de los participantes para de esta manera plantear objetivos en común. Resulta entonces importante pensar en la creación de redes de cooperación desde enfoques transdisciplinarios que faciliten el intercambio de conocimiento, experiencias en investigación y resolución de problemas socioecológicos (Ortega et al., 2014).

Respecto a los alcances de esta investigación, podemos resaltar el hecho de que uno de los aspectos más importantes que surgió en los talleres participativos con los productores agrícolas es la demanda de atención y la generación de procesos de vinculación con los otros sectores sociales, en especial la academia y el sector público. Esta comunicación debe extenderse a ellos desde la academia, en procesos de investigación cooperativa generada a partir de los intereses propios de los productores agrícolas; y desde el sector gubernamental, generando procesos inclusivos en la toma de decisiones y en la planeación de programas de manejo, políticas públicas y apoyos gubernamentales que realmente resuelvan y fomentan las actividades productivas en el campo. Específicamente, esta demanda se presentó en los talleres desarrollados en las localidades de Guarapo, Naolinco y Huatusco (Anexo I). Dentro de la interpretación del componente “Investigación y análisis de suelos”, se hace referencia a la solicitud de sumar esfuerzos y atender las preocupaciones a las cuales los productores se enfrentan diariamente.

Otro de los aspectos que es necesario profundizar por parte del sector público, es el seguimiento y mantenimiento de los programas gubernamentales de apoyo al campo, pues en muchas ocasiones sus objetivos se ven truncados por la falta de continuidad. La adopción de programas tiene que ser planeada en ambas vías, pues tanto los productores agrícolas, como los miembros del sector público deben intercambiar opiniones, compartir metas y ejecutar planes con objetivos compartidos. Algunos productores comentaron en los talleres participativos que el campo aún tiene mucho potencial para explotar, pero que el mal funcionamiento y planificación de políticas públicas, y el abandono del gobierno no ayudan en el mejoramiento de la situación agrícola del país. Sin embargo, considero que en este punto ha sido fundamental la participación de las OSC, puesto que este sector muestra un gran interés por las actividades agrícolas y el conocimiento local alrededor de éstas. Resulta entonces importante compartir los resultados obtenidos en esta investigación con los sectores sociales interesados en el bienestar de los suelos agrícolas, por tanto, es preciso proponer el desarrollo de talleres informativos en los cuales se muestren los resultados propios de cada uno de los sectores sociales (productores agrícolas, miembros del sector público y miembros

de OSC) a sus símiles, y a partir de estos ejercicios incentivar procesos de discusión, así como generar un intercambio y cruce de información entre ellos. Es necesario incluir en el debate a todos los expertos en el tema, por tanto resulta necesario también incluir a la academia como un participante activo en la discusión, asumiendo el rol de compromiso que se mantiene con la sociedad.

Las investigaciones sobre las percepciones de las partes involucradas alrededor de los suelos agrícolas, pueden ofrecer un marco de información sobre el curso de acción para mejorar las estrategias de conservación de suelos en escalas que van desde las iniciativas individuales a las políticas nacionales (Bennett, 2016). Se pretende aportar desde la perspectiva de la transdisciplina, a mejorar los procesos de diseño y elaboración de políticas públicas más incluyentes, más justas y que satisfagan las necesidades de los productores agrícolas, mediante la inclusión de su percepción como elemento indispensable. La presentación de estas percepciones ante los tomadores de decisiones en instituciones públicas o ante las OSC, puede concluir en la creación de planes de manejo, políticas públicas o estrategias de comunicación que consideren los intereses de los productores agrícolas.

Con la información obtenida sobre los indicadores cualitativos que los productores agrícolas utilizan para conocer el estado de sus suelos pudimos inferir que también es posible evaluar otros aspectos que son fácilmente reconocibles en campo. Éstos podrían ser considerados para la elaboración de manuales que ayuden a los productores a caracterizar sus suelos y el estado de sus cultivos, tal es el caso del manual desarrollado por Bracamontes y colaboradores (2016), que muestra herramientas de monitoreo en las que se conjuga el conocimiento local con el conocimiento científico, o el manual elaborado por Virgínio Filho (2017) que presenta de manera concisa y accesible indicadores y técnicas para el manejo de los cafetales. Varios de estos indicadores están siendo desarrollados como investigaciones relacionadas a este proyecto amplio, un ejemplo de ello es la investigación que está siendo desarrollada por Blanca Hernández quien está buscando establecer relación entre la diversidad de artropofauna con la calidad de los suelos. Otra investigación que se está realizando al interior del proyecto es la de Yolotli Narváez, quien desarrolla cromatografías de Pfeiffer para evaluar de manera accesible en campo, el contenido de materia orgánica y nutrientes en los suelos.

Finalmente podemos concluir que esta investigación es una caracterización actual y geográficamente particular, sobre el estado de la problemática de los suelos agrícolas, así como de

las dinámicas entorno al cultivo y producción de cuatro cultivos de relevancia económica, cultural y alimenticia en México. Esta caracterización es un diagnóstico descriptivo de la situación, a partir de algunos de los actores de mayor incidencia en el tema de los suelos agrícolas. Si bien, esta caracterización no logra proporcionar el panorama completo, permite abrir el marco a investigaciones participativas, incluyentes, y orientadas en los actores y expertos del tema para conocer su opinión y buscar medidas de resolución generadas de abajo hacia arriba, rompiendo la hegemonía actual del proceso en la toma de decisiones. Se espera que los resultados obtenidos en esta investigación puedan ser un punto de partida para el desarrollo de otras investigaciones que busquen comprender las percepciones de otros productores agrícolas pertenecientes a otras regiones agrícolas de México, y que completen una caracterización más general sobre la dinámica y estado actual de los suelos agrícolas del país.

## BIBLIOGRAFÍA

Arredondo, D., Cotler, H., Gómez, N., González, I., Merino, M., Ramírez, E., Palmas, M., Pineda, R., Prat, C., Ríos, E., Sáenz, E., Sánchez, H., & Villafuerte, L. (2015). Suelos, bases para su manejo y conservación. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 40.

Arroyo D., Benítez M., Mejía J., Peña K., Peña V., Piña V., Reverchon F., Rosell J., Uscanga A., Vázquez V., Wegier A. & Ysimoto D. (2017) Entendiendo y trabajando juntos nuestros suelos, Fincas de Café en Veracruz. Folleto informativo de divulgación.

Arroyo D., Benítez M., Mejía J., Peña K., Peña V., Piña V., Reverchon F., Rosell J., Uscanga A., Vázquez V., Wegier A. & Ysimoto D. (2017) Entendiendo y trabajando juntos nuestros suelos, Fincas de Aguacate en Veracruz. Folleto informativo de divulgación.

Arroyo D., Benítez M., Mejía J., Peña K., Peña V., Piña V., Reverchon F., Rosell J., Uscanga A., Vázquez V., Wegier A. & Ysimoto D. (2017) Entendiendo y trabajando juntos nuestros suelos, Parcelas de maíz y frijol en La Quemada. Folleto informativo de divulgación.

Arroyo D., Benítez M., Mejía J., Peña K., Peña V., Piña V., Reverchon F., Rosell J., Uscanga A., Vázquez V., Wegier A. & Ysimoto D. (2017) Entendiendo y trabajando juntos nuestros suelos, Parcelas de maíz y frijol en Guarapo. Folleto informativo de divulgación.

Astier, M., 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., Del Castillo, F., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90–97.

Benítez, M., Boege K., Campo, J., Escalante, A., Rosell, J., Wegier, A., del Val, E., Mantilla, N., Revercho, F., & Fuentes, M. (2014) Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales, Propuesta de proyecto en el marco de la convocatoria CONACyT de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales 2014.

Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12(12), 1394–1404.

Bennett, J. N. (2016). Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. *Conservation Biology*, 30(3), 582-592.

Bracamontes N. L., Fuentes P. M., Rodríguez S. L., & Macedas J. J. (2016) Manual de indicadores biológicos de la salud del suelo. Universidad Autónoma Metropolitana. 90 p.

Cone, J., & Winters, K. (2011). Mental Models Interviewing for more-effective communication. A primer. *Sea Grant Oregon*, 12.

Cotler, H., & Cuevas, M. (2017). Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México. Fundación Río Arronte, I.A.P. y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. 112.

Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R., & Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas . Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 32.

Cotler, H., Martínez, M., & Etchevers, J. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y Políticas públicas. *Terra Latinoamericana*, 34, 125–138.

Fairweather, J. (2010). Farmer models of socio-ecologic systems: Application of causal mapping across multiple locations. *Ecological Modelling*, 221(3) pp. 555–562.

Fernández, Y. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en áreas Naturales Protegidas. *Espiral*, XV(43), 179–202.

Gardi C., Angelini M., Barceló S., Cornerme J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones A., Krasilnikov, P., Mendonca Santos B., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez M., & Vargas R. (eds) (2014) Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. *Comisión Europea*. 176.

Gray, S., Chan, A., Clark, D., & Jordan, R. (2012) Modeling the integration of stakeholders knowledge in social-ecological decision making: Benefits and limitation to knowledge diversity. *Ecological Modelling*, 229, 88-96.

Hoffman, M., Lubell, M., & Hillis, V. (2014) Linking knowledge and action through mental models of sustainable agriculture. *PNAS*, 111(36), 13016-13021.

Horan, P. (2002). A new and flexible graphic organiser for IS learning: The Rich Picture. *Proceedings of Informing Science Conference & IT* (June), 723–729.

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México; Veracruz-Llave; Coatepec. Recurso electrónico: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>. Consultado: Enero, 2018.

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México; Veracruz-Llave; Huatusco. Recurso electrónico: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>. Consultado: Enero, 2018.

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México; Veracruz-Llave; Naolinco. Recurso electrónico: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>. Consultado: Enero, 2018.

Jones Natalie, Ross Helen, Lyman Timothy, Perez Pascal, Leitch (2011) Mental Models: An Interdisciplinary Synthesis of Theory and Methods. *Revista Ecology and Society* vol. 16

Kontogianni, A. D., Papageorgiou, E. I., & Tourkolias, C. (2012). How do you perceive environmental change? Fuzzy Cognitive Mapping informing stakeholder analysis for environmental policy making and non-market valuation. *Applied Soft Computing Journal*, 12(12), 3725–3735.

Leff, E. (2000). Espacio, lugar y tiempo: la reapropiación social de la naturaleza y la construcción local de la racionalidad ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, (1), 57–69.

Lescourret, F., Magda, D., Richard, G., Adam-Blondon, A., Bardy, M., Baudry, J., Doussan, I., Dumont, B., Lefevre, F., Litrico, I., Martin-Clouaire, R., Montuelle, B., Pellerin S., Plategenest M.,

Tancoigne, E., Thomas, A., Guyomard, H. & Soussana, J.-F. (2015). A social – ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability Environmental Sustainability*, 14, 68–75.

Lynam, T., & Brown, K. (2012). Mental Models in Human – Environment Interactions : Theory, Policy Implications, and Methodological Explorations. *Ecology and Society*, 17(3), 3–5.

Martinez, F., Benitez, M., Pedrueza, X., Garcia, G., Bracamontes, L., & Vázquez, B. (2016). Informe sobre la pertinencia biocultural de la legislación mexicana y su política pública para el campo. *Centro Mexicano de Derecho Ambiental*, 146.

Martínez, F., Benítez, M., Pedruza, X., García, G., Bracamontes, L., & Vázquez, B. (2017). Derechos Humanos y Patrimonio Biocultural. El Sistema Milpa como cimiento de una política de Estado cultural y ambientalmente sustentable. *Centro Mexicano de Derecho Ambiental*, 136.

Méndez, E., Bacon, C., & Cohen, R. (2013). La Agroecología como un enfoque transdisciplinar, participativo y orientado a la acción. *Agroecología*, 8(2), 9–18.

Moncada, J., Anaya, M., Ortiz, C., Sánchez, P., & Chacón, J. (2013). Suelo, protejamos el suelo que nos da vida. *Colegio de Postgraduados Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, 23.

Navarro, A. (n.d.). Labranza de conservación. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Colegio de Postgraduados*, 8. Ficha técnica.

Newman, M. (2010). Networks, An Introduction. *Oxford, University Press*.

Ortega, T., Mastrangelo, M., Villarroel, D., Piaz, A., Vallejos, M., Saenz, J., & Maass, M. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio- ecosistemas : reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación Ambiental*, 6(2), 123-136.

Ozesmi, U., & Ozesmi, S. (2004) Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological Modelling* 176, 43-64.

Pérez, J. M., Velasco, J. J., & Reyes, L. (2014). Estudios sobre agricultura y conocimiento tradicional en México. *Perspectivas Latinoamericanas*, 11, 144–156.

Prager, K., & Curfs, M. (2016). Using mental models to understand soil management. *Soil Use and Management*, 32(1), 36–44.

Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management : A literature review. *Biological Conservation*, 141, 2417–2431.

Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Kumar, A., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R., McMichael, T., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R., Zakri, A., Shidong, Z., Ash N., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., & Zurek, M. (2005). Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis. *World Resource Institute*, 139.

Richards, C., Blackstock, K., & Carter, C. (2004) Practical Approaches to Participation. *Macaulay Institute*, 23.

Rist, S., & Dahdouh-Guebas, F. (2006). Ethnoscience. A step towards the integration of scientific and indigenous forms of knowledge in the management of natural resources for the future. *Environment, Development and Sustainability*, 8, 467–493.

Ruiz, O. (2006). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia*, 31(2), 140–145.

Salgado, E., Saucedo, P., Miranda, R., Reyna, R., Cabrera, L., Vergara, J., Flores, A., Rodríguez, C., Solares, V., Castro, M., Gutiérrez, M., & Chipole, M. (2006). Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 78.

Sánchez, M., Prager, M., Naranjo, R., & Sanclemente, O. E. (2012). El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología*, 7, 19–34.

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). Cuadernillos Municipales, 2015, Coatepec. Sistema de Información Municipal, Subsecretaría de Planeación.

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). Cuadernillos Municipales, 2015, Huatusco. Sistema de Información Municipal, Subsecretaría de Planeación.

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). Cuadernillos Municipales, 2015, Naolinco. Sistema de Información Municipal, Subsecretaría de Planeación.

Secundino, J., & Chapela, G. (2017) Agroecología en México. Marco de políticas públicas. En Sabourin, E., Patrouilleau, M., Le Coq, J., Vásquez, L., & Niederle, P. (Ed.) Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y el Caribe (pp. 263-310). Porto Alegre, Brasil: Red PP-AL-FAO.

Segueda, A. N., Correa, G. V., López, B. J., & Rodríguez, G. M. de L. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *ContactoS*, 80, 29–37.

Smith, Helen F., & Sullivan, Caroline A. (2014). Ecosystem services within agricultural landscapes- Farmers' perceptions. *Ecological Economics*, 98, 72–80.

The Cytoscape Consortium. (2016). Cytoscape 3.4.0 User Manual, 217.

Thorne, S., Gordon, B., Kovacs, D., & Wood, M. (2017). Mental modeling research technical approach. En Wood, M., Thorne, S., Kovacs, D., Butte, G., & Linkov, I. (Ed.) Mental Modeling Approach, Risk Management Application Case Studies (pp. 13-30). New York, Estados Unidos: Springer-Verlag New York.

Villamor, G., Palomo, I., Santiago, C., Oteros-Rozas, E., & Hill, J. (2014). Assessing stakeholders' perceptions and values towards social-ecological systems using participatory methods. *Ecological Processes*, 3(22), 12.

Virginio, E. (2017). Guía para trabajo con familias productoras. Cafetales sanos, productivos y ambientalmente amigables. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*, 34.

Vuillot, C., Coron, N., Calatayud, F., Sirami, C., Mathevet, R., & Gibon, A. (2016). Ways of farming and ways of thinking: do farmers' mental models of the landscape relate to their land management practices? *Ecology and Society*, 21(1), 35.

Weil, R., & Magdoff, F. (2004) Significance of soil matter to soil quality and health. En Magdoff, F., & Weil, R. (Ed.) *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture* (pp. 1-44). New York, Estados Unidos: CRC Press.

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*,

## ANEXOS

### I. Diccionario de componentes

Diccionario final que incluye todos los conceptos estandarizados por sector social: productores, funcionarios y miembros de la sociedad civil.

Muestra también el número del código asignado que fue utilizado para representar los componentes de las figuras 15 a 18.

Cód.	Alfabética	Guarapo	San Felipe	Zapotitlán	Coatepec	Huatusco	Naolinco	Huatusco (aguacate)	OSC	Sector público
1	Abandono de tierras		Abandono	Abandono de tierras			Abandono			Abandono de tierras
2	Abono orgánico	Fertilizante orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono animal de corral	
3	Abonos verdes								Abonos verdes	
4	Abuso en uso de agroquímicos									Abuso en uso de agroquímicos
5	Acahual								Acahual/huamil	
6	Acidificación del suelo						Acidificación del suelo			
7	Agregados del suelo									Agregados del suelo

8	Agricultura de temporal								Agricultura de temporal	Agricultura
9	Agricultura extensiva								Agricultura extensiva /agricultura de riego	
10	Agricultura marginada									Agricultura marginada
11	Ánimo por seguir siendo campesino								Ánimo por seguir siendo campesino	
12	Apoyos gubernamentales		PROCAMPO	Apoyo de gobierno					Apoyos gubernamentales	
13	Árboles	Árbol	Árboles		Árboles	Árboles	Árboles frutales			
14	Áreas Naturales Protegidas								Áreas Naturales Protegidas	
15	Baja producción									Baja producción

16	Baja retención de humedad									Baja retención de humedad
17	Barreras vivas			Protección de terreno		Barreras vivas				
18	Biodiversidad				Biodiversidad		Biodiversidad			
19	Cabañuelas								Cabañuelas	
20	Calendario anual comunitario								Calendario anual comunitario	
21	Calidad del producto						Calidad	Calidad de fruta		
22	Cambio climático								Cambio climático	
23	Cambio de uso de suelo								Cambio de uso de suelo	Cambio de uso de suelo
24	Canícula								Canícula	
25	Capacitación						Capacitación			
26	Capas del suelo				Capas del suelo					
27	Cárcavas									Cárcavas
28	Cobertura del suelo		Barbecho/Esquilmo/Rastrojo				Cobertura			

29	Comercialización en mercado convencional						Mercadeo especialidad/Comercialización			
30	Comercialización en mercado de especialidad						Producción por medio de mercado convencional/Comercialización			
31	Compactación del suelo								Compactación del suelo	Compactación
32	Concesión de los distritos de riego									Concesión de los distritos de riego
33	Conservación						Conservación			
34	Contaminación de mantos freáticos								Contaminación mantos freáticos	

35	Contaminación y dependencia por agroquímicos			Contaminación y dependencia	Contaminación de agua y suelo				Contaminación por uso de agroquímicos	
36	Control biológico					Control biológico				
37	Corrupción									Corrupción
38	Costo-Beneficio									Costo-Beneficio
39	Costos de mantenimiento	Costos			Costos		Costos	Costos		
40	Cuerpo natural de agua	Río	Manantial/laguna	Río				Mantos acuíferos		
41	Cultivo saludable							Buen crecimiento o árbol		
42	Cultivos ilícitos									Cultivos ilícitos
43	Curvas de nivel					Curvas de nivel				
44	Decisiones de los propietarios de la tierra									Decisiones propietarios tierra

45	Deforestación			Deforestación	Deforestación				Deforestación	Tala ilegal/desmonte
46	Degradación (biológica, física y química)									Degradación (biológica, física y química)
47	Desconfianza a los programas gubernamentales									Desconfianza a programas gubernamentales
48	Desertificación									Desertificación
49	Deshierbe					Chapeadora				
50	Distribución del agua (usos)									Distribución del agua (usos)
51	Diversidad de ecosistemas								Diversidad de ecosistemas	
52	Diversificación de cultivos					Otros cultivos		Diversidad de cultivos		

53	Eficiencia en sistemas de riego									Eficiencia en sistemas de riego
54	Envejecimiento del cultivo					Desgaste de planta				
55	Equilibrio del ecosistema				Ecosistema					
56	Erosión hídrica y/o eólica			Erosión		Arrastre		Se lava el suelo/escorrentamiento de agua	Erosión hídrica y/o eólica	Erosión eólica /Erosión hídrica
57	Escasez de agua			Escasez de lluvia					Escasez de agua	
58	Estancamiento de agua		Estancamiento de agua					Acumulación de agua		
59	Eutrofización									Eutrofización
60	Exigencias del mercado								Exigencias del mercado	
61	Falta de continuidad en los programas									Falta de continuidad de programas

62	Fauna	Fauna			Fauna					
63	Fertilidad	Fertilidad					Fertilidad	Fertilidad		Fertilidad
64	Fertilizantes inorgánicos	Fertilizante sintético	Abono químico/Fertilización (polvo)	Abono químico	Fertilizantes químicos	Fertilizante químico	Fertilizantes	Fertilizantes químicos	Fertilizantes químicos	Sistema de fertilización
65	Frijol			Frijol						
66	Fungicida				Fungicidas	Fungicidas	Fungicida alto 100	Fungicidas		
67	Gallina ciega					Gallina ciega				
68	Ganadería							Potreros	Ganaderización	Ganadería extensiva
69	Ganado		Ganado							
70	Ganancia					Ganancia				
71	Grava							Grava		
72	Heladas			Frío-Heladas	Heladas					
73	Herbicida	Mata hierba-herbicida	Herbicida		Herbicida	Herbicidas	Herbicida	Herbicida	Herbicida	
74	Humedad		Humedad	Humedad	Humedad	Lluvias (humedad)	Humedad			
75	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos			Ancestros/Unión	Conocimiento tradicional			Identidad cultural	Bioculturalidad/usos y costumbres / conocimiento colectivo	Identidad cultural

76	Impactos en la salud								Impactos en la salud	
77	Impuestos									Impuestos
78	Incendios forestales									Incendios forestales
79	Ineficiencia en programas gubernamentales									Ineficiencia en programas gubernamentales
80	Infiltración de agua									Infiltración de agua
81	Injerto					Injerto				
82	Insecticida	Insecticida	Insecticida	Veneno de arriera	Insecticidas			Insecticida		
83	Insectos						Insectos			
84	Insumos agroquímicos						Insumos agroquímicos			
85	Inundaciones								Inundaciones	Inundaciones
86	Inversión							Inversión		
87	Investigación y análisis del suelo	Análisis de suelo/Investigación					Análisis del suelo	Análisis de suelo		

88	Irregularidad de lluvias								Irregularidad de lluvias	
89	Jóvenes		Jóvenes				Jóvenes			
90	La siembra se marchita o se quema			La siembra se marchita o se quema						
91	Labranza de conservación	Labranza de conservación								
92	Ladera				Relieve	Ladera		Ladera		Ladera (pendiente)
93	Lluvia	Lluvia	Temporal	Lluvia						
94	Lombrices					Lombrices		Lombrices		
95	Macronutrientes	Nitrógeno		Nutrir el suelo (nutrientes)	Nutrientes	Nutrientes/ Nutrientes (demasiada) /Nutrientes (regulada)				
96	Maíz			Maíz						
97	Mal crecimiento del árbol							Mal crecimiento o árbol		

98	Mal manejo de cuencas									Mal manejo cuencas
99	Maleza	Maleza	Maleza		Maleza		Maleza			
100	Mano de obra en campo		Trabajo en campo				Mano de obra			
101	Materia orgánica				Materia orgánica	Materia orgánica	Materia orgánica		Materia orgánica	
102	Mecanización en agricultura	Tractor	Tractor/Trilladora	Tractor	Herramientas mecánicas		Herramientas		Uso maquinaria	Mecanización en agricultura
103	Microorganismos benéficos				Microorganismos	Microorganismos	Microorganismos	Microorganismos buenos		
104	Microorganismos perjudiciales							Microorganismos malos		
105	Migración al extranjero								Migración	Migración
106	Migración nacional									
107	Milpa								Milpa	
108	Minería								Minería	

109	Modelo de producción extensivo						Plantación moderna		Modelo de producción extensivo	
110	Monocultivo								Monocultivo	
111	Nemátodo					Nigua (nematodo)		Nematodos malos		
112	Nopales		Nopales							
113	Oxigenación del suelo				Oxigenación			Aire (oxigenación del suelo)		
114	Pastos						Pastos			
115	Pérdida de biodiversidad								Pérdida cobertura vegetal	
116	Pérdida de cobertura vegetal								Pérdida de biodiversidad	
117	Pérdida de fertilidad del suelo	Deterioro		Tierra se empobrece	Desgaste del suelo/Erosión	Desgaste/Empobrece suelo	Erosión		Pérdida de fertilidad	
118	Pérdida de retención de agua								Pérdida de retención de agua	

119	Pérdida de suelo								Pérdida de suelo	Lavado de suelos
120	Pesticidas								Pesticidas	
121	Piedras		Piedras							
122	Plagas y enfermedades	Plaga	Plaga	Plaga	Plagas y enfermedades	Enfermedades y plagas en plantas	Roya	Plagas y enfermedades		Plagas y enfermedades
123	Planeación						Planeación			
124	Planeación de fertilización							Planeación de fertilización		
125	Plantación sustentable						Plantación sustentable			
126	Plantación tradicional						Plantación tradicional			
127	Pobreza									Pobreza
128	Poda					Poda		Poda		
129	Policultivo								Policultivo	
130	Políticas públicas								Políticas públicas	Políticas públicas

131	Prácticas adaptadas localmente								Prácticas "correctas" de los suelos (adaptadas localmente)	
132	Precio de la fruta							Precio de fruta		
133	Problemas a futuro	Problemas a futuro								Problemas a futuro
134	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción	
135	Profundidad del suelo		Profundidad del suelo	Tierra delgada		Profundidad del suelo				
136	Protección de vegetación o cobertura									Protección de vegetación o cobertura
137	Quema		Prender fuego							
138	Raíces					Raíces		Mejor desarrollo de raíces		
139	Rayos y truenos				Rayos y truenos					
140	Recarga de mantos acuíferos									Recarga de mantos acuíferos

141	Recursos económicos propios		Dinero	Recursos económicos					Recursos económicos propios	
142	Remesas								Remesas	
143	Rendimiento									Rendimiento
144	Restauración de suelo								Restauración de suelo	
145	Riego	Riego	Riego	Riego						
146	Riego en pequeña escala y agricultura de humedad								Riego en pequeña escala y agricultura de humedad	
147	Rotación de cultivos		Rotación de cultivos	Rotación de cultivos						
148	Salinidad del suelo								Salinidad	Salinidad del suelo
149	Salinización del agua									Salinización del agua
150	Semillas		Semillas	Semillas						
151	Siembra		Siembra							
152	Sistema roza-tumba-quema								Sistema roza-tumba-quema	

153	Sobreexplotación de acuíferos									Sobreexplotación de acuíferos
154	Sol (rayos)				Sol (rayos)					
155	Sombra de árboles				Sombra	Sombra	Sombra			
156	Suelo		Tierra/Tierra negra							
157	Suelo arcilloso		Suelo arenoso	Suelo arenoso						
158	Suelo arenoso	Suelo duro	Suelo duro							
159	Suelo duro							Suelo permeable		
160	Suelo permeable					Suelo arcilloso		Suelos arcillosos		
161	Técnica de drenaje							Drenaje		
162	Técnicas de acumulación de agua		Presas							

163	Técnicas de retención de agua y suelo			Técnicas retención de agua y suelo/Melgas/Depósito de agua/Pozo						
164	Tecnificación del sistema de riego									Tecnificación
165	Temperatura				Temperatura					
166	Tenencia de la tierra									Tenencia de la tierra
167	Tepetate		Tepetate	Tapete blanco						
168	Tiempo		Tiempo							
169	Tierra fértil							Tierra aprovechable o fértil		
170	Tierra negra			Tierra negra		Tierra negra				
171	Tierras altas								Tierras altas	
172	Tierras planas					Terreno plano			Valles o tierras planas	

173	Trabajo de instituciones no gubernamentales								Trabajo de instituciones no gubernamentales	
174	Transgénicos								Transgénicos	
175	Urbanización	Zona urbana							Urbanización	
176	Uso inadecuado de agua	(mal) Uso agua								Desperdicio de agua
177	Variedad de suelos								Variedad de suelos	
178	Variedad tolerante a plagas y enfermedades					Café robusta / variedad de café tolerante				
179	Vegetación de la región			Vegetación de la región						
180	Vulnerabilidad del cultivo								Vulnerabilidad del cultivo	
181	Yunta		Yunta	Yunta					Yunta	

## II. Lista de componentes únicos por cada modelo mental.

En esta primer lista, se muestran los componentes únicos por cada modelo mental. En la columna encabezada de color amarillo se enlistan los componentes compartidos por cada agrupación de cultivo.

La simbología de color resalta en rojo claro a aquellos componentes que se encuentran entre los tres primeros lugares por criterios de conectividad y/o intermediación. En color naranja se muestran los componentes que están entre los tres primeros lugares de acuerdo a la ponderación de los participantes, y por último se muestran en color morado los componentes que son relevantes de acuerdo a la suma de criterios de conectividad y/o intermediación y ponderación.

Guarapo	San Felipe	Zapotitlán	Maíz y frijol (Compartidos)	Coatepec	Naolinco	Huatusco	Café (Compartidos)	Café	Aguacate	Aguacate y Café (Compartidos)
Costos de mantenimiento	Cobertura del suelo	Barreras vivas	Abono orgánico	Capas del suelo	Abandono de tierras	Barreras vivas	Abono orgánico	Abandono de tierras	Cuerpo natural de agua	Abono orgánico
Fauna	Estancamiento de agua	Contaminación y dependencia por agroquímicos	Cuerpo natural de agua	Contaminación y dependencia por agroquímicos	Acidificación del suelo	Control biológico	Árboles	Acidificación del suelo	Cultivo saludable	Calidad del producto
Fertilidad	Ganado	Deforestación	Fertilizantes inorgánicos	Deforestación	Calidad del producto	Curvas de nivel	Fertilizantes inorgánicos	Árboles	Estancamiento de agua	Costos de mantenimiento
Investigación y análisis del suelo	Jóvenes	Erosión hídrica y/o eólica	Insecticida	Equilibrio del ecosistema	Capacitación	Deshierbe	Fungicida	Barreras vivas	Ganadería	Diversificación de cultivos
Labranza de	Mano de	Escasez de	Lluvia	Fauna	Cobertura	Diversific	Herbicida	Biodiversid	Grava	Erosión

conservación	obra en campo	agua			del suelo	ación de cultivos		ad		hídrica y/o eólica
Problemas a futuro	Nopales	Frijol	Mecanización en agricultura	Heladas	Comercialización en mercado convencional	Envejecimiento del cultivo	Humedad	Capacitación	Inversión	Fertilidad
Urbanización	Piedras	Heladas	Plagas y enfermedades	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	Comercialización en mercado de especialidad	Erosión hídrica y/o eólica	Materia orgánica	Capas del suelo	Mal crecimiento del árbol	Fertilizantes inorgánicos
Uso inadecuado de agua	Quema	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	Producción	Insecticida	Conservación	Gallina ciega	Microorganismos benéficos	Cobertura del suelo	Microorganismos perjudiciales	Fungicida
	Siembra	La siembra se marchita o se quema	Riego	Oxigenación del suelo	Fertilidad	Ganancia	Pérdida de fertilidad del suelo	Comercialización en mercado convencional	Planeación de fertilización	Herbicida
	Suelo	Maíz		Rayos y truenos	Insectos	Injerto	Plagas y enfermedades	Comercialización en mercado de especialidad	Precio de la fruta	Identidad cultural, organización y conocimientos

										ntos colectivos
	Tiempo	Técnicas de retención de agua y suelo		Sol (rayos)	Insumos agroquímicos	Lombrices	Producción	Conservación	Suelo permeable	Insecticida
		Tierra negra		Temperatura	Investigación y análisis del suelo	Nemátodo	Sombra de árboles	Contaminación y dependencia por agroquímicos	Técnica de drenaje	Investigación y análisis del suelo
		Vegetación de la región			Jóvenes	Poda		Control biológico	Tierra fértil	Ladera
					Mano de obra en campo	Profundidad del suelo		Curvas de nivel		Lombrices
					Modelo de producción extensivo	Raíces		Deforestación		Microorganismos benéficos
					Pastos	Suelo arcilloso		Deshierbe		Nemátodo
					Planeación	Tierra negra		Envejecimiento del cultivo		Oxigenación del suelo
					Plantación sustentable	Tierras planas		Equilibrio del ecosistema		Plagas y enfermedades
					Plantación tradicional	Variedad tolerante a plagas y		Fauna		Poda

						enfermedades				
								Gallina ciega		Producción
								Ganancia		Raíces
								Heladas		Suelo arcilloso
								Humedad		
								Injerto		
								Insectos		
								Insumos agroquímicos		
								Jóvenes		
								Macronutrientes		
								Maleza		
								Mano de obra en campo		
								Materia orgánica		
								Mecanización en agricultura		
								Modelo de producción extensivo		
								Pastos		
								Pérdida de		

								fertilidad del suelo		
								Planeación		
								Plantación sustentable		
								Plantación tradicional		
								Profundidad del suelo		
								Rayos y truenos		
								Sol (rayos)		
								Sombra de árboles		
								Temperatura		
								Tierra negra		
								Tierras planas		
								Variedad tolerante a plagas y enfermedades		

En esta segunda lista, se muestran los componentes únicos por cada cultivo y los componentes compartidos entre el sector productores agrícolas. Se muestra también a los componentes únicos de los modelos mentales de miembros de OSC y miembros del sector público. Por último, se

muestran los componentes únicos para el sector productores agrícolas, miembros del sector público y miembros de OSC, así como los componentes compartidos por los tres sectores.

			<b>Productores (Compartidos)</b>	<b>Organizaciones de la sociedad civil (OSC)</b>	<b>Sector público</b>	<b>OSC + sector público (Compartidos)</b>	<b>Productores</b>	<b>Sector público</b>	<b>Organizaciones de la sociedad civil (OSC)</b>	<b>Productores + Sector público + OSC (Compartidos)</b>
<b>Maíz y frijol</b>	<b>Café</b>	<b>Aguacate</b>								
Apoyos gubernamentales	Acidificación del suelo	Cultivo saludable	Abono orgánico	Abono orgánico	Abandono de tierras	Cambio de uso de suelo	Acidificación del suelo	Abuso en uso de agroquímicos	Abonos verdes	Deforestación
Escasez de agua	Biodiversidad	Ganadería	Costos de mantenimiento	Abonos verdes	Abuso en uso de agroquímicos	Compactación del suelo	Árboles	Agregados del suelo	Acahual	Erosión hídrica y/o eólica
Frijol	Capacitación	Grava	Erosión hídrica y/o eólica	Acahual	Agregados del suelo	Deforestación	Barreras vivas	Agricultura a marginada	Agricultura de temporal	Fertilizantes inorgánicos
Ganado	Capas del suelo	Inversión	Fertilidad	Agricultura de temporal	Agricultura a marginada	Erosión hídrica y/o eólica	Biodiversidad	Baja producción	Agricultura extensiva	Ganadería
La siembra se marchita o se quemada	Comercialización en mercado convencional	Mal crecimiento del árbol	Fertilizantes inorgánicos	Agricultura extensiva	Baja producción	Fertilizantes inorgánicos	Calidad del producto	Baja retención de humedad	Ánimo por seguir siendo campesino	Identidad cultural, organización y conocimiento

										ntos colectivos
Labranza de conservación	Comercialización en mercado de especialidad	Microorganismos perjudiciales	Herbicida	Ánimo por seguir siendo campesino	Baja retención de humedad	Ganadería	Capacitación	Cárcavas	Áreas Naturales Protegidas	Mecanización en agricultura
Lluvia	Conservación	Planeación de fertilización	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	Apoyos gubernamentales	Cárcavas	Identidad cultural, organización y conocimientos colectivos	Capas del suelo	Concesión de los distritos de riego	Cabañuelas	
Maíz	Control biológico	Precio de la fruta	Insecticida	Áreas Naturales Protegidas	Concesión de los distritos de riego	Inundaciones	Cobertura del suelo	Corrupción	Calendario anual comunitario	
Nopales	Curvas de nivel	Suelo permeable	Investigación y análisis del suelo	Cabañuelas	Corrupción	Mecanización en agricultura	Comercialización en mercado convencional	Costo-Beneficio	Cambio climático	
Piedras	Deshierbe	Técnica de drenaje	Plagas y enfermedades	Calendario anual comunitario	Costo-Beneficio	Migración al extranjero	Comercialización en mercado de especialidad	Cultivos ilícitos	Canícula	
Problemas a	Envejecim	Tierra fértil	Producción	Cambio	Cultivos	Migración	Conservac	Decisiones	Contamina	

futuro	imiento del cultivo			climático	ilícitos	nacional	ión	de los propietarios de la tierra	ción de mantos freáticos	
Quema	Equilibrio del ecosistema			Canícula	Decisiones de los propietarios de la tierra	Pérdida de suelo	Control biológico	Degradación (biológica, física y química)	Diversidad de ecosistemas	
Recursos económicos propios	Gallina ciega			Contaminación de mantos freáticos	Degradación (biológica, física y química)	Políticas públicas	Costos de mantenimiento	Desconfianza a los programas gubernamentales	Exigencias del mercado	
Riego	Ganancia			Contaminación y dependencia por agroquímicos	Desconfianza a los programas gubernamentales	Salinidad del suelo	Cuerpo natural de agua	Desertificación	Impactos en la salud	
Rotación de cultivos	Injerto			Diversidad de ecosistemas	Desertificación		Cultivo saludable	Distribución del agua (usos)	Irregularidad de lluvias	
Semillas	Insectos			Escasez de agua	Distribución del agua (usos)		Curvas de nivel	Eficiencia en sistemas de riego	Milpa	
Siembra	Insumos agroquímicos			Exigencias del mercado	Eficiencia en sistemas		Deshierbe	Eutrofización	Minería	

					de riego					
Suelo	Materia orgánica			Herbicida	Eutrofización		Diversificación de cultivos	Falta de continuidad en los programas	Monocultivo	
Suelo arenoso	Modelo de producción extensivo			Impactos en la salud	Falta de continuidad en los programas		Envejecimiento del cultivo	Impuestos	Pérdida de biodiversidad	
Suelo duro	Pastos			Irregularidad de lluvias	Fertilidad		Equilibrio del ecosistema	Incendios forestales	Pérdida de cobertura vegetal	
Técnicas de acumulación de agua	Planeación			Materia orgánica	Impuestos		Estancamiento de agua	Ineficiencia en programas gubernamentales	Pérdida de retención de agua	
Técnicas de retención de agua y suelo	Plantación sustentable			Milpa	Incendios forestales		Fauna	Infiltración de agua	Pesticida	
Tepetate	Plantación tradicional			Minería	Ineficiencia en programas gubernamentales		Frijol	Mal manejo de cuencas	Policultivo	
Tiempo	Rayos y truenos			Modelo de producción extensivo	Infiltración de agua		Fungicida	Pobreza	Prácticas adaptadas localmente	
Urbanización	Sol (rayos)			Monocultivo	Ladera		Gallina ciega	Protección de vegetación	Remesas	

								o cobertura		
Uso inadecuado de agua	Sombra de árboles			Pérdida de biodiversida d	Mal manejo de cuencas		Ganado	Recarga de mantos acuíferos	Restauraci ón de suelo	
Vegetación de la región	Temperatu ra			Pérdida de cobertura vegetal	Plagas y enfermeda des		Ganancia	Rendimien to	Riego en pequeña escala y agricultura de humedad	
Yunta	Tierras planas			Pérdida de fertilidad del suelo	Pobreza		Grava	Salinizació n del agua	Sistema roza- tumba- quema	
	Variedad tolerante a plagas y enfermeda des			Pérdida de retención de agua	Problemas a futuro		Heladas	Sobreexpl otación de acuíferos	Tierras altas	
				Pesticida	Protección de vegetación o cobertura		Humedad	Tecnificac ión del sistema de riego	Trabajo de institucion es no gubername ntales	
				Policultivo	Recarga de mantos acuíferos		Injerto	Tenencia de la tierra	Transgénic os	
				Prácticas adaptadas localmente	Rendimien to		Insecticida		Variedad de suelos	

				Producción	Salinización del agua		Insectos		Vulnerabilidad del cultivo	
				Recursos económicos propios	Sobreexplotación de acuíferos		Insumos agroquímicos			
				Remesas	Tecnificación del sistema de riego		Inversión			
				Restauración de suelo	Tenencia de la tierra		Investigación y análisis del suelo			
				Riego en pequeña escala y agricultura de humedad	Uso inadecuado de agua		Jóvenes			
				Sistema roza-tumba-quema			La siembra se marchita o se quema			
				Tierras altas			Labranza de conservación			
				Tierras planas			Lluvia			
				Trabajo de institución			Lombrices			

				s no gubernamentales						
				Transgénicos			Macronutrientes			
				Urbanización			Maíz			
				Variedad de suelos			Mal crecimiento del árbol			
				Vulnerabilidad del cultivo			Maleza			
				Yunta			Mano de obra en campo			
							Microorganismos benéficos			
							Microorganismos perjudiciales			
							Nemátodo			
							Nopales			
							Oxigenación del suelo			
							Pastos			
							Piedras			
							Planeación			

							Planeación de fertilización			
							Plantación sustentable			
							Plantación tradicional			
							Poda			
							Precio de la fruta			
							Profundidad del suelo			
							Quema			
							Raíces			
							Rayos y truenos			
							Riego			
							Rotación de cultivos			
							Semillas			
							Siembra			
							Sol (rayos)			
							Sombra de árboles			
							Suelo			
							Suelo arcilloso			
							Suelo arenoso			

							Suelo duro			
							Suelo permeable			
							Técnica de drenaje			
							Técnicas de acumulación de agua			
							Técnicas de retención de agua y suelo			
							Temperatura			
							Tepetate			
							Tiempo			
							Tierra fértil			
							Tierra negra			
							Variedad tolerante a plagas y enfermedades			
							Vegetación de la región			

### III.- Carta muestra de presentación del proyecto e invitación a productores agrícolas a participar en el proyecto “Biodiversidad y ecología funcional de suelos...”



Ciudad Universitaria, D.F., a 30 de marzo de 2016

A quien corresponda:

El propósito de esta carta es solicitar su apoyo para el trabajo de campo en el marco del proyecto **Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales**. Este proyecto tiene su sede en el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), del Instituto de Ecología de la UNAM y ha sido financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En él participamos diez investigadores, cuatro técnicos y ocho estudiantes de licenciatura y posgrado.

Este proyecto busca estudiar la salud de los suelos en México, particularmente de suelos en terrenos productivos. Los objetivos del proyecto, en el corto y mediano plazo, son:

- Proponer indicadores integrales de la salud de distintos tipos de suelos
- Comparar el efecto de distintos tipos de manejo agrícola y agroforestal en las propiedades globales de las comunidades de microorganismos del suelo
- Avanzar en la comprensión de las relaciones entre las comunidades de microorganismos del suelo con las plantas, algunos animales y con otros componentes de los ecosistemas.

Como parte del proyecto, planeamos compartir con usted el proceso de obtención de datos y los resultados que obtengamos, de manera que podamos diseñar herramientas útiles y apropiadas para el monitoreo de la calidad de los suelos. Estimamos que los primeros resultados estarán listos dentro de dos años. Es importante resaltar que este proyecto no tiene fines de lucro, ni es parte de ningún programa político. También, nos comprometemos a hacer uso cuidadoso de sus datos y a mantenerlos confidenciales, si así lo prefiere.

Para cualquier aclaración, puede contactarnos en los datos que aparecen abajo. Agradezco de antemano su disponibilidad, misma que contribuirá de manera importante al éxito de nuestra investigación. Si tuviera alguna pregunta, con gusto le contestaré inmediatamente.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente,

Dra. Mariana Benítez Keinrad  
Responsable del proyecto  
mbenitez@ieciologia.unam.mx  
55 56237712

Instituto de Ecología, Tercer Circuito exterior, anexo al Jardín Botánico, Ciudad Universitaria,  
México DF, 04510 Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad

## IV.- Carta invitación dirigida a los participantes del taller participativo

Ciudad Universitaria, a xx de octubre de 2016

XXXXXXXXXX  
Dirección de XXXXXX  
Delegación de XXXXXX  
Presente

Estimado(a) xx:

El propósito de esta carta es solicitar su colaboración en el “**Taller participativo: Entendiendo y trabajando juntos nuestros suelos**” en el marco del proyecto académico **Biodiversidad y ecología funcional de suelos: conservación y resiliencia en sistemas naturales, agroecológicos y agroforestales**. El cual tendrá lugar el día **XX de noviembre de 2016 en XXXX a las 11 de la mañana**. El taller tendrá una duración aproximada de **tres horas y se le invita a todos los participantes a permanecer en la convivencia posterior al taller en donde ofreceremos una comida**. Este proyecto multidisciplinario tiene su sede en el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), del Instituto de Ecología de la UNAM y ha sido financiado por el CONACyT en su convocatoria para proyectos de atención a problemas nacionales. En el que participan cerca de veinte investigadores, estudiantes y técnicos de distintas instituciones.

El proyecto mencionado aborda el reto actual de la degradación de suelos en México, particularmente de suelos productivos. Los objetivos del proyecto, en el corto y mediano plazo, son: i) avanzar en la comprensión de las relaciones entre las comunidades de microorganismos del suelo con las plantas y con otros componentes de los sistemas agrícolas y agroforestales, ii) proponer indicadores del funcionamiento y resiliencia de los suelos que incorporen diversos componentes biológicos y iii) socializar los indicadores propuestos en diversos sectores.

Como parte del proyecto, planteamos involucrar a tomadores de decisiones, productores y organizaciones sociales, y a quienes desde sus espacios de trabajo abordan asuntos y retos afines a los nuestros. Nuestra intención es compartir y retroalimentar con ellos el proceso de obtención de datos y los posteriores resultados, de manera que podamos proponer o fortalecer herramientas para el monitoreo de la calidad de los suelos y su productividad, como elementos críticos para el manejo sostenible de los suelos productivos.

Es importante resaltar que este proyecto no persigue fines de lucro ni está asociado a ningún programa político. De igual manera, nos comprometemos a ser cuidadosos con la información que nos provea y a mantenerla confidencial, si así lo prefiere.

Le agradeceríamos mucho que nos conceda parte de su valioso tiempo y de ser así le entregaremos constancia de reconocimiento por su participación. Para cualquier aclaración y sugerencia, puede contactarnos en los datos que aparecen abajo.

Agradecemos de antemano su disponibilidad, misma que contribuirá considerablemente al éxito de nuestra investigación, esperamos contar con su presencia.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**Atentamente,**

---

Dra. Mariana Benítez Keinrad

Tercer Circuito exterior, anexo al Jardín Botánico, Ciudad Universitaria, Apdo Postal 70-275,  
México DF, 04510 Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad  
Teléfono: 5622-9230 Ext. 81274

## V.- Reconocimiento de participación y apoyo a la investigación



La Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) del Instituto de Ecología tiene el honor de entregar el presente

### R E C O N O C I M I E N T O

a:

por su participación en el **“Taller Participativo: en busca de indicadores integrales de la calidad de nuestros suelos”**

a de de 2017

Dra. Mariana Benítez Keinrad  
Responsable del Proyecto  
Instituto de Ecología, UNAM

Dra. Ana Wegier Brioulo  
Responsable de Vinculación  
Instituto de Biología, UNAM

## VI.- Ejemplo de folleto informativo entregado a los productores en los talleres de cierre

# Café

La historia del café comienza en Etiopía, un país en el continente africano. Llegó a México hace 200 años por los estados de Veracruz, Chiapas y Michoacán.

Desde entonces, el café mexicano comenzó a exportarse hacia Europa, exportación que continúa en la actualidad.

El café es una bebida elaborada con la semilla del café. Su preparación, antes de llegar a una taza, va desde la cosecha hasta el tostado y molido del grano. Se trata de un largo proceso en el que cada país es importante para obtener café de buena calidad.

El café es un cultivo perenne, es decir, que vive varios años y permite varios ciclos de cosecha. Su recolección se da entre enero y marzo de cada año.

México es el país que más produce café orgánico a nivel mundial, y es uno de los países que más producen y exportan café. Los principales estados productores de café son Chiapas, Oaxaca y Veracruz, debido a que en esos estados existen las condiciones climáticas, de suelo y de vegetación favorables para el cultivo.

### Coatepec, Huatusco y Noatinalco Veracruz, México

En Veracruz, una quinta parte de todo el terreno es dedicado al cultivo del café.

La especie de café que más se produce en el país es la arábica, aunque también se emplea la robusta.

- Rango de precipitación: 900 a 2,100 mm
- Tipo de vegetación: bosque tropical y bosque de niebla
- Clima: semicálido húmedo con lluvias todo el año o durante verano
- Rango de temperatura: entre 19 a 21°C
- Altitud: entre 900 a 1,600 m s.n.m.

### Animales y plantas de la región

## ¿Qué es el suelo?

El suelo es el material suelto que hay en la superficie de los terrenos. Se va formando con el tiempo cuando las rocas se hacen polvo por la acción del agua, el aire y los seres vivos. En el suelo existen dos tipos de materiales:

- 1) Los minerales que provienen de la roca madre, que es la roca que se va desmenuando hasta convertirse en suelo.
- 2) Los materiales orgánicos o materia orgánica, que se forman de las plantas y los animales que se mueren y pudren en el suelo.

También se le conoce como materia inorgánica y es todo aquello formado por rocas y piedras que se van resquebrajando con la fuerza del viento, el agua y el sol.

Existen diferentes tipos de cultivo de café que se clasifican de acuerdo con las prácticas de manejo campesino y con la cantidad de sombra presente en el cultivo. La menor perturbación causada al ecosistema es cuando se emplea el sistema hualco o de montaña, en donde se conservan los árboles de la región y entre ellos se siembran los cafetos. En cambio, si los árboles nativos son removidos por especies tales como las lechuzas, plantas forrajeras, huastecas, plantas medicinales medicinales o de ornato, se conoce como policultivo tradicional. Cuando se elimina completamente la vegetación original y se introducen nuevos árboles se le llama policultivo comercial. Si la sombra es del árbol lingo, se le llama monocultivo bajo sombra. Por último, si no existe sombra en el cultivo de café y se emplean agroquímicos, se conoce como cultivo a pleno sol. Sin embargo, en el campo se combinan las formas de trabajo de la tierra según las necesidades e inquietudes de los agricultores, así como las condiciones que existen ya en la parcela y sus alrededores.

## Técnicas de conservación de suelo

El suelo de la región cafetalera de Veracruz se ha formado a partir de las cenizas que los volcanes han expulsado en erupciones.

Las rocas y las cenizas volcánicas se modifican por acción del agua, el viento y los seres vivos, hasta formar la tierra que hay en las fajas y sus alrededores.

Otros procesos importantes en la formación de estos suelos son la acumulación de la materia orgánica y la formación de arcillas.

### ¿Cómo se erosiona el suelo?

En las tierras de cultivo es fácil que el suelo se pierda y se haga más delgado si no lo protegemos del agua y el viento. Además, los cultivos toman nutrientes del suelo y estos nutrientes se acaban si no los reponemos. Por eso es importante proteger al suelo del viento y del agua y reponer los nutrientes con abonos. A la pérdida de suelo fértil la llamamos erosión.

Es muy importante cuidar que los suelos no se erosionen porque es difícil recuperarlos. De hecho, la generación natural de un cm de suelo puede tomar cerca de cien años.

A continuación se presenta la descripción de los suelos de dos parcelas que son representativas de esta región.

### Suelos de dos parcelas de La Quemada

**Clasificación del suelo: Andosol**

**Descripción**

Se trata de un suelo profundo (73 cm) de color café rojizo, con buen drenaje y pocas piedras presentes en la superficie.

En este suelo se forman terrones medianos y pequeños (de 0.5 a 2 cm) que se rompen con facilidad. Aunque este suelo puede retener agua, cuando está muy húmedo se le dificulta a las raíces de las plantas aprovechar el agua porque ésta se acumula en poros pequeños a altas presiones.

Adicionalmente, la época de secas en la región es breve, por lo que esta característica no limita el crecimiento del cultivo. En cuanto a nutrientes, la disponibilidad del nitrógeno y el fósforo es baja.

**Clasificación del suelo: Andosol Silandico**

**Descripción**

Se trata de un suelo profundo (150 cm) de color café oscuro, con buen drenaje y sin piedras.

En este suelo se forman terrones medianos y pequeños (de 0.5 a 2 cm) que son moderadamente estables, es decir que no se rompen con facilidad. Aunque este suelo puede retener humedad, la disponibilidad de agua para las plantas es mediana.

Cuando deja de llover, el agua almacenada está disponible por algunos días y amortigua la sequía. Por lo tanto, cuando la época de secas es breve el agua disponible permite el crecimiento del cultivo.

En estos suelos la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo es moderada.

Los andosoles tienen un gran potencial para la producción agrícola. Aunque el fósforo disponible en estos suelos suele ser reducido, existen algunas medidas para disminuir este efecto, por ejemplo, agregar materia orgánica. Los andosoles en pendientes pronunciadas se conservan mejor cuando están cubiertos de bosques.

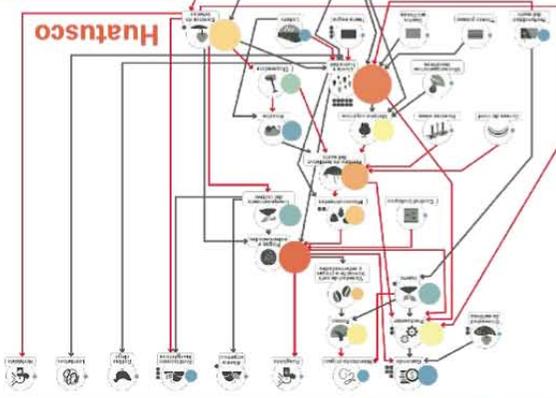
Aunque estos suelos no presentan señales de erosión, es importante cuidarlos para evitar que se degraden en el futuro.

### ¿Cómo podemos mantener la fertilidad del suelo?

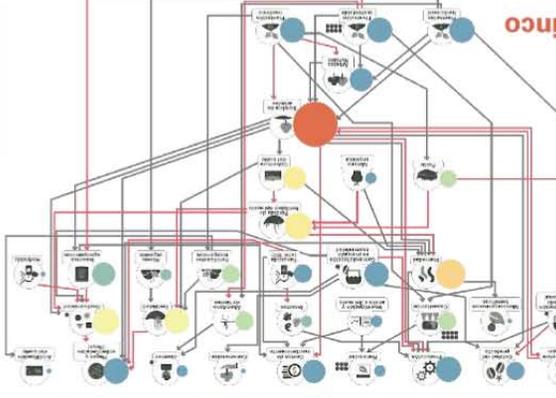
Para mantener la fertilidad del suelo se necesita cuidar que el suelo no se erosione por agua ni por viento, que tenga suficientes nutrientes, esté bien aireado, que conserve la humedad y que no se encharque. Estas condiciones permiten que el suelo se pueda trabajar con facilidad.

Algunas prácticas que ayudan a mantener la fertilidad en nuestros terrenos son:

- Cubrir el suelo con plantas vivas o materia orgánica para retener la humedad.
- Hacer surcos que corten la pendiente, es decir, surcos que no vayan en la misma dirección que la ladera para evitar que el agua escorra con fuerza y arrastre el suelo.
- La rotación y asociación de cultivos, de manera que las plantas no consuman siempre los mismos nutrientes del suelo.
- Sembrar leguminosas, que son las plantas con vaina como el frijol, el chícharo, el garbanzo, el haba, la alfalfa y los tréboles, que fijan nitrógeno del aire hacia el suelo.
- Dejar descansar la tierra.
- Abonar el suelo con compostas o con abonos verdes, que son leguminosas que se entierran cuando están en floración.



El café es el cultivo más importante de la zona y se produce en las fincas de café. Los productores de café en Huatusco se organizan en asociaciones de productores y se relacionan con los procesadores y comerciantes. El café se produce en las fincas de café y se procesa en las plantas de procesamiento. El café se comercializa a través de los comerciantes y se exporta al extranjero.



El café es el cultivo más importante de la zona y se produce en las fincas de café. Los productores de café en Naolinco se organizan en asociaciones de productores y se relacionan con los procesadores y comerciantes. El café se produce en las fincas de café y se procesa en las plantas de procesamiento. El café se comercializa a través de los comerciantes y se exporta al extranjero.

El café es el cultivo más importante de la zona y se produce en las fincas de café. Los productores de café en Naolinco se organizan en asociaciones de productores y se relacionan con los procesadores y comerciantes. El café se produce en las fincas de café y se procesa en las plantas de procesamiento. El café se comercializa a través de los comerciantes y se exporta al extranjero.



**Referencias, créditos y agradecimientos**

Agradecemos a todos los productores de café que participaron en el taller en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, por su participación en el taller participativo y a los que colaboraron en el taller de reflexión en las fincas de café en Huatusco y Naolinco. También agradecemos al equipo de investigadores del Centro de Estudios de Café para su apoyo en la realización del taller. Este libro es el resultado de un taller participativo que se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México.

**Contenido y coordinación de la publicación**  
 Daniel Arroyo, Mariana Ramírez, Jerry de la Cruz, Karla Peña, Iván Pineda, Víctor F. de la Cruz, Rosalva Rosales, Julieta Rosal, Adriana Lozano, Valeria Sánchez, Ana Wagner y Diana Trujillo.

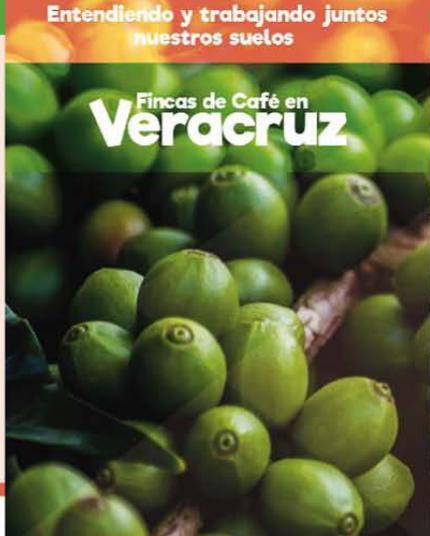
**Diseño**  
 Laura Zetina López.

**Mapas**  
 Moisés Rangel Olguín.

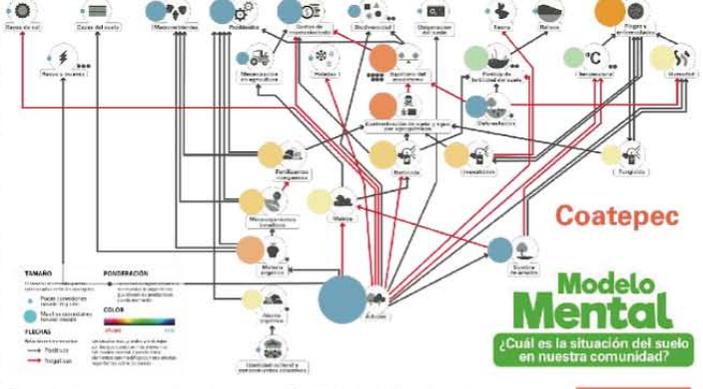
**Fotografías**  
 Moisés Rangel, Luis El Comendador, Ana Viloria.

**Contacto**  
 investigadores@ciencia.org.mx, 1977710  
 investigadores@ciencia.org.mx, 5623322 ext. 46880

México, 2017



**Resultados de los talleres participativos**



En septiembre del 2016 se realizaron tres talleres participativos en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. Los talleres participativos se realizaron en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. Los talleres participativos se realizaron en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México.

El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México.

El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México.

El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México. El taller participativo se realizó en las comunidades de Huatusco y Naolinco, en el estado de Veracruz, México.



**VII.- Subredes elaboradas con *Cytohubba* que muestran el top 10 de componentes elegidos por su grado de intermediación.**

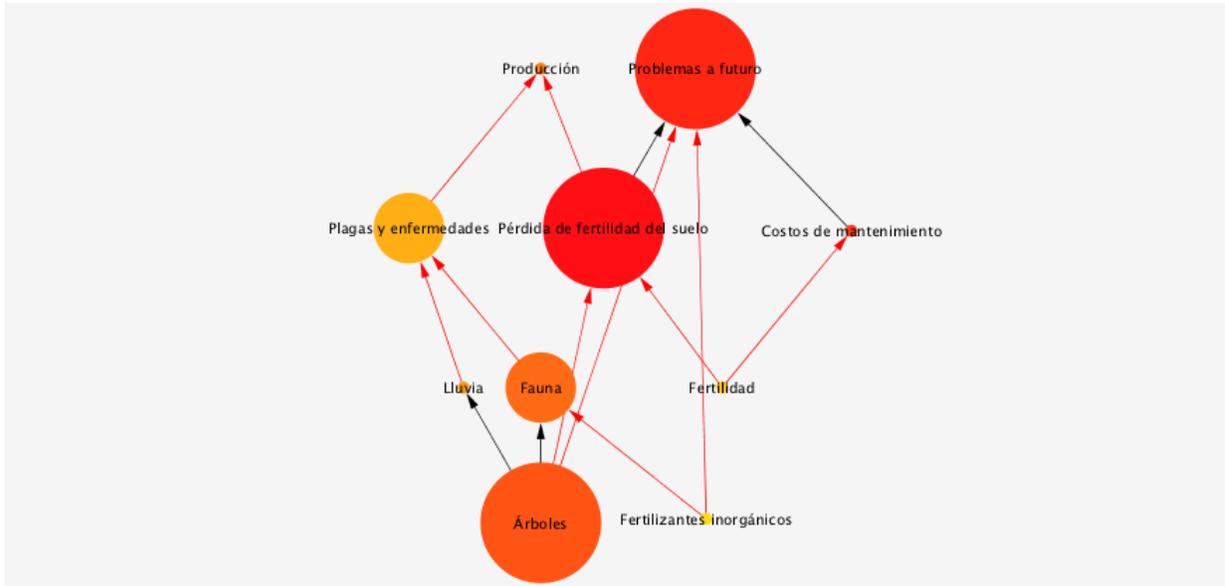


Fig. 1. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Guarapo, Gto.

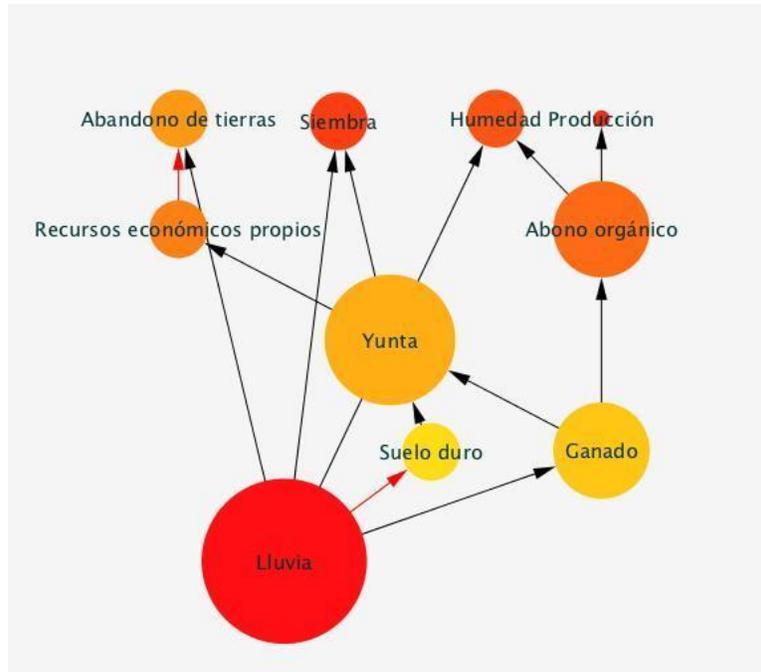


Fig. 2. Subred generada a partir de la red del modelo mental de San Felipe, Gto.

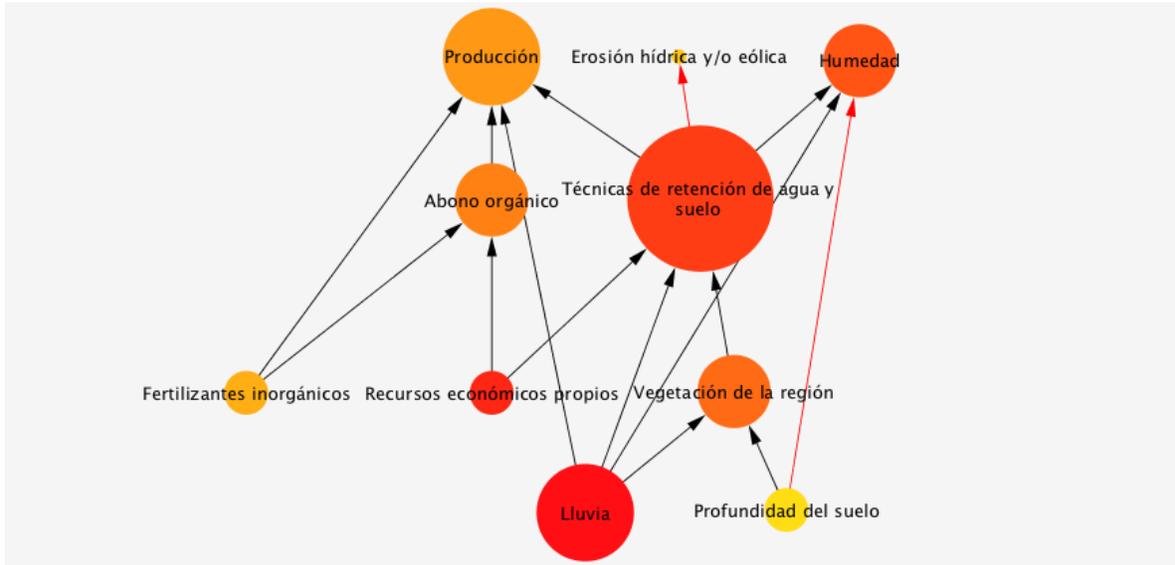


Fig. 3. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Zapotitlán, Pue.

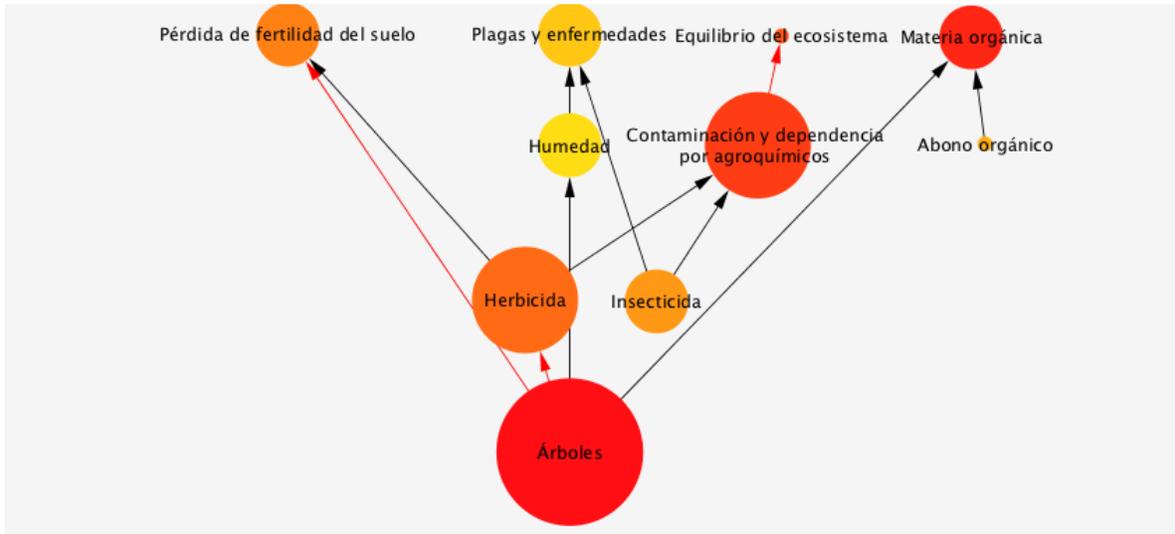


Fig. 4. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Coatepec, Ver.

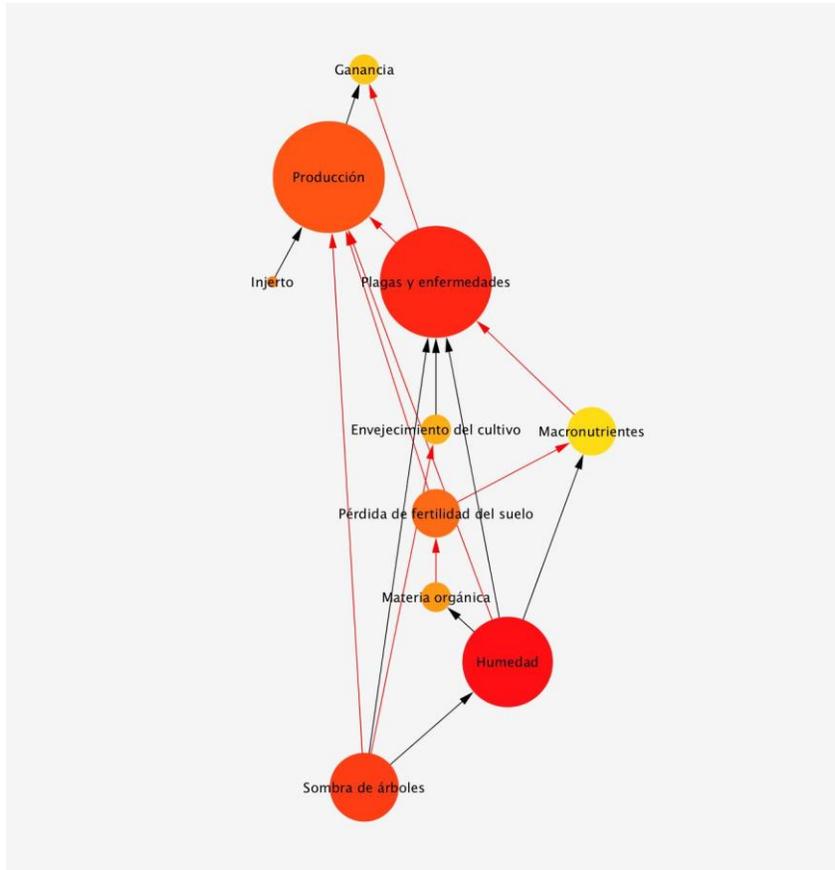


Fig. 5. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Huatusco (café), Ver.

Naolinco

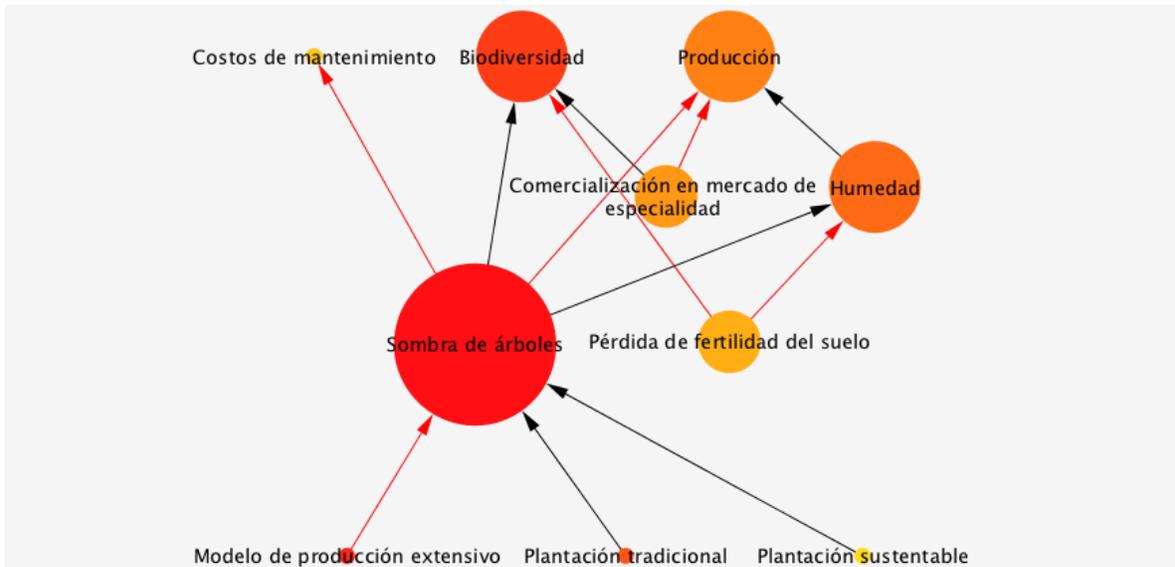


Fig. 6. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Naolinco, Ver.

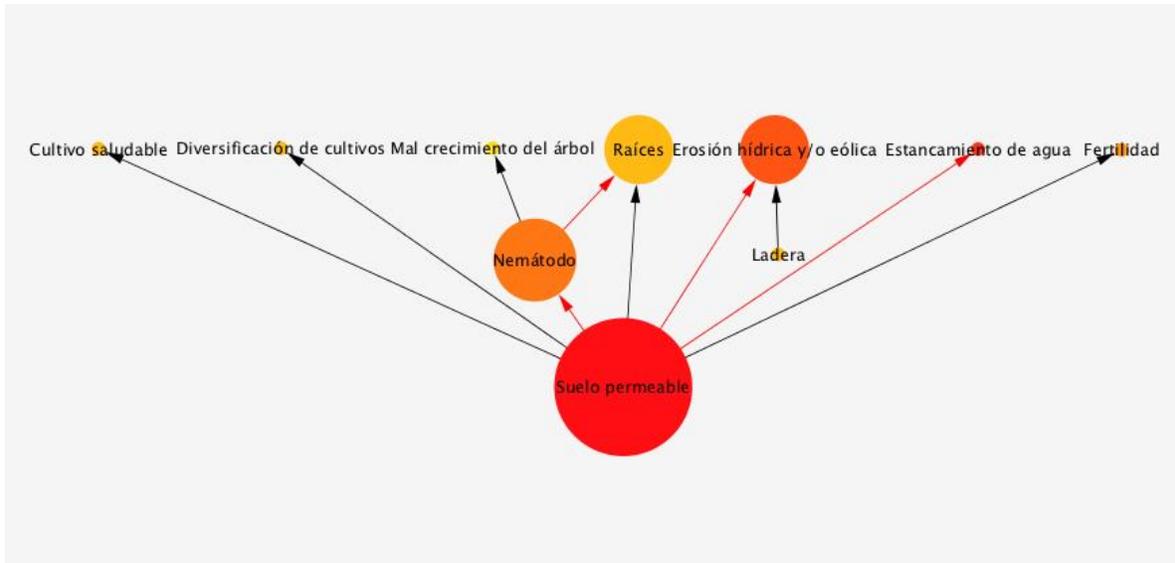


Fig. 7. Subred generada a partir de la red del modelo mental de Huatusco (aguacate), Ver.

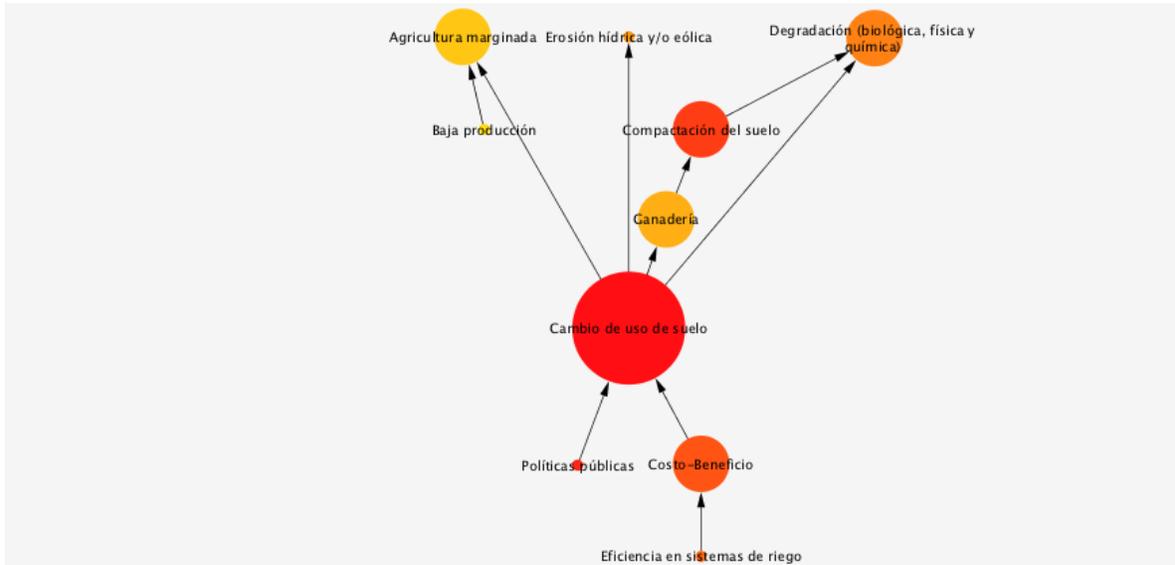


Fig. 8. Subred generada a partir de la red del modelo mental de miembros del sector público.

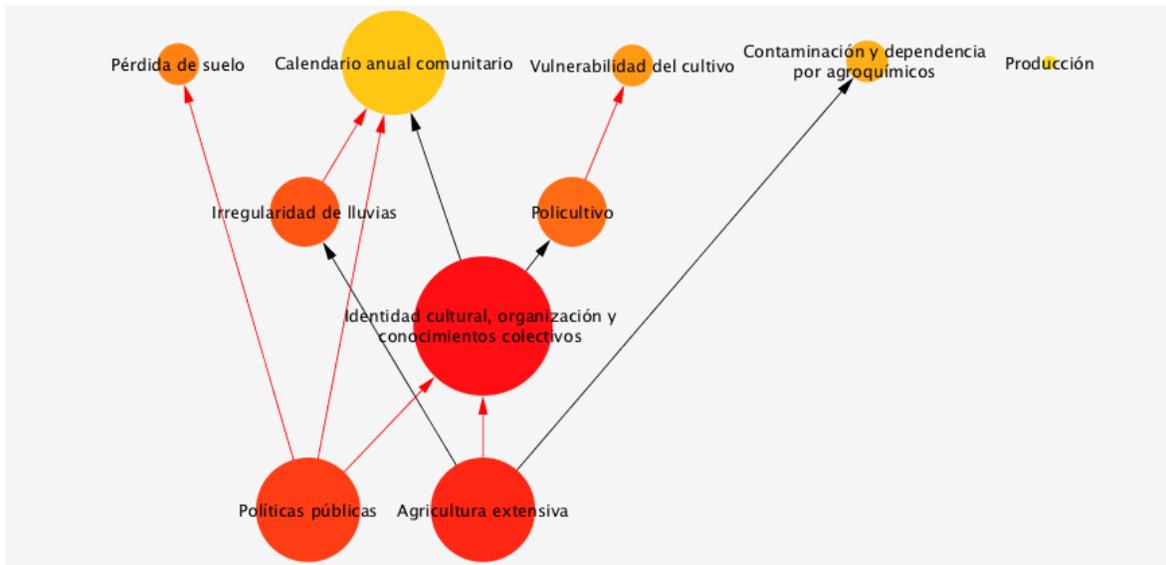


Fig. 9. Subred generada a partir de la red del modelo mental de miembros de organizaciones de la sociedad civil.