



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**LICENCIATURA EN CIENCIAS  
AMBIENTALES**

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS  
AGROFORESTALES EN LA COMUNIDAD DE  
NOXTEPEC, TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

P R E S E N T A :

ERNESTO GUTIÉRREZ COATECATL

DIRECTORA: DRA. ANA ISABEL MORENO CALLES

CO-DIRECTORA: M. en C. ALEXIS DANIELA RIVERO ROMERO

MORELIA, MICHOACÁN

2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA  
SECRETARÍA GENERAL  
SERVICIOS ESCOLARES

**MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE**  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
**PRESENTE**

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 04** del **Comité Académico** de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **12 de abril del 2021**, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional del alumno (a) **Ernesto Gutiérrez Coatecatl** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **308040988**, con el trabajo titulado: **"Caracterización de los sistemas agroforestales en la comunidad de Noxtepec, Toluca, Estado de México"**, bajo la dirección como **tutor** de la Dra. Ana Isabel Moreno Calles y como **co-tutora** la Mtra. Alexis Daniela Rivera Romero.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

**Presidente:** Dr. Ignacio Torres García  
**Vocal:** Mtra. Gonzalo Daniel Álvarez Ríos  
**Secretario:** Mtra. Alexis Daniela Rivera Romero  
**Suplente:** LCA, Wilfrido López Martínez  
**Suplente:** Dr. José Juan Rosales Adame

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Morelia, Michoacán a, 19 de agosto de 2021.

**DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN**  
SECRETARIA GENERAL

## **Agradecimientos institucionales**

Quiero agradecer a mi alma mater la Universidad Nacional Autónoma de México quien me dio las herramientas para poder desarrollar mis habilidades y descubrir mi papel en la vida. Al plantel de la UNAM en Morelia que fue quien se encargó de encaminarme a realizar este proyecto con el cual buscaba aportar algo de lo que aprendí a la comunidad de Noxtepec. Al Laboratorio de Estudios Transdisciplinarios sobre el Ambiente (LabETA) que me acogió desde el principio de mi formación. Esta tesis se realizó con el financiamiento de los proyectos PAPIIT (IG200720): “*Agricultura y agroforestería familiar y social en contextos de cambios locales y globales*” y PAPIME (PE217820) Proyectos Educativos para la Transformación Ambiental y Social en México. También quiero hacer un especial agradecimiento a mis Tutoras: la M.C. Alexis que me ayudo desde el tramo inicial y final de este proyecto, platicaba conmigo dentro y fuera de la academia convirtiéndose en una tutora y una amiga; por su parte la Doctora Ana Isabel que siempre creyó en que era un buen alumno, me apoyó y me fomentó a seguir con este gran proyecto. A mis sínodos, el M.C. Gonzalo Álvarez, Lic. Wilfrido López, al Doctor Ignacio Torres, y al Doctor José Juan Rosales, por sus comentarios que me permitieron desenvolver mis habilidades y crear un mejor documento, así mismo por aportar un poco de una u otra forma en este especial proyecto para mí.

## **Agradecimientos personales**

Agradezco encarecidamente a la población de Noxtepec que me abrió las puertas de muchos hogares y me apoyaron en múltiples formas para llevar a cabo esta investigación. Agradezco a mis padres, a mi madre por apoyarme y creer en mí, a mi padre que desde su último nicho en el pueblo me observa y sé que se siente orgulloso y feliz de que puedo aportarle algo a su pueblo natal. A mis hermanos: Paco que me regaña y me orienta siempre, a mi hermana Nelly por tener tan buena intención y unas niñas increíbles; Sofía con su lindo corazón y las carcajadas que siempre me saca y la famosísima Sure Aileen que siempre está al pendiente de todo y su energía se contagia, a mi hermana Mónica que sé que me ama mucho y siempre me apoya, y por último a mi hermana Jacqueline que, aunque estamos lejanos en este momento siempre recuerdo los buenos momentos a su lado. También quiero agradecer a mis amigos de la universidad que me apoyaron en este largo trayecto, a Lupe, Aron (Chihuahua), Iván, Dante, Rafa, Karlita, Eliza, Compa, Alex, Bety, Jairo, Gonchis, Gera y mis amigos de fuera de la escuela que se sienten orgullosos de que siga adelante Ximena Aliza, Dianita, Ivette, Fer y Leo. A Melissa Bettina que me acompañó en todo este trayecto apoyándome en todo lo que podía y ayudándome a poner los pies en su lugar, creyendo en mí e impulsándome a terminar esto que había comenzado. Por último, a todos los compañeros del laboratorio: Pao, Willy, Yesi, los Kids Anita, Karla, Mitzi por sus risas y las veces que me acompañaron en esta larga travesía.

## **Código de ética**

El trabajo realizado en la comunidad de Noxtepec tuvo como única intención, conocer a fondo las formas de manejo agroforestal por parte de los pobladores. Por lo cual, uno de los primeros pasos para desarrollar la presente investigación fue pedir permiso de las autoridades pertinentes, para llevar a cabo recorridos dentro del poblado, tomar imágenes del paisaje y entrevistar a los campesinos. Cuando se realizaron entrevistas personales, se les hizo saber para que se realizaba la entrevista y como conformaría un trabajo con fines meramente académicos; al mismo tiempo se pidió permiso tanto para grabar las conversaciones, así como para tomar algunas fotografías de las personas y sus parcelas.

Cuando se realizó el primer acercamiento se acordó regresar a la comunidad a compartir toda la información recabada a lo largo de este estudio, ya que incluye propuestas que ayudaran a los pobladores en sus prácticas de manejo cotidiano. Esto se realizará una vez que la tesis sea presentada y aceptada por las autoridades universitarias, ya que tendrá una mayor veracidad para que se sientan más seguros de las propuestas que serán expuestas ante ellos.

Todos los datos e información recabada en este documento no tendrán algún uso comercial ni busca obtener o lucrar por ningún medio, ni mucho menos causar algún perjuicio. Todo lo que fue recopilado y no sea de interés del estudio se mantendrá a resguardo del investigador por lo que no se expondrá o compartirá para evitar conflictos o fuga de información de conocimientos tradicionales o de importancia por parte de los pobladores. Por último, durante todo el tiempo que se realizó esta investigación se buscó integrar a las personas sin discriminar situación económica, género o ninguna característica por parte de los habitantes.

## Índice general

Resumen .....	9
Abstract .....	11
I. Introducción.....	13
II. Preguntas y objetivos.....	21
Preguntas de investigación .....	21
Pregunta general .....	21
Objetivo general .....	21
Objetivos particulares .....	21
III. Marco Conceptual.....	22
Agroforestería.....	22
Clasificaciones agroforestales .....	22
Etnoagroforestería .....	28
Herramientas de diagnóstico .....	33
IV. Zona de Estudio y Metodología.....	36
Sitio de Estudio.....	36
Métodos .....	40
1.) Revisión bibliográfica .....	40
2.) Acercamiento a la comunidad .....	41
3.) Transectos participativos agroforestales y bioculturales .....	42
4.) Entrevistas a actores clave y manejadores agroforestales .....	45
5.) Caracterización de las milpas o parcelas .....	46
6.) Tipología de las parcelas por medio de fotos aéreas .....	47
V. Resultados.....	49
La comunidad de Noxtepec, sus montes, agricultura y su comunidad.....	49
Sistemas agroforestales.....	62
Relaciones ambientales alrededor de los Sistemas Agroforestales .....	76
Problemáticas ambientales en la comunidad de Noxtepec .....	82
Soluciones propuestas.....	86
VI. Discusión.....	88
Propuestas agroforestales .....	93
VII. Conclusiones .....	100
VIII. Literatura citada .....	102
IX. Anexos .....	115

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. ....	37
Figura 2. Imagen panorámica del poblado de Noxtepec .....	38
Figura 3. A) Diversidad de especies cultivadas que se puede observar en un puesto local B) Altar de día de muertos.....	39
Figura 4 Marcelo Mora hermano del delegado. ....	41
Figura 5. Imagen satelital del poblado de Noxtepec .....	43
Figura 6. Muestreo de vegetación en el paraje la “corona” .....	44
Figura 7. Entrevistas que se realizaron en el poblado de Noxtepec .....	46
Figura 8. Poblado de Noxtepec, vista desde el poblado vecino de Carbajal .....	48
Figura 9. Señor Daniel Mora .....	50
Figura 10. Porcentaje del total de los entrevistados. ....	52
Figura 11. A) Muestra de una mazorca de las que selecciona, B) Cuartillo .....	54
Figura 12. Recorrido en el terreno de Doña Euleuteria.....	56
Figura 13. Plagas mencionadas por los pobladores de Noxtepec,.....	57
Figura 14. A) Se observa una araña indicador, B) El gusano cogollero C) La langosta .....	59
Figura 15. Fotografía panorámica, que permite ver la cruz (círculo rojo) donde se hacían los rituales con el santo del poblado pidiendo una buena cosecha.....	61
Figura 16. Altares de las “Velas Nuevas” en el poblado de Noxtepec.....	62
Figura 17. Árbol aislado en un sistema de monte . ....	63
Figura 18 La zona de monte/cerro es comunal o de acceso libre, es común ver a las personas llevar al ganado a pastar como en la imagen que se observan unos caballos alimentándose. ....	64
Figura 19. A) Maíz en una parcela de laja. B) Terraza que pudo haber sido utilizada para manejar estos sistemas.....	65
Figura 20. Sistema de producción agroforestal a pie de río de don Natalo.....	67
Figura 21. Práctica agroforestal de un árbol aislado en medio de la parcela de don Ángel, 69	
Figura 22. En los recuadros rojos se observan árboles que sirven como cercos vivos que protegen calabazas y maíz .....	70
Figura 23. Milpa en plan del señor Daniel Mora.....	71
Figura 24. Sistema de patio del señor José Gutiérrez en el centro del poblado de Noxtepec. ....	72
Figura 25. Franja de árboles. ....	73



Figura 26. Sistemas en interacción.....	74
Figura 27. Macrosistema de Noxtepec . .....	81
Figura 28. Diagrama de problemáticas identificadas en el poblado de Noxtepec.....	86
Figura 29. Menciones de las especies presentes en Noxtepec en los diferentes estratos..	124
Figura 30. Terreno con practicas agroforestales en el poblado. ....	124
Figura 31. Fotografía de un terreno en Noxtepec. ....	125

#### Índice de tablas

Tabla 1. Definición de algunas prácticas agroforestales .....	26
Tabla 2. Características de los sistemas agroforestales de Noxtepec, Estado de México. ..	75

#### Índice de Anexos

Anexo 1. Entrevista semiestructurada a profundidad realizada a los habitantes de Noxtepec. ....	115
Anexo 2. Gráfico de frecuencia de mención de las especies presentes en los diferentes sistemas de manejo de Noxtepec. ....	123
Anexo 3. Imágenes completas de sistemas en interacción .....	124
Anexo 4. Receta para el bokashi, por Pablo Jaramillo. ....	125
Anexo 5. Tabla general de especies presentes en los diferentes sistemas de manejo. ....	128

## ***Resumen***

En México, el envejecimiento de los agricultores, el uso intensivo de agroquímicos y la baja productividad, son algunas de las problemáticas más agudas del campo. A esto, se agregan dinámicas como el aumento poblacional, que genera consecuencias en cuanto a los requerimientos que las personas necesitan. Entre las alternativas que buscan combatir y/o solucionar estas problemáticas, se encuentran los sistemas agroforestales (SAF), que son aquellos sistemas dinámicos, donde se fomenta la interacción de especies silvestres, agrícolas y/o animales, donde se promueven las relaciones entre éstas con el objetivo de incrementar rendimientos e interacciones permitiendo así la diversificación y sostenibilidad de los usuarios de las tierras. Se caracterizaron los sistemas agroforestales en la comunidad de Noxtepec, donde se identificaron los componentes principales y las relaciones entre ellos, lo cual permitió plantear alternativas que pueden aportar a las formas de manejo encontradas en la localidad. Se llevó a cabo una metodología integrando diversas herramientas como: entrevistas, transectos agroforestales participativos, observación participante, análisis de imágenes aéreas y no aéreas, toda esta información se sistematizó a partir del programa de análisis de datos cualitativos Atlas. ti.

Noxtepec es una comunidad pequeña constituida por 250 habitantes ubicada al sureste del Estado de México, con alto rezago social. Se encuentra a 1810 msnm y pertenece a la cabecera municipal de Texcaltitlán. Se encontró una diversidad importante de especies introducidas como son café, duraznos, papayas, distintas clases de plátano, entre otras; sin dejar de lado cultivos primordiales para la población como son: el maíz (*Zea mays* L.), la calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En ella, se identificaron

cinco formas de manejo agroforestal en distintos espacios a lo largo de poblado que se usan con fines productivos. El sistema de monte o cerro, el sistema de laja, el sistema ribereño, el sistema de huerto o patio y el sistema de milpa en plan. La información de los sistemas agroforestales recabada en el presente estudio, permitió plantear nuevas estrategias encaminadas a promover más interacciones entre los elementos manejados o la introducción de otras especies en los espacios de cultivo para uso forrajero y la diversificación de productos presentes en la zona, también la introducción de especies maderables que puedan usarse para venta, entre otras, son algunas de las ideas que conformarán una propuesta que permita a la población beneficiarse por sí misma de herramientas a su alcance.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, Noxtepec, manejo agroforestal, metodologías agroforestales, problemas agrícolas, practicas agroforestales y propuestas agroforestales.

## ***Abstract***

In Mexico, the aging of farmers, the intensive use of agrochemicals and low productivity are some of the most acute problems in the countryside. Added to this are dynamics such as population growth, which generates consequences in terms of the requirements that people need.

Among the alternatives that seek to combat and/or solve these problems are agroforestry systems (AFS), which are those dynamic systems where the interaction of wild, agricultural and/or animal species is encouraged, where relationships between them are promoted with the objective of increasing yields and interactions, allowing diversification and sustainability of land users.

Therefore, a characterization of the AFS in the community of Noxtepec was proposed, where the main components and the relationships between them were identified, which allowed proposing alternatives that could contribute to the forms of management found in the locality. A methodology was carried out integrating diverse tools such as: interviews, participatory tours, analysis of aerial and non-aerial images, all this information was systematized from the qualitative data analysis program Atlas. ti.

Noxtepec is a small community of 250 habitants located in the southeast of the State of Mexico, with a high social gap. It is located at 1810 meters above sea level and belongs to the head-municipality of Texcaltitlán. An important diversity of introduced species was found, such as coffee, peaches, papayas, different types of bananas, among others; without forgetting the main crops for the population, such as corn (*Zea mays* L.), squash (*Cucurbita pepo* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.).

Five forms of agroforestry management were identified in different areas throughout the village that are used for productive purposes. The hill system, the slab system, the riparian system, the orchard or patio system and the milpa system.

The information on agroforestry systems obtained in this study made it possible to propose new strategies oriented to promote more interactions among the managed elements or the introduction of other species in the cultivation spaces for forage use and the diversification of products present in the zone, also the introduction of timber species that can be used for sale, among others, are some of the ideas that will make up a proposal that will allow the population to benefit from the tools within their reach.

**Key words:** Agroforestry systems, Noxtepec, agroforestry management, agroforestry methodologies, agricultural problems, agroforestry practices and agroforestry proposals.

## ***I. Introducción***

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes de la población humana, esta se originó gracias a la capacidad de los antiguos pobladores de domesticar y manejar elementos de la naturaleza con el objetivo de asegurar la disposición y disponibilidad de recursos (Neto *et al.*, 2016; Casas *et al.*, 2017). Debido a esto, constantemente se ha buscado mejorar o facilitar las prácticas que se llevan a cabo en la agricultura. En el año 1940, se empiezan a gestar nuevas tecnologías e innovaciones en el campo internacional, se perfecciona el uso de NPK (nitrógeno, fósforo y potasio), y otros elementos necesarios para el crecimiento de especies vegetales en forma <sup>1</sup>dirigida/artificial. Comenzaron a emerger nuevas disciplinas científicas como: la microbiología, la zoología o la química agrícola; se desarrollaron nuevas técnicas que permitieron el aumento de producción de arroz en Japón o de maíz en Estados Unidos (EU), siempre pensando en el mejoramiento o perfeccionamiento de la agricultura; a estos se les consideraron como grandes avances a nivel internacional (Raeburn, 1987).

En México, a pesar de los avances tecnológicos ya mencionados y al ser uno de los países que impulsaron la “revolución verde”, más del 50% de los campesinos llevan a cabo actividades primarias (agricultura, ganadería, pesquería, entre otras) y son considerados como agricultores de subsistencia, terminología utilizada para resaltar que su producción primordialmente es de autoconsumo (Arnon, 1987). En otro grupo encontramos a la agricultura de transición; que se caracteriza por tener una producción de autoconsumo, que

---

<sup>1</sup> Esto se refiere al uso de químicos que se encuentran de forma natural en el espacio, pero que se introducen de forma externa en los cultivos, con el objetivo de fomentar y procurar el crecimiento, así como la reproducción de los cultivos.

logra tener excedentes permitiendo tener un ingreso por venta de productos; suelen emplearse mayores porciones de tierra y una diversificación de actividades económicas primarias, además, los agricultores que practican este tipo de agricultura suelen tener oficios alternativos. Por último, están la agricultura consolidada que tiene características similares a la agricultura de transición, ya que su producción se usa para autoconsumo y venta, pero no recibe ingresos económicos externos debido a que ya tiene un lugar en el mercado local, por lo que no tiene una gran dependencia de apoyos gubernamentales o fuentes de ingreso alternativas (Arnon, 1987; SAGARPA, 2012; FAO, 2012).

A pesar del incremento de los rendimientos en la agricultura derivados de la revolución verde, en la actualidad hay graves problemas de desabasto y de distribución inequitativa de los alimentos, pero el problema más grave es el aumento de precios de estos. Existe un constante crecimiento poblacional y aunque se considera que existen la cantidad necesaria de alimentos para poder satisfacer la demanda de la población, los precios a los cuales se cotizan no son accesibles para todos, lo que fomenta pobreza e inseguridades alimentarias (Raeburn, 1987; Hall, 2001; Goodfray, 2010; Bailey, 2011; Brown 2011).

Los costos elevados de los productos alimenticios se deben a varias cuestiones, algunas con implicaciones a largo y otras a corto plazo. Las causas a largo plazo tienen que ver con el incremento de los apoyos para grandes productores de alimentos que en su mayoría optan por la implementación de monocultivos quienes ejercen una competencia injusta hacia los pequeños productores, otra es que las grandes instituciones monetarias han obligado a los países a evitar tener reservas de granos, fomentando a las empresas agrícolas que tienen una producción destinada a la exportación (Rosset y Ávila, 2008). Por último, el cambio de hábitos alimenticios en las personas, ya que cada vez es más común la ingesta de dietas

basadas en productos altamente procesados por encima de dietas con alimentos frescos y sin empaquetar. Los alimentos frescos, orgánicos o libres de agroquímicos se han convertido en alternativas alimentarias, pero a costos más elevados, por lo que recurrir a alimentos procesados y baratos suele ser más común (Rosset, 2006; Ray, 2008; Rosset y Ávila, 2008).

Por su parte, algunas de las cuestiones en el corto plazo han sido el “boom” de los <sup>2</sup>agrocombustibles, por lo que múltiples países optan por cambiar productos de inmediata necesidad, por productos más redituables en el mercado de los combustibles, prefiriendo abastecer la alta demanda para vehículos de combustión que atender las carencias de alimentación de las personas; pero no sólo eso, también el aumento de precios en los productos químicos en base a derivados del petróleo para el uso agrícola, tales como, fertilizantes, pesticidas y herbicidas, entre otros; así mismo los problemas políticos como la expropiación de terrenos para la creación de represas por ejemplo y causas naturales como sequías (Hernández-Navarro, 2007; Shattuck, 2008; Schill, 2008; Rosset y Ávila, 2008).

Estimaciones demográficas proyectan que se espera un aumento en la población mundial que alcanzará un total de nueve mil millones de personas en la mitad del siglo en curso, con lo que se está acrecentando el fenómeno de migración de los campos hacia la ciudad, aumentando el poder económico e industrial de las grandes urbes. Este es uno de los factores por los cuales se crea la necesidad de convertir actividades terciarias encargadas de la distribución de materia prima como puede ser el turismo, por ejemplo; en su actividad

---

<sup>2</sup> Se denomina agrocombustibles o biocombustibles a aquellos combustibles que tienen su origen en la transformación de biomasa, lo que considera productos y material orgánico que se obtiene a partir de una vía orgánica (Callejas y Quezada, 2009).



económica principal, que en estos días representa para las metrópolis su nuevo motor de poder económico (Sassen, 1998; Garza, 2007; Tschardtke, 2012; González, 2017).

La desagrarización es el proceso por el cual las actividades agrícolas se pierden como actividad principal (Escalante *et al.*, 2007). Esta pérdida se da específicamente en la actividad agraria, ocupación y manejo de espacios con fines productivos para la generación de ingresos. Esto puede relacionarse con el envejecimiento de la población, la migración, el desinterés por el campo, así como otros factores (Escalante *et al.*, 2007; Rivero-Romero, 2020). En la actualidad, este proceso se ha acelerado debido al estancamiento de actividades agropecuarias, así como las políticas que impulsan actividades productivas de otra índole como el sector industrial y el de servicios, entre ellos el turismo (Llambí, 1994).

Lo anterior ha traído consecuencias como el abandono de los campos productivos, donde los pocos habitantes que retoman las actividades agrarias son rebasados por la mano de obra requerida, por lo que se ven orillados a hacer uso de productos químicos en grandes cantidades (pesticidas, herbicidas, fungicidas, entre otros), esto permite que sembrar y cosechar, sean tareas más sencillas. (Altieri y Nicholls, 2011).

Se sabe que los agroquímicos proporcionan herramientas para erradicar plagas, las cuales suelen acabar con grandes extensiones de sembradíos, hecho que permite satisfacer la demanda de alimentos. Aunado a ello, los pesticidas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) pueden combatir enfermedades como la malaria y el tifus porque son transmitidos por insectos, pero al mismo tiempo trae consigo problemáticas en el mediano y largo plazo (Segrelles, 2001; Avalos, 2009; Altieri y Nicholls, 2011). El daño a los microorganismos presentes en los suelos, la falta de interacción entre los elementos, la pérdida de biodiversidad, son algunas de las implicaciones del constante uso de este tipo de

productos. Además, el uso de especies exóticas, monocultivos de productos de mayor valor, uso de especies transgénicas, determinan la persistencia de la insuficiencia alimentaria y la pobreza rural (Altieri y Nicholls, 2011).

Para hacer frente a este dilema de la distribución inequitativa de alimentos y escasez de espacios para la producción de alimentos, el poco o nulo apoyo que se les proporciona y el constante abandono del campo, existen disciplinas como la silvicultura social, la gestión forestal, la silvicultura comunitaria; y otras disciplinas como la agroecología y la agroforestería que buscan encontrar el ordenamiento de estas actividades y proporcionar alternativas socioambientales viables (Altieri y Nicholls, 2011; Atangana *et al.*, 2014).

La agroforestería como ciencia surge hace muy poco y es gracias a que sus prácticas se identifican con el paradigma que se da en los años 70s y 80s como la revolución verde, cuando comienzan a anteponerse los sistemas agroecológicos y el aspecto ambiental, permitiendo la aportar herramientas para lograr una igualdad económica (Left, 1998). Estos sistemas aspiran a proveer a los ganaderos, agricultores y académicos de los beneficios que conlleva establecer sistemas agroforestales (SAF) que buscan aumentar el rendimiento de la producción preservando la biodiversidad (Krishnamurthy *et al.*, 1999).

Los SAF se definen como aquellas formas de manejo que se llevan a cabo en espacios agrícolas y forestales, donde se fomenta la interacción de especies forestales y silvestres, diversidad de especies agrícolas y/o pecuarias, y el manejo cultural. Estas especies interactúan en una escala espacial y temporal, con el objetivo de incrementar el rendimiento de producción, favorecer las interacciones ambientales que permiten la diversificación y resiliencia de los elementos, así como satisfacer el bienestar de los usuarios de la tierra, pero

también la provisión de servicios ecosistémicos (Leakey, 1996; Khasa, 2001; PESA, 2010; Atangana *et al.*, 2014; Moreno-Calles *et al.*, 2016; FAO, 2017).

Múltiples estudios del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) proponen que los SAF son una interesante alternativa para un gran margen de problemáticas tanto ecológicas como sociales (FAO, 2010). Autores como Jose (2009) y Altieri *et al.* (2011) coinciden en que el potencial de los SAF puede acotarse al cuidado y preservación de especies, gracias al aumento de espacios usados como hábitat de ciertos organismos o el aumento de la biodiversidad. Así mismo, se produce un aumento de las interacciones de procesos biológicos, como el control biológico o la polinización; captura de carbono, conservación de agua, y mejoramiento de la calidad de los suelos; aumento de productividad, rendimiento y diversificación de los productos obtenidos (Jose, 2009). Todo esto permite obtener herramientas para poder combatir la inseguridad alimentaria y subsistir de manera íntegra por los recursos económicos que se pueden obtener de los SAF (Altieri *et al.*, 2011).

Los SAF en México tienen una tradición histórica, estos sistemas albergan y reproducen un conjunto de conocimientos, prácticas de producción y de conservación, que han sido utilizados desde hace mucho tiempo por poblaciones de pueblos originarios y campesinos (Moreno-Calles *et al.*, 2014; FAO, 2017).

Ejemplos de sistemas agroforestales a lo largo del país son los huertos familiares en la península de Yucatán, los *ekuaros* de Michoacán, los oasis en Baja California, el *kuojtakiloyan* en la Sierra norte de Puebla, los agrobosques de piña en Jalisco y Nayarit; todas estas experiencias tienen como objetivo aportar herramientas para la preservación de la diversidad biocultural y hacer eficiente la producción (Moreno-Calles *et al.*, 2019), aunque han sido poco reconocidos y promovidos por las políticas públicas agronómicas.

Los SAF en México se ven influenciados por diversas situaciones y contextos, uno de ellos es la relación con políticas públicas, las cuales se pueden definir como programas de acción encaminados a tomar decisiones, formular soluciones o prevenir algún evento y que son fomentadas por autoridades en un sector específico (Meny y Thoenig, 1996; Velázquez, 2009; Maldonado *et al.*, 2019). Con el objetivo de incorporar a los sistemas agroforestales en la política pública, se han llevado a cabo múltiples reuniones como la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático (UNFCCC) por ejemplo, en las que México ha participado y se han discutido las principales aportaciones de los SAF entre las que están: reducción y erradicación de la deforestación y las buenas prácticas agrícolas, proporcionando herramientas para que se pueda realizar esta difícil tarea (Maldonado *et al.*, 2019).

En la actualidad existen el pago por servicios ambientales e incremento de ingresos generados por mantener los componentes forestales en sistemas de manejo, reduciendo así la deforestación y preservando la diversidad, pero aún faltan esfuerzos coordinados entre las distintas escalas de gobierno para poder mitigar problemas globales como el cambio climático (Maldonado *et al.*, 2019). Así mismo varias instituciones gubernamentales como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA); la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Secretaría del Bienestar; entre otras, han incluido a los sistemas agroforestales en los programas agropecuarios, generando a su vez conocimiento en el tema y esfuerzos en la zona sur y norte del país (Maldonado *et al.*, 2019).

En la zona sur del país de México, el pago por servicios ambientales en los sistemas de cafetales y cacaotales es uno de los esfuerzos, mientras que en la zona norte son los viveros y el cuidado, preservación de sistemas tradicionales y de ecosistemas nativos (Maldonado *et al.*, 2019). Aunque en México aún se discute que tipo de medidas deben tomarse para combatir las problemáticas ambientales, una de las más importantes es la inclusión de los sistemas agroforestales en la agenda política para la resolución de problemas ecológicos y socioeconómicos (Cotler *et al.*, 2018; Maldonado *et al.*, 2019).

Esta investigación se desarrolló en la localidad de Noxtepec, municipio de Texcaltitlán, al sureste del Estado de México. Es una población pequeña que se puede considera como un ecotono, es decir, se encuentra entre dos regiones, una que tiene características físico-climáticas de un ambiente frío que se presenta en lugares con una gran altitud y, por otro lado, un espacio que cuenta con un clima cálido característico de zonas de menor altitud; lo que hace a este sitio un importante punto de confluencia y reservorio de especies tanto vegetales como animales (Ávila y Tuiran, 2002; INEGI, 2000; 2010).

En el aspecto social, la localidad padece de los problemas que se identifican en los campos agrícolas mexicanos como son: la fuerte dependencia y uso de agroquímicos, bajo recambio generacional de los agricultores y por lo tanto la ausencia de trabajadores que ocasiona el abandono de los campos.

Por lo anterior, resulta relevante estudiar cómo funcionan este tipo de sistemas, cuáles son los elementos que permiten su persistencia y cuáles son los recursos que obtienen los habitantes de estos sistemas. Este trabajo aspira a contribuir al entendimiento de la historia del campo mexicano, además de poder ser un modelo para la caracterización y análisis de los sistemas agrícolas de otras regiones del país que experimentan procesos similares.

Otra razón más para realizar la investigación son móviles personales y de apego emocional, ya que mi padre Eutimio Gutiérrez Carbajal nació, vivió y ahora descansa en esta comunidad. Los recuerdos, las tradiciones, entre muchas otras cosas que aporta la localidad los he hecho míos, por lo tanto, con esta investigación busco contribuir a la comprensión de los fenómenos que ocurren en este espacio y proponer opciones viables de desarrollo socioambiental.

## ***II. Preguntas y objetivos***

### Preguntas de investigación

#### Pregunta general

¿Cómo son los sistemas agroforestales que se desarrollan en Noxtepec, Estado de México?

#### Preguntas particulares

¿Cuáles son los componentes agrícolas y forestales principales que se pueden encontrar en los sistemas agroforestales de Noxtepec?

¿Cómo son las relaciones ambientales al interior y exterior de los SAF de Noxtepec??

¿Cuál es el estado y las alternativas de mejoramiento de los SAF en Noxtepec?

#### Objetivo general

Caracterizar los sistemas agroforestales de Noxtepec, Estado de México, las relaciones ambientales y las posibles innovaciones.

#### Objetivos particulares

Describir los sistemas agroforestales Noxtepec, Estado de México.

Analizar las relaciones ambientales presentes en los sistemas agroforestales de Noxtepec, Estado de México.

Diseñar una propuesta de innovación agroforestal en Noxtepec, Estado de México.

### ***III. Marco Conceptual***

#### **Agroforestería**

La agroforestería se define como una disciplina científica que se encarga de estudiar las interacciones que existen entre los componentes silvestres y domesticados que se relacionan en un espacio agrícola con el fin de aumentar la productividad, las interacciones, beneficios y el cuidado de los componentes; pero además, contempla la relación de manejo con el ser humano, el cual busca con una cierta intencionalidad hacer que estos elementos como plantas perennes, cultivos y animales interactúen para su beneficio (Krishnamuythy y Ávila, 1999; Moreno-Calles *et al.*, 2014).

#### **Clasificaciones agroforestales**

Para entender las clasificaciones de los SAF, se tiene que entender los componentes que los conforman, los árboles, los cultivos y los animales, aunque existen casos donde se mantienen plantas no leñosas como arvenses y algunos tipos de hongos. Estos elementos son intencionalmente colocados en un acomodo espacial y temporal. La distribución ecológica y el grado de manejo permiten llevar a cabo las distintas clasificaciones que se han realizado desde la creación del concepto como tal de la agroforestería (Farrell y Altieri, 1997; Khisnamurthy y Ávila, 1999; CONAFOR, 2007; Atangana *et al.*, 2014).

Las primeras clasificaciones de sistemas agroforestales fueron propuestas por Nair (1985, 1997), y Young (1997), con el objetivo de nombrar a los SAF a partir de las siguientes características: estructura de los componentes en el espacio, funciones que realizan los componentes en el sistema, zonas para replicación del sistema o dónde ya está establecido, alcances socio-económicos y nivel de manejo. Tomando en cuenta estos elementos, se clasifican en:

- Silvopastoril: Sistemas en donde los animales tienen una interacción con componentes perennes ya sea en una escala espacial o temporal.
- Agrosilvícola: Sistemas en los cuales se lleva a cabo una relación intrínseca entre árboles y cultivos.
- Agrosilvopastoril: Sistemas en donde se desarrolla una interacción entre árboles, cultivos, algunas ocasiones pasturas y/o animales.
- Otros: En esta categoría se pueden incluir a la apicultura con árboles, la acuicultura en zonas de manglar (acuaforestería) o lotes de árboles multipropósito (Nair, 1997).

Otra forma de clasificar los sistemas agroforestales es respecto a las zonas ecológicas y climáticas, en esta clasificación encontramos las siguientes:

- Tropical cálido-húmedas,
- Tropical cálido-subhúmedas,
- Zonas tropicales cálidas,
- Templadas húmedas,
- Templadas subhúmedas
- Las zonas áridas y semiáridas



Las zonas antes mencionadas cuentan con características físico-climáticas diferentes en cuanto a precipitación y temperatura, por lo que la vegetación y la fauna son muy específicas; estos sistemas pueden llegar a traspasar fronteras geográficas, con esto nos referimos a que podemos encontrar SAF en dos o más estados ya que las delimitaciones geográficas no limitan las características del espacio (Nair, 1987;1993; Farrell y Altieri, 1997; SEMARNAT, 2009).

También se ha planteado una clasificación desde la perspectiva económica, permite situar a los sistemas en tres tipos:

- Comerciales: Estos sistemas son establecidos por grandes empresas, anteponiendo la producción para ventas y se paga mano de obra subsidiada por el estado o grandes financiadoras privadas. Aunque hay sistemas que tienen altos volúmenes de venta que difieren en las características de manejo siendo manejadas por cooperativas.
- De subsistencia: Los sistemas de subsistencia son promovidos por los campesinos, y la mano de obra es cubierta principalmente por integrantes de la familia que buscan producir la cantidad necesaria para satisfacer sus necesidades básicas; en algunos casos llega a haber productos más comerciales como cacao, café o caucho que se cultivan al mismo tiempo que la producción de los productos agrícolas de subsistencia.
- Intermedios: los sistemas intermedios, son aquellos que se encuentran entre la subsistencia y lo comercial, hablando tanto a nivel de gestión como a nivel de producción; estos sistemas son comunes en los trópicos donde la tenencia de la tierra es rentada por largos periodos o en su defecto, pertenecen al campesino que busca un

equilibrio entre la producción de productos comerciales para venta y agricultura de subsistencia (Lundgreen y Raintree, 1982; Farrell y Altieri, 1997).

Uno de los elementos básicos de los SAF son las prácticas agroforestales que se definen como aquella forma de ordenar los elementos dentro del espacio y el tiempo con un objetivo (Tabla 1) (Nair, 1994; Pando y Lorenzo 2002). Nair (1990) habla de que cada una de las prácticas puede representar una forma distinta de utilizar el elemento, dependiendo del sistema donde se utilice puede cambiar su función, es decir que si cambiamos un elemento para otra área local puede tener otra utilidad dentro de él. Por lo cual, la función determina si el sistema permite satisfacer diferentes necesidades, por ejemplo, las de abastecimiento de maderas o productos comerciales no maderables o funciones de protección, como los cinturones de protección, que son aquellos árboles arreglados espacialmente en forma de cinturón que tienen la intención de reducir y prevenir la erosión (Nair, 1985; Borelli, et al., 2017).

Las leñosas (entre ellas los árboles) son un elemento principal que se incluyen en los sistemas agroforestales, los cuales cumplen múltiples tareas, una es el abastecimiento de productos maderables utilizados para leña, construcción, como medicina tradicional, o para fomentar la producción de productos no maderables como los hongos. A su vez, cumplen una tarea ecosistémica de cuidado y protección del espacio en el cual han sido intencionalmente promovidos, donde una de las más importantes tareas es la fijación de nitrógeno, no obstante, existen otras tareas de protección que se le atribuyen a los árboles en los sistemas agroforestales como son: la sombra que proporciona a los productores, a algunos cultivos como el café (*Coffea arabica*, L.) y a los animales en los sistemas que

incluyen al ganado por ejemplo, el combate a la erosión y el control de malezas, entre otras (Jose, 2009).

Tabla 1. Definición de algunas prácticas agroforestales

Prácticas agroforestales	Definición
Árboles aislados	Los árboles aislados son especies leñosas que tienen múltiples funciones siendo la protección del sol para los campesinos como para los animales una de las más importantes. Aunque existen otros usos como el recreativo o el resguardo del rastrojo para la alimentación de los animales. Estos árboles se encuentran en espacios dentro de los SAF y deben tener un manejo adecuado para que sean benéficos por lo que tanto la fertilización como los aclareos son constantes para el manejo de estas especies.
Cortinas rompevientos/cinturones de protección	Las cortinas rompeviento y los cinturones de protección son hileras de árboles que son estratégicamente colocados a los costados del terreno con el objetivo de evitar la erosión. Suelen ser arboles de rápido crecimiento permitiendo así cumplir con su tarea, algunas veces frutales y otras veces solo aprovechándolos como recursos maderables.

Barreras vivas	<p>A diferencia de las cortinas rompevientos, las barreras vivas tienen otra función, que es la protección de los cultivos del ganado por lo que especies forestales combinados con algunos arbustos es una opción viable para esta práctica. Algunas veces puede tener un fin doble como es el aprovechamiento por lo que especies frutales pueden ser incorporadas en los sistemas agroforestales.</p>
Islas de vegetación	<p>Las islas de vegetación es aquella forma de manejo donde se permite el crecimiento y se le da mantenimiento a vegetación nativa que tiene algún uso o aprovechamiento. Pueden encontrarse especies se encuentran muy estrechamente asociadas al manejo de especies frutales por lo que son toleradas con fines de explotarlal.</p>
Barbecho	<p>Es una práctica agroforestal importante y poco mencionada. Está consiste en el descanso de los terrenos que se ocupan para la producción agropecuaria, pueden ser periodos cortos o largos. El tiempo de descanso tiene muchas buenas repercusiones como la recuperación de vegetación y la fertilidad del suelo.</p>
Manchones de vegetación	<p>Esta práctica se refiere a aquella forma de manejo que está encaminada a permitir el crecimiento y permanencia de especies vegetales debido a que los espacios para sembrar son de difícil</p>

acceso como laderas pronunciadas, suelos pedregosos o en su caso suelos inapropiados para la siembra.

(Krishnamurthy y Avila,1999; Iglesias, 1999; Moreno-Calles, *et al.*,2013; REDSAM, 2019)

Los animales también pueden llegar a cumplir ambas tareas, ya que de la producción están cubiertas necesidades de alimentación básicas, mientras que el pastoreo puede llegar a cumplir tareas de compostaje para el cuidado y preservación de los cultivos, así como el control de malezas (Nair, 1985).

Según Atangana *et al.* (2014), existen cerca de 100 tipos de sistemas agroforestales y unas 30 prácticas diferentes. En México existe una amplia biodiversidad y conocimiento biocultural, razón por la cual cuenta con una gran gama de sistemas agroforestales que han sido utilizados por múltiples grupos a lo largo del tiempo (Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2016).

### Etnoagroforestería

La etnoagroforestería surge como enlace para tratar de entender y tener un diálogo más fluido con las disciplinas que ya tenían cierta interacción con la agroforestería. El conocimiento agrícola, forestal y cultural que existe en las comunidades, así como lo que pueden aportar las autoridades, la comunidad científica y las organizaciones, promoviendo así la interacción entre saberes y acciones que permitan el reconocimiento, el mantenimiento, la construcción y la innovación de sistemas agroforestales (Moreno-Calles *et al.*, 2014; 2016).

En su trabajo “Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural” Moreno-Calles *et al.* (2013), amplían la información que se tenía mediante el

análisis, revisión y sistematización de los trabajos previos e hicieron una tipología por zona, su temporalidad, contexto biocultural y ecológico permitiendo así clasificar la diversidad de SAF presentes en el país. A continuación, se describen los sistemas clasificados por Moreno Calles y colaboradores:

**Sistemas de descanso largo** suelen ser llamados también agricultura itinerante, sistemas de roza tumba y quema, agricultura migratoria o shifting cultivation. Éste se refiere a aquella forma de manejo del espacio productivo donde se realiza, por periodos cortos, el uso de la parcela para sembrar los productos que se busca obtener, a continuación, se roza y tumban los excedentes de la vegetación que se generó durante la época que se dejó descansar el terreno, en algunos casos también se utiliza fuego para eliminar lo que se recogió de la limpieza, lo cual puede o no ser positivo para la vegetación y el suelo. Algunas arvenses se benefician al ser resistentes al fuego por lo que una vez que entran en contacto con las altas temperaturas se dispara una regeneración y potencial dispersión de semillas. Mientras que, para los suelos, si se llega a una temperatura adecuada el pH y la conductividad eléctrica aumentan, así como los nutrientes (Ca, Mg, K, Na, P) que aportan las cenizas generadas por la combustión, lo cual ayuda para la fertilización y por ende el crecimiento de la vegetación.

Una vez hecho todo esto los espacios productivos se dejan en barbecho por periodos mínimos de seis meses o de un año, aunque hay casos registrados de hasta de 20 años (Musalem, 2001; Atangana *et al.*, 2014; Red SAM, 2019). En México estos sistemas se encuentran en zonas montañosas, laderas pronunciadas o suelos delgados y pobres, los podemos ubicar en Morelos, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y la península de Yucatán (Moreno Calles *et al.*, 2013).

Otros de los sistemas que se ha documentado y existe evidencia de manejo prehispánico, son **las terrazas**, también con conocidas como *metepantle* (terrace, terracing, sloping field y cross-channel field, en inglés). Existen diferentes formas de manejo de este tipo de sistema, pero comúnmente coinciden en el motivo por el cual se desarrollan, que se refiere a la intención de remediar falta de precipitación, múltiples pendientes, suelos muy delgados o pobres en cuanto a nutrientes o bajas temperaturas en los sitios donde se implementan. Las terrazas se forman colocando piedras o en algunos casos levantando pequeños bordos para modificar el relieve, permitiendo así que se acumule humedad, nutrientes, sedimentos y evitando la erosión; hay algunos casos donde se hace uso de plantas para obtener más estabilización como magueyes (*Agave* sp.) o nopales (*Opuntia* sp.) por ejemplo (Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2016). Hay varias regiones de México donde se practica como en el valle de Tehuacán, en la Mixteca Oaxaqueña, el valle de Toluca, las barrancas de Metztitlán y en Tlaxcala, donde este tipo de manejo del espacio se nombra *metepantle*, aquí hacen terraplenes que se conectan con canales y en los bordos se sujetan mediante magueyes o algunas especies frutales (Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2016).

**Los humedales** son sistemas donde los suelos se elevan para formar islotes que drenan los excesos de agua mediante canales; se les da la altura y la mediante el uso de distintos materiales como árboles, materia orgánica, lodo y/o vegetación se le da el soporte necesario. Se les conoce también como agricultura de campos elevados, *calal*, *chinampa*, campos drenados, drained field, o raised field. Las chinampas son sistemas que tienen una gran tradición histórica, incluso prehispánica, y en pocas palabras son parcelas artificiales en forma lineal que aglomeran la humedad en sus canales, son extremadamente fértiles por el exceso de materia orgánica que albergan en su composición permitiendo establecer una gran

variedad de productos como maíz (*Zea mays* L.), amaranto (*Amaranthus sp.*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), chayote (*Sicyos edulis* Jacq.), entre otros (Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2016).

**Los sistemas de zonas áridas** son aquellos que se desarrollan donde los recursos hídricos suelen ser limitados, esto es común dentro del país ya que cerca del 60% del territorio mexicano son suelos áridos, subhúmedos o semiáridos. Los sistemas que se incorporan en estos espacios son de subsistencia, evitan problemas de erosión provocada por los suelos escasos o delgados y la baja precipitación, aprovechando también los recursos para obtener leña y algunos alimentos como parte de su soberanía alimentaria (Rzedowski, 1993; Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2016; Red SAM, 2019). En estos espacios, es común observar prácticas agroforestales como son las islas de vegetación, donde se toleran y aprovechan especies que son colocadas en pequeñas francas o fragmentos de la plantación, sin permitir que afecten al cultivo, todo esto, con el objetivo de que las diferentes tipos de cactáceas columnares, agaváceas y otras especies nativas sean aprovechadas una vez presenten frutos o florecencias; también los cercos vivos que incluyen especies como nopales y xoconostles son fomentados o tolerados, con el objetivo de aprovecharlos mientras se utilizan como protección de los cultivos que se manejan en estos espacios de producción (Moreno-Calles *et al.*, 2013)

Existen también **los agrobosques** también nombrados como bosques intermedios, bosques artificiales, bosques alterados o agroforests (Moreno-Calles *et al.*, 2016). En estos sistemas se hace uso del espacio y las características que pueden aportar los bosques, que combinados con especies introducidas y/o cultivos en diferentes estados de domesticación interactúan, preservando múltiples procesos ecológicos y de distribución de los elementos. Cacaotales,



acahuales mejorados, los *kuojtakiloyan* o los agrobosques de piña son algunos ejemplos de este tipo de sistemas, los cuales se han registrado con el mayor número de especies documentadas (Moreno-Calles *et al.*, 2016; Fisher *et al.*, 2017; Rosales-Adame *et al.*, 2014). Revisiones sobre trabajos de agrobosques, registran un total de 1,111 especies vegetales, 874 de animales y 61 de hongos, manejadas por distintos grupos culturales, algunos con tradición prehispánica, situándose principalmente en los estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco (Moreno-Calles *et al.*, 2016; Fisher *et al.*, 2017)

**Los sistemas agrosilvopastoriles** son una forma de manejo sumamente importante y visible en los campos mexicanos, donde los componentes principales son los cultivos que interactúan con el componente silvícola y existe una interacción animal que tiene un papel vital. Suelen establecerse en sistemas templados, semiáridos, y tropicales, donde es común ver ganado bovino, ovino, caprino y/o equino (burros, caballos y mulas), con distintos objetivos. Los animales pueden ser usados para autoconsumo, como fuerza motora para actividades agrícolas, fertilización, como negocio de compra-venta o para usarse en caso de una emergencia. Las especies cultivadas en estos sistemas son comúnmente usadas como alimento, forraje, leña, y algunas otras para uso medicinal, es normal observar la inclusión de maíz, calabaza, frijoles, avena, algunos árboles frutales o pastos (Somarriba, 1992; Moreno-Calles *et al.*, 2013, 2016; Red SAM, 2019).

En múltiples estados de la República Mexicana existen diversas experiencias locales que se rigen por este tipo de manejo integral del espacio, ya que no es necesario la interacción directa del componente animal con los árboles y herbáceas, a veces los componentes vegetales solo pueden fungir como alimento y protección. Los cercos vivos, cinturones de protección o arboles aislados son prácticas que sirven como ejemplo. También existen los bancos de

forraje y pastos entre callejones que son prácticas innovadoras que surgen para combatir el constante pisado del ganado dentro de las fincas aliviando así la compactación de los suelos (Khisnamurthy y Ávila, 1999; Red SAM, 2019).

**Los huertos familiares** son un ejemplo básico de la agroforestería, los cuales se pueden definir como una asociación de árboles con arbustos, herbáceas o animales con un intenso manejo cerca del hogar por parte de una unidad familiar (Fernández y Nair, 1986). El objetivo principal de un huerto es proveer de recursos útiles como parte de una estrategia de subsistencia mediante el manejo de componentes como son: árboles frutales, hortalizas, ornamentales, etc., por lo cual se incluyen productos como verduras, alimentos de la zona en la cual se sitúa como palmeras que proveen de cocos o café y algunas plantas medicinales que pueden llegar a utilizarse para venta o intercambio (Atangana *et al.*, 2014; Red SAM, 2019; Montañez *et al.*, 2020).

De estos sistemas se pueden obtener una gran gama de alimentos que podrían diversificar tanto las interacciones, como la alimentación de los habitantes del poblado; al obtener frutas, verduras, hortalizas, y/o productos de origen animal (Montañez *et al.*, 2020). Son espacios en constante mejora y experimentación, ricos en plantas nativas y exóticas, que pueden también cumplir como zonas de recreación o rituales. Los huertos familiares se suelen asociar a zonas templadas, áridas y tropicales, en México, por ejemplo, hay sistemas en la península de Yucatán y los *ekuaros* en Michoacán (Red SAM, 2019).

## Herramientas de diagnóstico

La herramienta de diagnóstico y diseño (DyD) se gesta con la ayuda de múltiples disciplinas, y le da importancia a la parte del diagnóstico que nos permita entender cómo trabaja y se

desenvuelve el sistema agroforestal, para posteriormente planificar o evaluar los programas de investigación. Esta metodología tiene como objetivo describir las actuales formas de manejo de la tierra, observando problemáticas o fallos con el propósito de diseñar tecnologías y prácticas agroforestales (FAO, 1989;1994; Krishnamuythy y Ávila, 1999). La tarea del diagnóstico y el diseño es la de entender el espacio productivo como un espacio de interacción entre los humanos y los elementos perennes, los otros componentes productivos que interactúan, el manejo, el componente biológico y económico, y visualizar cada elemento como parte de un todo (Rochelau y Vonk, 1983; Raintree, 1987; Somarriba, 1998).

El objetivo de esta metodología es comprender el espacio de producción, por lo cual los aspectos biofísicos, agroforestales, sociales y económicos son muy importantes (Somarriba, 1998). El análisis biofísico se debe hacer apoyado con el productor en la parcela para determinar límites, prácticas, así mismo potencialidades y limitantes. Para el análisis agroforestal se realizan recorridos que permitan llevar a cabo la identificación de especies perennes, la abundancia y su función, todo esto se anota para posteriormente elaborar un listado de especies. Para el diagnóstico social y económico se utilizan entrevistas con el objetivo de entender la estructura familiar, potencial del espacio productivo y las limitantes u oportunidades de la familia; por su parte el análisis económico trata de entender que factores tanto al interior (hablando de mano de obra, inyección de recursos y la tenencia del espacio), como al exterior (mercado, precios, apoyos y legislación de carácter político), afectan la producción y el manejo de la finca (Somarriba, 1998).

No existe una receta exacta para entender a los sistemas agroforestales, debido a su dinamismo y el constante cambio, pero se han desarrollado múltiples metodologías para el diagnóstico de los sistemas agroforestales, por ejemplo, herramientas como los recorridos

participativos, las entrevistas y los calendarios agrofestivos (Somarriba, 1998; PRATEC, 2009; Moreno-Calles, 2010; Rivero-Romero, 2016; López-Martínez, 2019; Romero-Bautista, 2019). Estas herramientas permiten conocer ampliamente los espacios que se busca caracterizar, siendo elaboradas con la colaboración de las personas que manejan estos espacios. Los recorridos participativos, caminatas o diagramas colaborativos son metodologías donde los colaboradores clave realizan acompañamientos con el investigador, donde se evalúan los cambios biofísicos en el sitio de estudio plasmándolo en un diagrama que permite elegir espacios para centrarse en la investigación.

Las entrevistas tienen como objetivo profundizar en la información social, económica y potencial del espacio productivo, como lo menciona la metodología de Somarriba (1998), pero añadiendo temas como las problemáticas ambientales y sociales del espacio para poder entender mejor el entorno donde se desarrolla el SAF, entre ellas la urbanización y en algunos casos, la inseguridad. Por su parte, los calendarios agrofestivos son una herramienta metodológica que permite entender al mismo tiempo tradiciones de la comunidad y las prácticas que se desarrollan para el manejo de sus espacios de acuerdo con sus tradiciones (PRATEC, 2009; Moreno-Calles, 2010; Rivero-Romero, 2016; López-Martínez, 2019; Romero-Bautista, 2019)

Los calendarios agrofestivos permiten saber cuándo se llevan a cabo las fiestas de los sitios de estudio, rituales para una buena cosecha, a veces permite saber a qué santo se encomiendan o simplemente si la siembra tiene alguna relación ritual o espiritual (Moreno-Calles, 2010; Rivero-Romero, 2016; López-Martínez, 2019; Romero-Bautista, 2019). Por otra parte, permite identificar las fechas de inicio de sus formas de manejo, de tienen relación con alguna fiesta o si se debe realizar algún ritual para comenzar a limpiar, sembrar o fertilizar los

espacios productivos; cuándo se recoge la cosecha, cómo se lleva a cabo y si se debe hacer de una forma especial o agradeciendo a una deidad para tener un buen siguiente año (Moreno-Calles, 2010; Rivero-Romero, 2016; López-Martínez, 2019; Romero-Bautista, 2019).

#### ***IV. Zona de Estudio y Metodología***

##### **Sitio de Estudio**

El Estado de México forma parte del Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, a su vez, la región sur forma parte de la Cuenca del Río Balsas. En la capital Toluca y hacia el sureste encontramos el municipio de Texcaltitlán, cabecera municipal de Noxtepec. Cuenta con una población pequeña, mestiza, con amplias áreas de bosque de manejo comunal que tiene interesantes características fisiográficas y una altura promedio de 1798 msnm (Figura 2); presenta un clima templado semicálido húmedo con lluvias en verano y se localiza en las siguientes coordenadas: Longitud 18° 52' 43.0", Latitud -100° 00' 6.0" (Plan de desarrollo Municipal de Texcaltitlán, 2016; INEGI, 2021) (Figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. El estado de México, el municipio de Texcaltitlán y la comunidad de Noxtepec., elaboración propia.



Figura 2. Imagen panorámica del poblado de Noxtepec que permite observar componentes silvestres como pinos, encinos o “saibas” y algunos domesticados como espacios destinados al maíz, algunos en interacción, así como la localidad colindante de Carbajal.

La localidad de Noxtepec es una población rural con alto grado de rezago social, constituida por unos 250 habitantes (INEGI, 2010). Es una de las pocas localidades en la región que cuenta con un clima tropical seco, con una temperatura promedio anual de 19° C y una precipitación promedio de 1600 mm. Sus suelos pheozem ricos en materia orgánica, poco profundos y afectados por la erosión eólica e hídrica, distribuidos para uso de suelo forestal (50%), seguido de un uso agropecuario (40%), y finalmente, el destinado para zonas habitacionales y servicios (7.3%) (INEGI, 2010 y 2021; Atlas de riesgos de la comunidad de Texcaltitlán, 2015; Plan de desarrollo Municipal, 2016-2018). La forma de tenencia de la



tierra en la comunidad es comunal, cada habitante de Noxtepec tiene escrituras y pertenece a los comuneros. Así mismo existen otras formas de tenencia en la zona, como es la propiedad privada que es ejercida en el poblado vecino.



Figura 3. A) Diversidad de especies cultivadas que se puede observar en un puesto local en las afueras de la cabecera municipal donde se llevan a cabo las actividades de compra/venta de productos de la comunidad y algunas comunidades vecinas. B) Altar de día de muertos que se celebra en octubre 31 y noviembre 1, la cual es una festividad muy importante del poblado y los poblados vecinos.

En la comunidad se emplean prácticas agrícolas típicas de sistemas intensificados como son: el uso constante de agroquímicos, uso continuo de los terrenos o con poco descanso (debido a la fragmentación de los terrenos por cuestiones de herencia), constante apisonamiento por



la recurrente presencia del ganado en los terrenos, maximización del espacio con fines productivos y falta de mano de obra, por mencionar algunas. Por esta razón los suelos agrícolas fértiles, se encuentran en seriamente amenazados y, por lo tanto, los espacios son insuficientes para la producción de alimentos de la comunidad. Esto ha derivado en el abandono de los espacios agrícolas por parte de los pobladores, en algunos casos la venta y especulación de los terrenos productivos que se destinan para otras actividades como el pastoreo o el establecimiento de nuevos hogares (INEGI, 1976; 1978; 2000; Plan de Desarrollo Municipal, 2016; Atlas de riesgos de la comunidad de Texcaltitlán, 2015).

## Métodos

### **1.) Revisión bibliográfica**

Para dar inicio al proyecto se realizó una revisión en distintas bases de datos que permitieran tener información base de la comunidad, estudios de caso y antecedentes sobre caracterización de sistemas agroforestales. Se utilizaron los siguientes buscadores: Google Académico, Scopus, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc), también se obtuvo información de bibliotecas de universidades y centros de investigación como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad de Chapingo en la Ciudad de México y el Instituto Tecnológico de Roque en Celaya, Guanajuato, que son universidades con un importante reservorio de documentos sobre temas agrícolas y forestales. En ellas, se llevó a cabo la búsqueda respecto a temas agroforestales, utilizando las siguientes palabras clave: sistemas agroforestales, caracterización de sistemas agroforestales, Noxtepec, Toluca, periurbano Toluca, terrazas, huertos, sistemas áridos y semiáridos, sistemas agrosilvopastoriles, Agroforestería, agroforestry, además de los sistemas de roza, tumba y quema.

## 2.) Acercamiento a la comunidad

Después de la búsqueda bibliográfica, se continuo con un acercamiento con las autoridades comunales de la localidad, este se realizó en el periodo de septiembre-octubre del 2018. Se entregó un oficio solicitando el permiso para poder trabajar dentro de la comunidad. Las autoridades en ese momento Raúl Mora primer delegado y Ángel Gorostieta segundo delegado, se mostraron accesibles a realizar el estudio dentro de la comunidad de Noxtepec. Además, se presentó al equipo de trabajo, los objetivos de la investigación y el lugar donde se llevaría a cabo la recopilación de los datos.



Figura 4. Marcelo Mora hermano del delegado que nos apoyó en el primer acercamiento y nos permitió el acceso a su parcela donde siembran maíz (Foto: Alexis Rivero).

Posterior a esto se realizó otra visita para presentarnos a las nuevas autoridades que cambiaron en el año 2019, el nuevo delegado Rogelio Sotelo se mostró de igual forma abierto a la posibilidad de que pudiéramos trabajar en el poblado y se llevó a cabo la misma secuencia de presentación con el equipo, objetivos y los lugares a visitar, con el objeto de fortalecer

relaciones de confianza y de una forma más segura, permitiendo obtener datos y posibles actores que estuvieran involucrados o interesados en colaborar con el tema a estudiar. Así mismo se acordó regresar a la comunidad para mostrar la información que se recopiló con fines éticos y de réplica para los habitantes de Noxtepec.

### **3.) Transectos participativos agroforestales y bioculturales**

Una vez obtenido el permiso de la comunidad, se realizaron tres transectos participativos, también llamadas caminatas o diagramas de corte, los cuales tuvieron como objetivo recopilar información de las distintas áreas (topográficas) y aspectos biofísicos de las mismas como: pendiente, altitud, características del suelo, cuerpos de agua, cobertura vegetal ya sea de cultivo, bosque o algún otro tipo, presencia de fauna, entre otros, así como usos potenciales, usos actuales, problemas asociados, actores presentes en distintos espacios (a quién pertenecen estos espacios) e historia relacionada con el uso de suelo (Geilfus, 2002). Con esto, también pudimos tener un primer acercamiento a la diversidad de sistemas agrícolas, algunos de ellos bajo manejo agroforestal.

Siguiendo la metodología participativa de Geilfus (2002), se diseñaron rutas con ayuda de actores clave previamente ubicados y en algunos casos con autoridades, buscando abarcar la mayor cantidad de cambios presentes en la comunidad (Figura 5), se tomaron en cuenta los terrenos a los cuales podíamos acceder, y algunos puntos a distintas escalas altitudinales (entre los 1800 msnm y los 2500 msnm), para trazar transectos más completos. Estos diagramas permiten establecer una o varias formas de manejo agrícola y agroforestal (Moreno-Calles *et. al.* 2010, 2016). Durante las caminatas se realizaron descripciones a detalle de los espacios, las características, la antigüedad y el tamaño de las parcelas que nos llamaban la atención, ya fuera por las especies que observábamos o las practicas

agroforestales que podíamos observar. Mediante GPS (marca Garmin modelo ETrex X10 Datum WGS84), se llevaron a cabo las caminatas con los actores clave Marcelo Mora (Figura 4) y Misael Gutiérrez, quienes nos acompañaron para realizar los transectos participativos dentro del poblado.

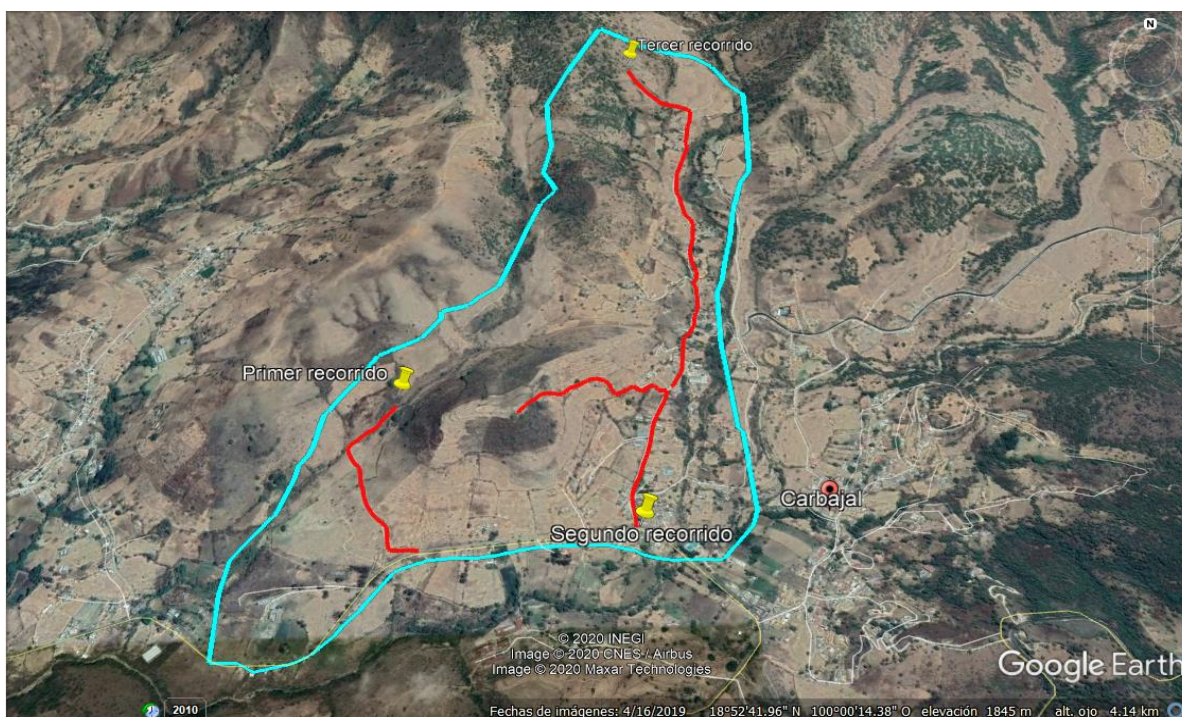


Figura 5. Imagen satelital del poblado de Noxtepec, donde se observan los recorridos a lo largo de poblado en color rojo. Territorio de la comunidad de Noxtepec delimitado por el polígono en color turquesa (Tomada de Google Earth, 2019).

Los transectos participativos permitieron identificar cambios en las parcelas a distintas altitudes, tales como: composición, tamaño, diversidad, suelos, etc., además de actores clave que permitieron elaborar los diagramas donde se observan las especies vegetales que se encuentran a distintas escalas latitudinales, cambios en el suelo y algunas prácticas que se usan para las actividades agrícolas.



Durante las caminatas se realizaron colectas, una de ellas se realizó en el paraje “la corona”, que es una parcela a la cual se nos dio acceso para poder llevar a cabo muestreos simples, transectos y recolectar algunas especies. Se seleccionaron especies forestales que tenían alguna función en el espacio, después se eligieron dos individuos para tener una réplica y se prensaron, todo esto con su respectivo etiquetado (colector, fecha, nombre científico o morfotipo) (Figura 6). Esto se llevó a cabo en este lugar porque se nos otorgó el permiso para actuar con libertad, así como el hecho de que se encontraba presente una de las especies que no era sencilla de muestrear en otros puntos.



Figura 6. Muestreo de vegetación en el paraje la “corona” donde se puede observar la adecuada colocación del ejemplar.

#### **4.) Entrevistas a actores clave y manejadores agroforestales**

Derivado de los transectos o cortes de la vegetación se identificaron actores clave y manejadores, a partir de la metodología de “bola de nieve”, siempre tomando en cuenta la disposición de tiempo de las personas, se entrevistó a 30 personas (28 hombres y 2 mujeres) con un promedio de edad de 52 años (rango de 30 a 84 años), todos agricultores y comuneros, a las cuales se les realizó una entrevista semiestructurada (Figura 7) (Gaitán *et al.*, 2001; Moreno-Calles *et al.*, 2010).

Las entrevistas se llevaron a cabo entre durante los meses de marzo y abril del 2018 y de octubre a noviembre de 2019, se grabó con permiso de la mayoría de los entrevistados y se transcribieron para después ser organizadas y codificadas con el programa de análisis de información cualitativa (Atlas.ti 8.4).

La entrevista tenía como objetivo encontrar información sobre la vida general de las personas como datos importantes de los hogares y parcelas agrícolas, algunos motivos de los campesinos para promover prácticas de mantenimiento de la vegetación en parcelas agrícolas, así mismo, procesos colectivos que influyen en el mantenimiento de la vegetación en parcelas agrícolas, también los beneficios del uso de plantas y algunas técnicas de gestión. Por lo que se dividió en 11 ejes categorizados: agricultor/manejador, agrobiodiversidad, prácticas agrícolas, importancia económica, forestal-silvestre, prácticas agroforestales, plantas, animales y hongos, prácticas públicas y gobernanza, historicidad y transformación, cambios, acciones y perspectivas, y fenómenos sociales (Ver anexo 1)



Figura 7. Entrevistas que se realizaron en el poblado de Noxtepec; de lado izquierdo con Marcelo Mora en temporada de lluvias, en el lado derecho podemos observar la entrevista con Simón Sotelo en temporada de estiaje; donde se pueden observar las diferencias en el espacio.

##### **5) Caracterización de las milpas o parcelas**

Derivado de los transectos participativos, se eligieron tres parcelas por sus características llamativas para el análisis del estudio, como las interesantes formas de interacción de los elementos presentes, así como la intención por parte de los dueños por cooperar. Las parcelas pertenecientes a Don Natalo, José Gutiérrez y la parcela de la familia Mora, donde se realizaron caminatas nos permitieron determinar la estructura tomando en cuenta: a) elementos domesticados de los espacios productivos, b) elementos silvestres, c) prácticas agroforestales (árboles aislados, barreras vivas, senderos, terrazas, entre otras), d) manejadores (número de personas que trabajan la parcela y algunas características de estos) y e) prácticas de fomento (prácticas de manejo o protección, pero con la intención de fomentar o preservar los componentes agroforestales).

Se enlistaron las características de las parcelas visitadas para determinar cuáles eran los elementos principales, uno de ellos fueron las especies. Se plasmó en un gráfico (anexo 2) las menciones que realizaron por persona sobre los productos que siembran o han llegado a sembrar en algún momento, permitiendo observar cuál es la diversidad de cultivos que existe y ha existido en el poblado. Así mismo, se plasmó en tablas las especies presentes en los distintos sistemas encontrados, la forma biológica y algún uso. Estos elementos permitieron comparar otras parcelas del poblado y determinar cuál es la forma de manejo más habitual dentro de sitio de estudio.

Una vez que se compararon las especies presentes en las parcelas se realizó una identificación mediante fotografías apoyado de asesoría o en compañía de expertos, se determinaron que especies eran para después ser cotejados los nombres correctos con la ayuda de las de bases de datos de Trópicos, Naturalista y de Plants of the World Online (POWO) perteneciente a Royal Botanic Gardens, Kew que son de acceso libre.

#### **6.) Tipología de las parcelas por medio de fotos aéreas**

Por último, durante los recorridos en las parcelas se solicitó permiso para tomar algunas imágenes que plasmaran algunas especies, paisajes y formas de manejo y/o prácticas agroforestales dentro de los espacios productivos. Estas fotografías permitieron identificar el sistema de producción que más abundan en la localidad y el cuál se explica de una forma más detallada en los resultados. Se tomaron cerca de 20 fotografías aéreas y 30 fotografías en dos vuelos mediante un dron DJI Mavic Pro, que se maneja mediante la aplicación DJI Go 4, esto se recopiló en 4 visitas a lo localidad de Noxtepec, aunque algunas imágenes fueron tomadas desde los poblados vecinos: Santa Lucía y Carbajal (Figura 8).





Figura 8. Poblado de Noxtepec, vista desde el poblado vecino de Carbajal, que nos permitió observar las zonas de cultivo y algunas prácticas de manejo agroforestal. Permite observar zonas de cultivo con barreras vivas en la parte central y en la parte superior izquierda.

Las fotografías tanto aéreas como las imágenes que se tomaron del paisaje, se analizaron por separado cotejándolas con los recorridos y la información recopilada, esto se llevó a cabo en cooperación de la doctora Ana Isabel Moreno Calles y la maestra Alexis Daniela Rivero Romero, con el objetivo de observar prácticas en las parcelas, zonas donde se llevará a cabo algún manejo del espacio o zonas forestales que permitieran conocer de una manera más completa al poblado.

## ***V. Resultados***

### **La comunidad de Noxtepec, sus montes, agricultura y su comunidad**

La comunidad rural de Noxtepec es una localidad pequeña que subsiste a partir del autoconsumo de los productos agrícolas y pecuarios. Los núcleos familiares comúnmente cuentan con número de 15 integrantes en promedio. Los pobladores que se dedican a las actividades primarias como modo de subsistencia, van desde los 30 a los 85 años, los cuales comienzan a llevar a cabo estas actividades desde los 10 años (Figura 9). Una gran parte de sus habitantes combinan actividades del campo con otros oficios como son la ganadería de compra y venta, trabajo remunerado en el campo (peones), maestros, albañiles, pequeños negocios y la industria musical, ya que varios habitantes forman parte de grupos musicales.

El tamaño promedio de parcelas sembradas por hogar es de dos hectáreas, aunque hay quienes siembran menos o quienes buscan rentar terrenos para sembrar más, ya que no les alcanza el espacio con el que cuenta, pero la mayoría de las personas siembra espacios propios.



Figura 9. La población de Noxtepec comienza a realizar agricultura a temprana edad y pueden llegar a realizarla por largo tiempo como el señor Daniel Mora que renta terrenos para seguir sembrando a sus 61 años (Karla Guzmán).

En el poblado existen dos formas de manejo agrícola, de subsistencia que se practica en la época de temporal y algunos casos de agricultura de riego. En la figura 10 se observa en dos tonalidades al total de los entrevistados, donde se plasma en color naranja a los campesinos que hablan sobre la cuestión de solo poder sustentar su producción a base de las aguas que se presentan en la época de lluvias, pero existe un porcentaje menor que es presentado en color azul que son los campesinos que implementan riego que producen calabaza y también producen maíz, ajo (*Allium sativum* L.), flor de terciopelo (*Celosia argénte*a L.), entre otras. Cabe resaltar que las personas que llegan a establecer sistemas de riego llevan a cabo al mismo tiempo una agricultura de temporal.

La producción que se desarrolla para estas formas de manejo se centra en el cultivo de maíz, pero también hay casos donde se produce frijol y calabaza, en los cuales se “echan unas

matas” y se lleva a cabo la asociación de estos cultivos, pero esto es cada vez menos común. Con respecto a esto, los entrevistados mencionaron que el agua no es suficiente para las calabazas y el uso de agroquímicos no permite el crecimiento de las matas de frijol, como menciona el señor Ignacio Herrera:

*“Por eso ya no se siembra de riego, porque no tenemos agua...” (octubre de 2019)*

A través de los distintos sistemas de manejo se pudieron recopilar testimonios de personas que cuentan que las formas de manejo existentes les han permitido a lo largo de tiempo sembrar una diversidad de productos como lo menciona el señor Daniel Mora:

*“Mira yo aquí le he echado: ajo, le echado cebolla, le he echado maíz, [chícharo], avena, a este todo eso le he echado, frijol, tomate, fresa, aquí le he echado. De hecho, el año pasado teníamos ¿no? [el año pasado se sembró fresa] El año pasado teníamos fresa como este tiempo estábamos sacando, aquí se da todo, melón también se da, pero hay que trabajar, sino trabajas la tierra no te da.” (julio de 2018)*

Se documentaron durante las entrevistas cerca de nueve productos diversos que se han llegado a incorporar en la rotación de cultivos que ya incluye al maíz, el frijol y la calabaza. Esto ocurre en distintas temporalidades y dependiendo los recursos presentes dentro del poblado, entre los productos agrícolas que mencionaron las personas encontramos: ajo (*Allium sativum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), avena (*Avena sativa* L.), fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), chícharo (*Pisum sativum* L.) y chilacayota (*Cucurbita ficifolia* Bouché).

Todas las especies manejadas antes mencionadas junto con las encontradas en los sistemas agroforestales fueron documentadas, se enlistaron y se graficaron según el número de veces que fueron mencionadas por los campesinos durante las entrevistas, siendo la más mencionadas el maíz (30), la calabaza (14) y el frijol (13), debido a que son los productos que más importancia tienen para la cosecha (ver anexo2).

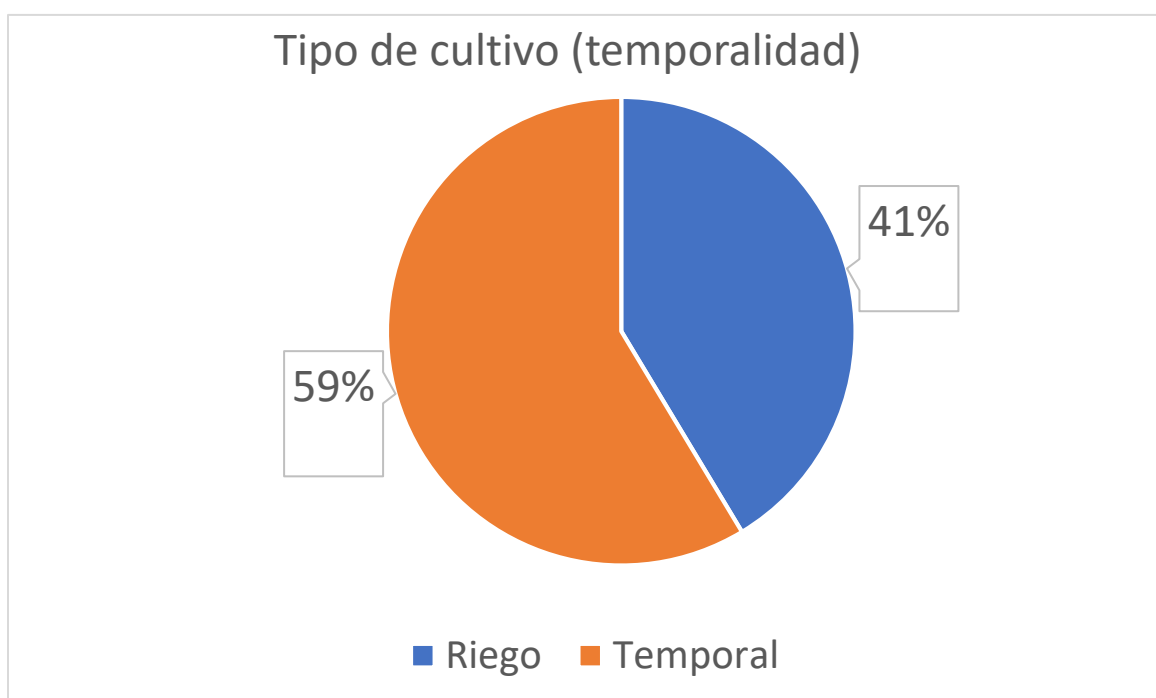


Figura 10. Porcentaje del total de los entrevistados (30) para conocer el tipo de agricultura que desarrollan los pobladores de Noxtepec.

El maíz que se siembra en los sistemas del poblado presenta una mazorca roja de olote rojo con granos blancos (Figura 11, a) la cual se conoce solo como maíz criollo por los habitantes. De éstas se eligen las mazorcas más grandes y las más “floridas” que son las que más granos presentan, se seleccionan los granos centrales que son los mejores, para que posteriormente se desgranen y se guarden; el siguiente año éstas semillas serán sembradas de nueva cuenta en el siguiente ciclo agrícola. Las mazorcas que no cuenten con estas características se

separan para amarrarse y secarse, se guardan y se van proporcionando para autoconsumo o alimentación del ganado. Es de vital importancia el manejo de las semillas, ya que éstas permiten año con año solventar la alimentación humana y del ganado, comprar no es una buena opción por los altos costos del forraje.

Dentro de las necesidades básicas del campo se encuentra la medición de los terrenos, esto es importante para los pobladores porque al ser terrenos comunales evita problemáticas al interior de la comunidad, tanto para posibles ventas de terrenos o papeles notariales. Medir los terrenos desde hace mucho ha sido difícil pues no se cuenta con las herramientas necesarias para ello, por lo cual se hace uso de los “cuartillos”, que son pequeñas medidas establecidas por la población, un cuartillo es un cajón de madera al cual le cabe aproximadamente un kilo y medio de semilla (Figura 11, b). Las siembras suelen emplear entre quince y dieciséis cuartillos, que son aproximadamente una hectárea, por otro lado, una carga de maíz es cerca de cien cuartillos, esto es lo que las personas mencionan pueden llegar a recoger, aunque antes ese volumen era mayor pues se llegaban a recoger de tres hasta quince cargas.





Figura 11. a) Muestra de una mazorca de las que selecciona, b) Cuartillo (Autoría propia)

En el poblado de Noxtepec existen distintas formas de manejo, algunas referidas al descanso de los terrenos y las cuales varían según el sistema establecido, la disposición de terrenos, los manejadores, entre otros factores. Se pueden dejar descansar por un lapso mínimo de seis meses, pero hay quienes lo dejan descansar uno, tres, cinco, diez o hasta treinta años. Los agricultores mencionan que las tierras están cansadas por tantos químicos que se han agregado, por lo que el descanso y una correcta retribución de nutrientes mediante la inclusión de abonos es necesaria para obtener una buena cosecha. Los pobladores mencionaron que los abonos a base de estiércol antes eran suficientes para poder obtener buenas cosechas, pero por los cambios en las temporalidades, las plagas, los suelos cansados entre otras causas; la inclusión de la “lama”, que son desechos de los animales, ya no es

suficiente, por lo que desde hace mucho la inclusión de agroquímicos es necesaria para recoger una buena cosecha sin llegar a tener pérdidas.

La mayoría de las personas en el poblado han aprendido las técnicas y prácticas de manejo dentro del campo, que les enseñaron sus padres, madres, abuelos y tíos. Usar una yunta, que significa mover o aflojar la tierra mediante tracción animal; barbechar que se define como arar la tierra, pero mediante la acción humana; surcar que es aquella actividad de formar pequeños linderos donde se sembrará la semilla de maíz y echar corriente o echar montón que es cuando se coloca un montón de tierra al pie de la “patita del maíz”, es decir, en la base de la vara del maíz. Son prácticas que se han ido dejando atrás, aunque todos los agricultores comentan que tienen la capacidad de realizarlo como lo hacían antes, sin embargo, por falta de tiempo se han ido acostumbrando a realizar estas nuevas prácticas y así limpiar los terrenos mediante productos químicos para que se siembre y dar pie a la fertilización, al uso de herbicidas, evitando el crecimiento de pastos alrededor o el llamado “bosque”, como se le conoce en la comunidad, buscando que no afecte el desarrollo de la mata de maíz, para posteriormente cosechar y obtener el producto.





Figura 12. Recorrido en el terreno de Doña Euleuteria habitante en la parte alta del poblado. (Karla Guzmán).

Existen algunas problemáticas que se pudieron ubicar dentro del poblado algunas asociadas al acceso y disponibilidad de agua, tanto la que se obtiene por medios propios a través de mangueras colocadas directamente en el río, como la que la comunidad obtiene de mantos y que se considera potable. La primera es sobreexplotada por los habitantes del poblado para uso del hogar, para darle a los animales, por lo que es muy importante para lo que los habitantes del poblado y esto genera que mediante los medios que se puedan se colocan mangueras en el cuerpo de agua para poder abastecerse. La red de distribución de agua potable abastece a todos los comuneros cuenta con una organización establecida que la distribuye, aunque de una manera ineficiente; ya que solo es aprovechada por una cierta cantidad de pobladores, puesto que no existe infraestructura eficiente y suficiente que permitan abastecer a todos de esta agua y algunas veces es desperdiciada, ya que las personas que tienen un mejor acceso, y por ende un mayor volumen, no tienen un depósito para guardarla, por lo que la dejan correr sin darle un uso.

Existen factores de corte ecológico que están presentes en los sistemas agrícolas de la comunidad y que juegan un papel importante en su configuración. Existen animales que pueden afectar grandes extensiones de terreno sin beneficio algunos por lo cual los seres humanos los consideramos: plagas. Las plagas suelen afectar en su mayoría a los cultivos y las más mencionadas por los habitantes fueron: el “nextecuil” o la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), pero también se documentaron a la hormiga roja (*Formica rufa* L.), a la tijerilla (*Dermaptera* spp.) y la Langosta (*Taeniopoda* spp.), aunque se mencionaron algunas otras en menor medida como “el soldado”, “la oruga”, o algún tipo de araña (figura 13). Así mismo existen especies fúngicas que afectan en específico árboles frutales que se pueden encontrar en los huertos o las parcelas, estos hongos son conocidos como “la sarna”. No hay formas conocidas por los pobladores para poder combatir certeramente esta plaga que “envenena” y mata los árboles, aunque algunas veces aclarean y cortan las ramas enfermas con esperanza de que la enfermedad no se expanda.

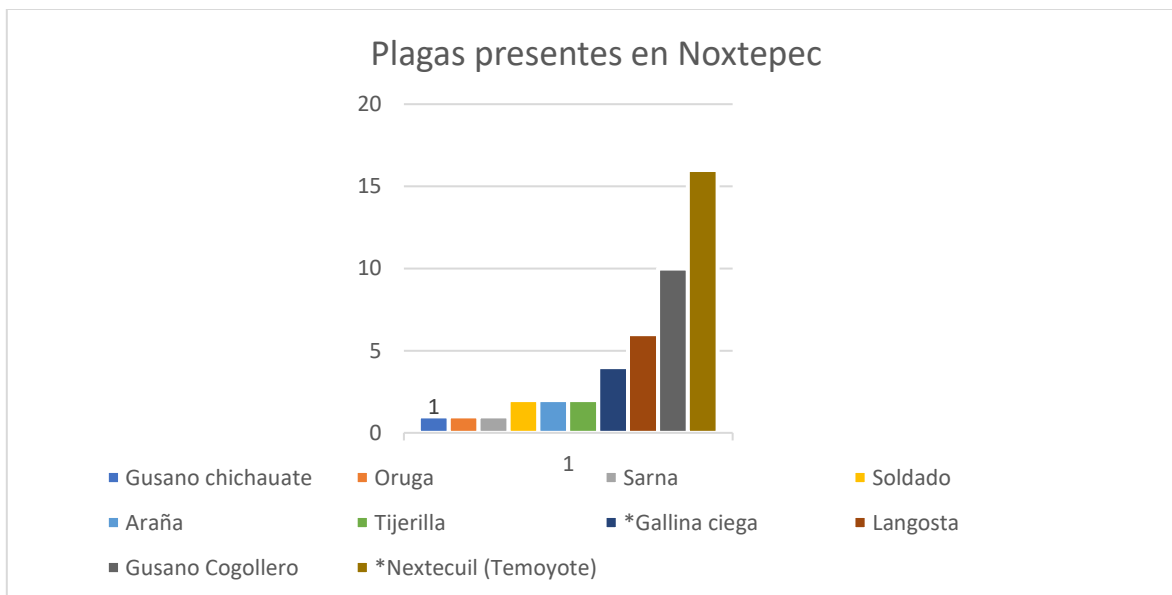


Figura 13. Plagas mencionadas por los pobladores de Noxtepec, donde las especies con una marca representan a la misma pero mencionadas con distintos nombres (Elaboración propia).

También se puede encontrar fauna de mayor tamaño que suele habitar en el monte, y que ocasionalmente afecta los cultivos presentes en las parcelas y algunos árboles frutales. Especies diversas de pájaros que no se pudieron identificar con un nombre común, lagartijas, liebres, conejos (*Lagomorpha* Brandt) y el cuinique (*Notocitellus adocetus* Merriam), son algunos de los que afectan al inicio de la siembra, ya que cavan para comer la semilla. Mientras que en el desarrollo de la planta de maíz, el tejón o coatí (*Nasua narica* L.), el armadillo (*Dasypus novemcinctus* L.), y los perros domésticos (*Canis familiaris*) son algunos de los animales que dañan las plantas cuando ya están crecidas o cuando ya están más grandes, a tal punto que tumban las milpas como se le conoce comúnmente a las parcelas que maíz en la comunidad, pero, aunque es molesto para las personas, es muy difícil combatirlos porque son animales silvestres (a excepción de los perros domésticos). Estos animales, en su mayoría nocturnos y son difíciles de observar. Frente esto se llegan a aplicar venenos para eliminar ratas o animales parecidos, aunque no existe uno específico, también puede llegar a colocarse espantapájaros o hacer uso de sus perros domésticos para combatir este tipo de fauna; esto se realiza amarrando a los caninos a las cercas para ahuyentar a los animales silvestres. Habitantes como el señor Marcelino Mora considera que no deben de combatir estas especies pues tienen derechos y necesidades:

*“...no podemos atender con ellos porque son animalitos silvestres, también están buscando la vida, ¿no? Que a lo mejor vamos a que a destruirlo o matarlo. Pues ellos también tienen la necesidad, mejor vamos y resembramos de una vez y ya que está la milpita por aquí ya se va dando y ya se ve parejita igual. Aunque después con el abono, le echamos más abono y se nivela”. (julio de 2018)*

Por otro lado, cierto tipo de fauna cobra relevancia para las actividades agrícolas ya que pueden ser utilizados como “indicadores” del tiempo y clima. Estos animales son reconocidos

por los campesinos y utilizados como una señal que les permiten saber cuándo se acercan las lluvias. Por ejemplo, las arañas de seda dorada (*Trichonephila clavipes*, L.) que habitan en árboles y partes altas, las cuales comienzan su anidación con la intención de aparearse al inicio de la temporada de lluvias, es en ese momento cuando se puede observar una mayor cantidad de actividad de estos arácnidos, los campesinos saben que si comienzan a detectarlas es el momento de empezar a limpiar sus terrenos. Otro insecto indicador son las cigarras (*Cicadoidea* sp.), las cuales son notorias por emitir un sonido sumamente característico como un canto rechinante que se convierte en un zumbido constante; algunos otros como las tórtolas (*Columbiformes* sp.) o las luciérnagas (*Lampyridae* sp.) suelen ser más difíciles de observar, pero cuando comienza a haber avistamientos, es un aviso que les da certeza a los pobladores de que comenzará a llover.

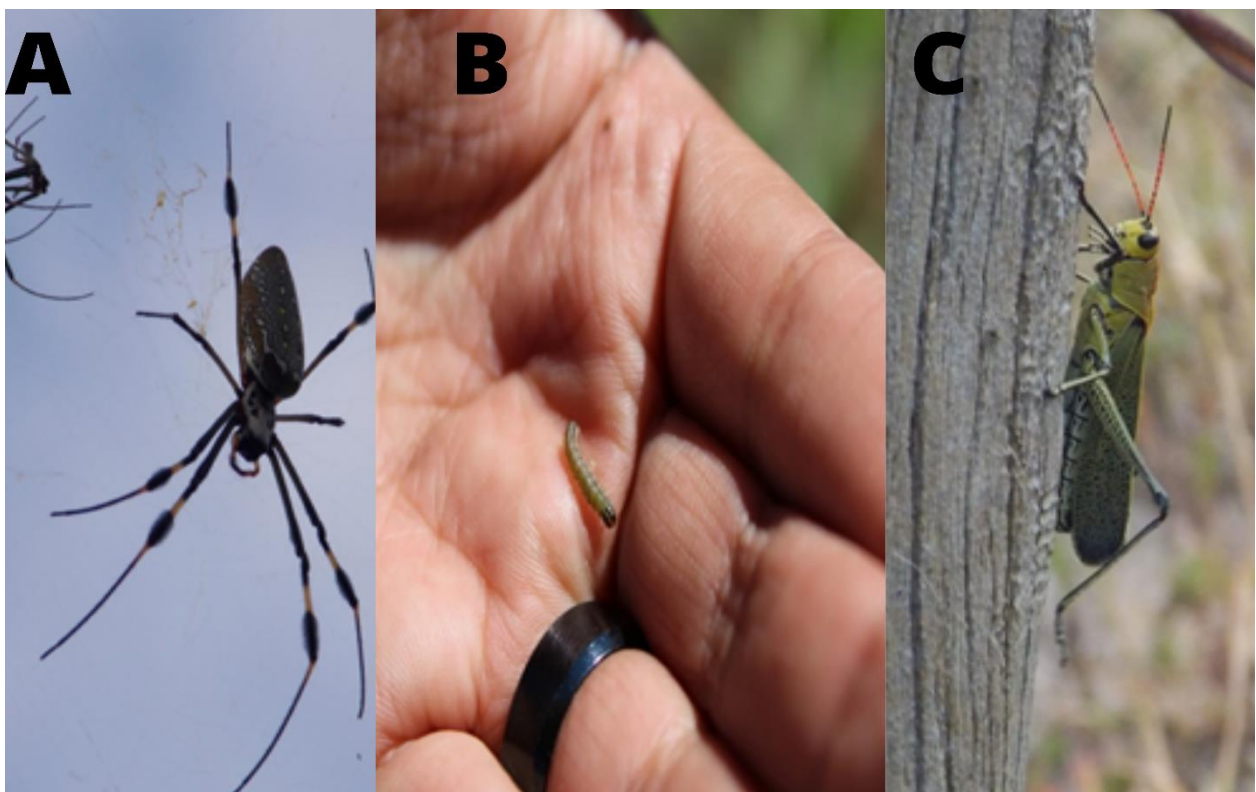


Figura 14. A) Se observa una araña indicadora, B) El gusano cogollero C) La langosta

En casi todos los sistemas, el manejo de ganado es habitual, ya sea bovino, caprino, ovino, porcino, aves de corral o equino. Este tiene una relación muy estrecha con los habitantes del poblado ya que según lo que nos comentan, el ganado significa para ellos un “seguro” que les permite salir adelante durante un acontecimiento extraordinario, como una enfermedad que requiere de recursos económicos o alguna festividad como un apadrinamiento, por ejemplo. Por eso también se entiende que, al destinar la mayoría de las cosechas para el consumo de la familia y la alimentación del ganado, no existan excedentes que se puedan utilizar para vender, ni generar un ingreso económico extra.

La población entrevistada mencionó que, aunque ya no se llevan a cabo, antes había prácticas religiosas, por ejemplo, cuando se sacaba al santo de la comunidad al cerro, donde se encuentra una cruz (Figura 14), ahí se le hacía una pequeña ofrenda y una misa. Esta ofrenda consistía en ofrecer productos del campo que ellos sembraban, con el fin de obtener una buena cosecha y que cayeran lluvias abundantes, que permitieran obtener una gran cantidad de maíz o el producto sembrado, sin embargo, este tipo de acciones se han ido abandonando. Algunos se encomiendan, rezan o hasta realizan misas de manera individual y familiar, pero ya no hay actos comunales, aunque nadie pudo responder el porqué de esto.



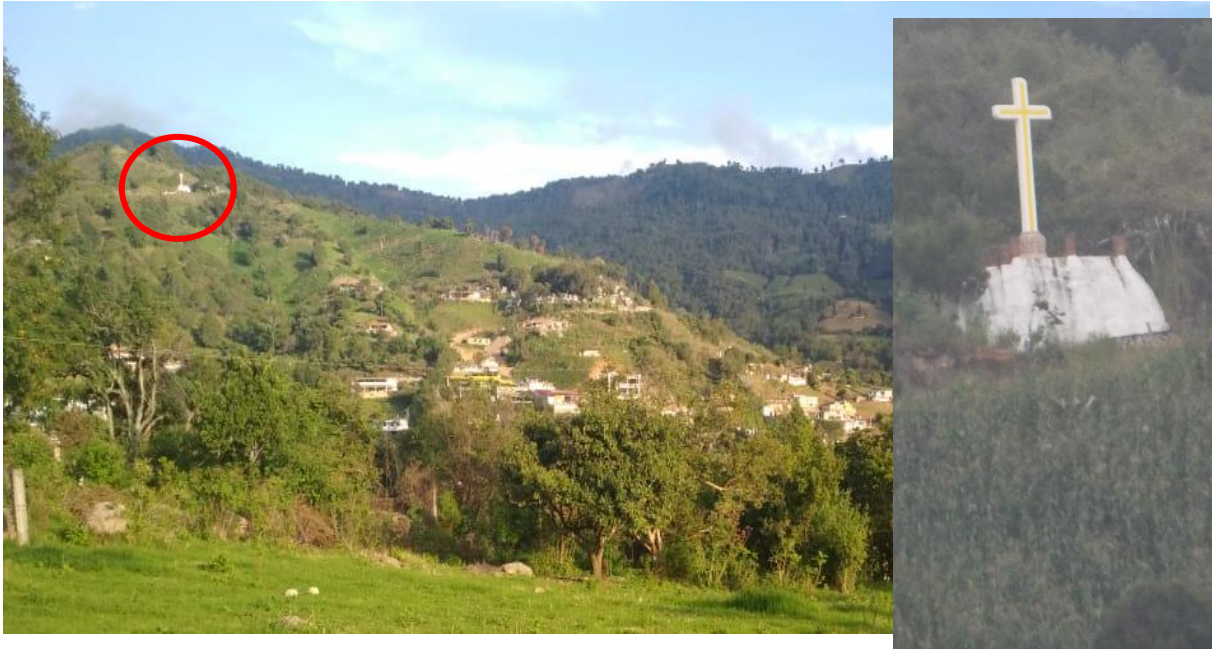


Figura 15. Fotografía panorámica, que permite ver la cruz (círculo rojo) donde se hacían los rituales con el santo del poblado pidiendo una buena cosecha.

Una de las festividades más importantes en la zona y en el poblado es el día de muertos, en la cual, a las personas que fallecieron a lo largo del año se les hace un altar con los alimentos que más les gustaba comer en vida (Figura 15). Al ser el primer regreso al mundo de los vivos, las personas del poblado y poblados vecinos ofrecen un cirio para que su retorno sea más iluminado, por lo que, en agradecimiento, los familiares ofrecen de comer y de beber a todos los familiares de la persona que llevo el cirio. Anteriormente la cosecha se lograba recoger para estas fechas que son los primeros días del mes de Noviembre, por lo que era común observar maíces en los altares, pero el cambio en las temporalidades ya no lo permite porque las lluvias no son tan abundantes y empiezan mucho tiempo después, por lo que el producto del maíz se recoge en diciembre o enero si es el caso. Como se menciona los productos agrícolas se colocaban a modo de ofrenda para mostrar que fue un buen año de cosecha a pesar de la pérdida del familiar; además de que en estos días las actividades del

campo en el poblado se detienen, para la entrega de las “ceras”, como se les conoce a los cirios en la comunidad, ya que es una festividad que hace que los poblados se acompañen.



Figura 16. Altares de las “Velas Nuevas” en el poblado de Noxtepec.

## Sistemas agroforestales

Los tipos de sistemas agroforestales que se lograron ubicar fueron cinco, los cuales tienen diferencias en las especies que los componen, las prácticas de manejo que reciben y las distintas prácticas agroforestales (tabla 1):

**Monte/cerro:** este sistema se encontró a una altitud que va desde los 1900 hasta los 2500 msnm, es uno de los sistemas que se encuentran a mayor altitud más en la comunidad, donde se presentan suelos poco profundos y sumamente rocosos. Se pueden observar especies vegetales, hay pastizales, cactáceas, algunas hierbas, flores y en partes más altas hay pinos



(*Pinus* spp.) y encinos (*Quercus* spp.) primordialmente. Usado la mayoría de las veces como agostadero para el pastoreo de los animales, se encuentran alejados de los hogares y son manejadas tanto por los pobladores adultos como por los menores que tienen como responsabilidad el cuidado del ganado.

En estos espacios podemos observar practicas agroforestales como arboles aislados (figura 17) que son usados primordialmente para el descanso de los manejadores que pastorean al ganado, al mismo tiempo podemos observar manchones de vegetaciones que son pequeñas áreas donde se tolera el crecimiento de vegetación natural principalmente en áreas de difícil acceso, siempre y cuando no estorbe al elemento domesticado.



Figura 17. Árbol aislado en un sistema de monte que permite a los campesinos refugiarse después de un día de trabajo.



La mayoría de las habitantes de la comunidad cuenta con algunos animales de ganado, pero el número de animales de granja es variable en cada predio, esto depende del acceso a terrenos con los que cuentan ya que, aunque aún existen terrenos comunales en los cerros, no alcanzan para todos, por lo cual no se puede tener un gran volumen de animales, por los costos que implica alimentarlos.



Figura 18. La zona de monte/cerro es comunal, de acceso libre, por lo que es habitual ver a las personas llevar ganado a pastar, como se observan en la imagen donde se ven caballos alimentándose.

**Sistema de laja.** Es un espacio productivo que se encuentra en la parte alta del poblado entre los 1800 a los 2300 msnm. Al igual que en el sistema anterior encontramos suelos poco profundos donde se fomenta principalmente la interacción de especies forestales con maíz, por lo que es común ver pinos o encinos y algunos guajes.

Dentro de estos sistemas suele llevarse a cabo el uso de especies como el pino y el guaje, también conocido con el nombre de Huaxim, estos son empleados como cercas o usados

como pilares que son los postes que sostienen los alambrados usados en la delimitación de los terrenos por lo que podría considerarse como una práctica agroforestal, ya que su manejo tiene la intención de manejarlos, fomentarlos y cuando alcanzan una altura y grosor suficiente se pueden cortar para usarlos, una vez que estos se necesiten, para los campos agrícolas.

Ya que los terrenos de este tipo ya cuentan con cercado, solo los productores tienen acceso a estos espacios por lo que son los encargados de la limpieza y manejo de estos sistemas. Estos sistemas se reconocen como de los más antiguos en la región.

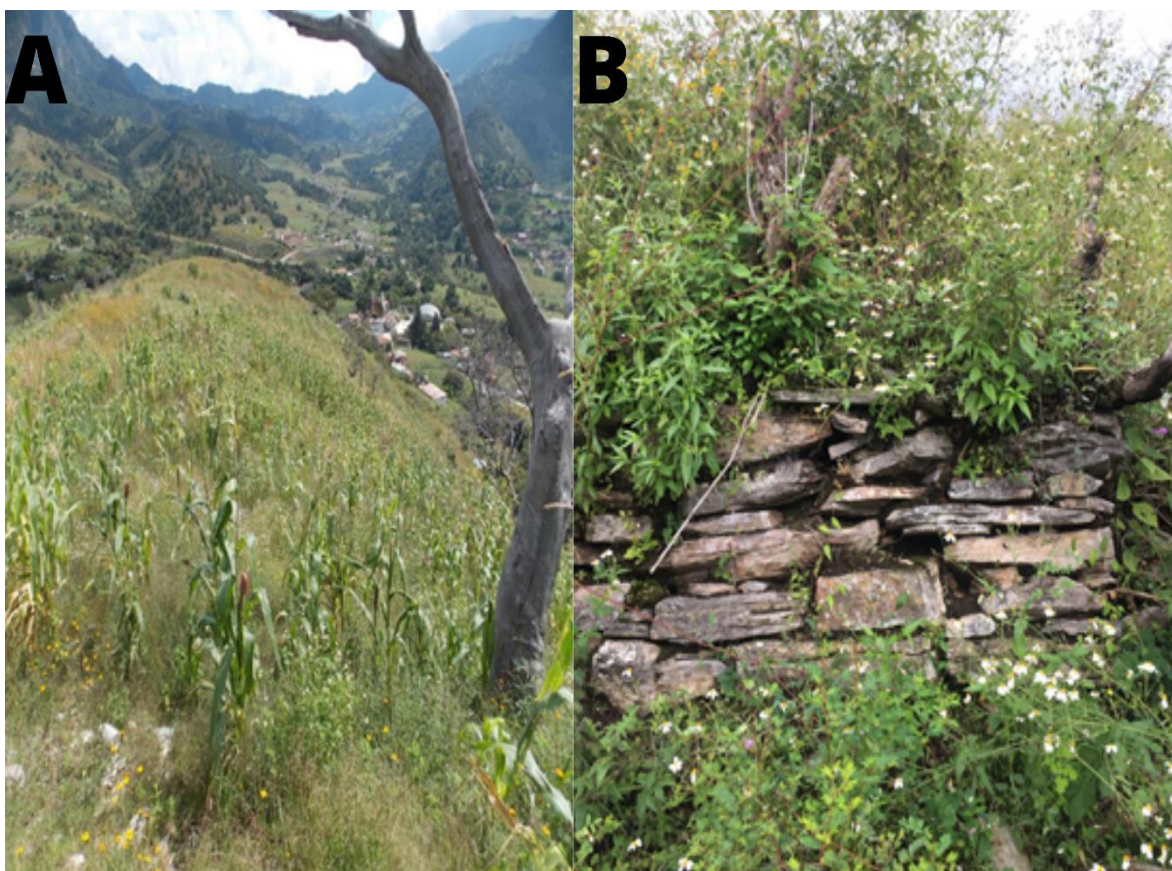


Figura 19. A) Maíz en una parcela de laja. B) Terraza que pudo haber sido utilizada para manejar estos sistemas

Los sistemas de laja cuentan con la peculiaridad de contar con un gran volumen de piedras “planas” que en algún momento fueron colocadas a manera de terrazas (Figura 20, b), las

cuales tienen la tarea de retener el suelo y la humedad con el objetivo de contrarrestar la falta de fertilidad y la poca permeabilidad de los suelos. Al mismo tiempo en estos espacios es común el uso de productos químicos tanto para limpieza, protección y fertilización como son: herbicidas, fumigantes que atacan al “bosque” que son herbáceas y pastos, además de pesticidas para las plagas presentes en la zona como son: nextecuil, el gusano cogollero, la langosta, la hormiga roja y las tijerillas.

Al encontrarse lejos de los hogares, contar con pocos nutrientes y suelos delgados, si los pobladores que manejan este tipo de sistemas no cuentan con los recursos económicos para comprar todos los agroquímicos antes mencionados prefieren dejarlos descansar, esperando que los mismos terrenos se recuperen para la ocasión en que puedan solventar los gastos y les permita sembrar.

**Sistema ribereño:** Este sistema de producción encuentra a pie de río por lo que se puede establecer a distintas altitudes desde los 1600 msnm, que son los puntos más bajos y hasta los 2300 msnm que son las partes más altas del pueblo. Este sistema es utilizado como un espacio productivo que asocia especies de galería con productos agrícolas como el maíz (*Zea mays*, L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L) o chilacayota (*Cucurbita ficifolia*, Bouché). Al ser establecidos estos sistemas cerca de un cuerpo de agua pueden también desarrollarse especies frutales que son regadas durante gran parte del año, donde es normal ver especies como: plátanos (*Musa* spp.), guayabos (*Psidium guajava*, L.), limones (*Citrus* spp.), y otras especies como café (*Coffea arabica* L.), papaya (*Carica papaya* L.), etc. Por último, la naranja (*Citrus aurantium* L.), el aguacate (*Persea americana* Mill.) y el chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) fueron especies que se mencionaron en más ocasiones dentro de las especies reproducidas o introducidas con fines de aprovechamiento (Ver anexo 2).



En estos sistemas agroforestales es común observar manchones de vegetación que son aquellos espacios donde se toleran especies debido a su difícil acceso como son los riscos a los costados del río, así mismo podemos observar algunas islas de vegetación de especies nativas que sirven para alimentar polinizadores y algunas cercas vivas para la protección de los espacios donde se cultivan las especies domesticadas.



Figura 20. Sistema de producción agroforestal a pie de río de Don Natalo.

**Parcela/milpa en plan:** Los sistemas de este tipo no tienen una altura determinada ya que se pueden encontrar a lo largo del poblado, con la única condicionante de que el terreno donde se establece no cuente con grandes pendientes o fallas que dificulten la siembra.

Está destinada a la producción de maíz, en algunos casos calabaza y en otros más escasos, frijol. Esta producción que es primordialmente de subsistencia emplea insumos de índole químico (pesticidas, herbicidas, plaguicidas). Es una zona que puede o no estar cerca de los hogares y dependiendo en donde se establezca es quien principalmente lo maneje, ya que la cercanía con los hogares determina si los miembros más jóvenes de la familia se involucren o no.

Aunque es una zona destinada en su totalidad para la actividad de manejo de especies domesticadas, también se pueden observar especies nativas no domesticadas, como pinos, encinos, huizaches (*Acacia* sp.), colorines (*Erythrina americana* Mill.) y otras especies arbóreas, las cuales son promovidas y manejadas mediante aclareos o cortes y algunas veces fertilizadas con lama al inicio de las siembras.

El manejo de las especies perennes es frecuente, ya que funcionan como cercos vivos, aunque en algunas ocasiones, si es el caso, son taladas para usarse como postes permitiendo así la delimitación de los terrenos, también se pueden observar algunas herbáceas y cactáceas. Los árboles aislados o árboles intersticiales son una práctica común y muy visible en los sistemas agroforestales ya que se hace uso de árboles que se desarrollan muy bien, son fuertes para cumplir con su tarea por mucho tiempo y son de rápido crecimiento, por lo que se promueve el manejo de especies como son las “saibas”, como se les llama en la comunidad refiriéndose a los ficus, los pinos o las higueras (Figura 21). Los árboles aislados cumplen una tarea esencial dentro los campos en Noxtepec ya que proveen de sombra a animales y productores, por lo que son manejados y promovidos para que las copas les permitan cubrirse de los rayos de sol durante las jornadas de trabajo.



Figura 21. Práctica agroforestal de un árbol aislado en medio de la parcela de don Ángel,

Al igual que en otros sistemas como en la milpa de laja o los sistemas riparios, en la milpa en plan se hace uso de las cercas vivas o cortinas rompevientos (Figura. 22) que en este caso tienen como objetivo proteger al maíz del viento, reteniendo humedad, protegiéndolo de animales silvestres y permitiendo que se desarrolle de manera óptima hasta el espigamiento, y su posterior cosecha.





Figura 22. En los recuadros rojos se observan árboles que sirven como cercos vivos que protegen calabazas y maíz.

Para llevar a cabo la limpieza de estos SAF se hace uso de la práctica de roza, tumba y quema; que tiene como objetivo rozar y tumbar todo lo que no permita el crecimiento del maíz como arbustos pequeños, ramas o “bosque”; todo esto con ayuda de pico, machete y barreta; después todo aquel residuo que creció en el tiempo que no se sembró se quema, para tener un terreno “parejo<sup>3</sup>”, donde posteriormente se llevará a cabo la siembra.

Al igual que en el sistema de milpa de laja, la limpieza de las arvenses que crecen en los terrenos al inicio y durante el cultivo del maíz es constante, por lo que se hace uso de productos como gezaprin, hierbamina, faena y gramoxone; cada bote cuesta entre \$160 y \$180, son utilizados cerca de seis botes por aplicación, dos ocasiones durante el ciclo agrícola para 16 cuartillos que representan alrededor de una hectárea y media. El uso de este tipo de productos según

---

<sup>3</sup> El término “parejo” se refiere a la cobertura vegetal ya que estos sistemas principalmente se establecen en espacios donde no hay grandes pendientes.

los habitantes es cada vez más agresivo con las tierras, porque son cada día más concentrados o porque se necesita una cantidad más grande para lograr el cometido, pero es necesario según lo que comentaron, ya que les es difícil limpiar los terrenos a puro machete como lo hacían los “antepasados”. A su vez, consideran es perjudicial para las mismas personas que aplican este tipo de “remedios” porque llegan a afectar su salud, mencionando afectaciones en los pulmones, por ejemplo.



Figura 23. Milpa en plan del señor Daniel Mora.

**Patio o huerto:** Estos sistemas los encontramos entre los 1600 a los 1800 msnm, el sistema de patio se destina principalmente como un reservorio de especies, tanto frutales como ornamentales, donde podemos encontrar especies que se usan para autoconsumo, además de que es un espacio con usos recreativos y estéticos. Hay una gran variedad de especies que son manejadas por los habitantes del hogar, pero propiciada en su mayoría por las mujeres; esta zona está cerca de la casa para tener un mayor control tanto de las plagas como del riego. Podemos encontrar especies frutales como plátano (*Musa* spp.) de distintos tipos, guayaba



(*Psidium guajava* L.), café (*Coffea sp.*), limón (*Citrus* L.), durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), aguacate (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L.), chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), lima (*Citrus sp.*), limón sin semilla (*Cítricos latifolia* (Yu.Tanaka) Yu.Tanaka), ciruelo (*Spondias purpurea* L.), papaya (*Carica papaya* L.), naranja (*Cítricos aurantium* L.), piña (*Ananas* Mill.), nísperos (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), zapote (*Diospyros nigra* (J.F.Gmel.) Perr.) y chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.). También podemos encontrar especies ornamentales como orquídeas o rosas de muerto como se les conoce en la zona (*Laelia autumnalis* (Lex.) Lindl.) la cual está sujeta a protección especial por la NOM 059 y las nochebuenas (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) (ver anexo 5).



Figura 24. Sistema de patio del señor José Gutiérrez en el centro del poblado de Noxtepec.

En este sistema se encontraron barreras rompevientos, prácticas que tiene como objetivo proteger a otros productos, evitando que los vientos afecten, ya sea erosionando los campos, alejando los nutrientes o simplemente afectando su estabilidad. Existen a su vez los cercos vivos que son una especie de barrera, pero que tienen como objetivo la protección contra animales que pudiesen afectar la cosecha (como el ganado), por lo que se emplean especies que cumplan esta tarea de protección, la cual es determinada por el crecimiento de árboles fuertes y posiblemente altos, para que en algún momento puedan ser aprovechados ya sea para usar los troncos como postes o si son frutales, consumir los frutos.



Figura 25. Franja de árboles (izquierda) colocados con el objetivo de proteger el maíz. Esta cerca viva cumple una función de protección tanto para fenómenos físicos como para fauna.

La tabla 2 sintetiza las diferentes características de los sistemas agroforestales estudiados dentro del poblado de Noxtepec, como la zona donde se llevan a cabo, las principales especies empleadas, el método de limpia y las prácticas agroforestales identificadas. Al mismo tiempo se puede observar que dentro del poblado se llevan a cabo múltiples interacciones entre los sistemas como se puede observar en la figura 24 donde interaccionan el sistema de monte,



un sistema de huerto y un sistema de milpa en plan. Estos tres sistemas tienen distintos fines, pero al desarrollarse en un estrato espacial unificado se pueden complementar. En el primer sistema se llevan a cabo actividades de pastoreo, aunque pueden llegarse a establecer sistemas como el de laja con un distinto propósito temporal. El siguiente es un sistema de milpa en plan que se encuentra muy cerca del hogar, el cual interacciona con la zona de patio donde se tienen especies frutales para autoconsumo, por lo que el manejo se vuelve más complejo en cuanto a las dinámicas entre los sistemas, la producción y el manejo por parte del núcleo familiar.

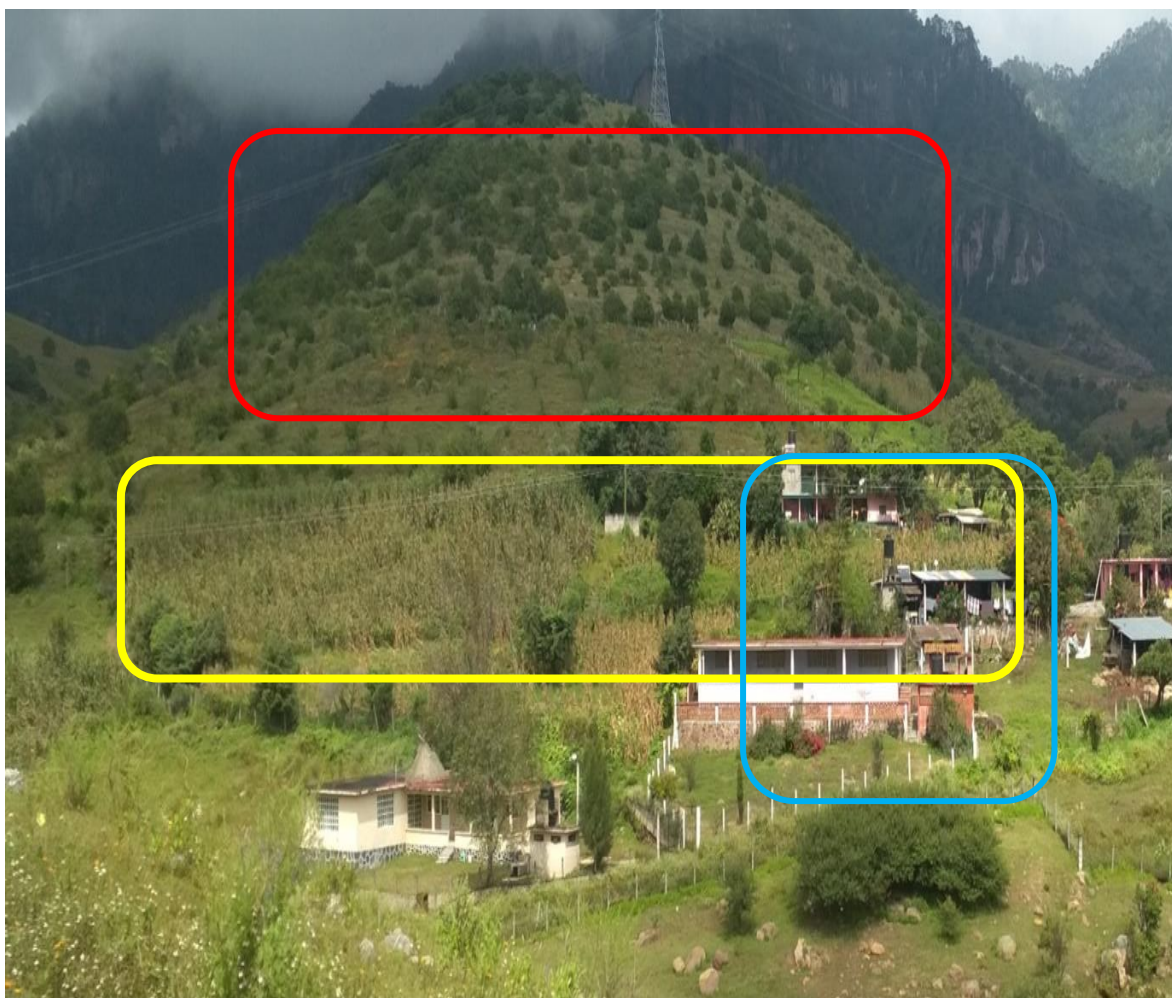


Figura 26. Se pueden observar tres sistemas de manejo resaltados en tres recuadros de tonalidad rojo (monte), amarillo (milpa en plan) y azul (Huerto).

Tabla 2. Características de los sistemas agroforestales de Noxtepec, Estado de México.

Sistemas	Zona de distribución dentro del poblado	Especies principales		Método de limpieza	Prácticas agroforestales
		Leñosas	Cultivos y/o animales		
Monte	Alta y media	Pino, huizache, encinos, hierba del sapo, magueyes, nogales.	Ganado	Pico y machete	Arboles aislados y barreras vivas
Sistema de laja	Alta	Pino, huizaches y "saibas".	Maíz	Pico y machete	Arboles aislados, cortinas rompevientos, manchones de vegetación barbecho, barreras vivas.
Sistema ribereño	Media-alta	Especies de galería, limón y café	Chilacayota, maíz, calabaza y frijol	Pico y machete	Arboles aislados, islas de vegetación, barreras vivas, cortinas rompevientos.
Huerto/patio	No tiene una zona determinada	Guayabo, limón, café, níspero, aguacate, especies ornamentales y medicinales.	Maíz, calabaza y ganado.	Pico y machete	Islas de vegetación, barreras vivas y arboles aislados.
Sistema de milpa en plan	Alta, media y baja	Huizaches, "saibas" y pinos	Maíz y calabaza	Pico, yunta y machete.	Arboles aislados, cortinas rompevientos, barbecho, barreras vivas.

## Relaciones ambientales alrededor de los Sistemas Agroforestales

El diagrama las relaciones ambientales del macrosistema Noxtepec (Fig. 26) expone los flujos ambientales entre los subsistemas, identificados que son: el social, el pecuario, el forestal y el agrícola. Además, muestra las entradas, salidas y relaciones tanto positivas (en color azul) como negativas (en color rojo) que interaccionan con los subsistemas, éstas pueden afectar las dinámicas y el cómo se relacionan al interior y al exterior del macrosistema (marcado en una línea punteada).

Los subsistemas se relacionan entre ellos, fomentando ciertas interacciones, como son las “prácticas agroforestales” que se llevan a cabo entre el subsistema forestal y el subsistema agrícola. Este tipo de relaciones conlleva una cantidad inmensa de beneficios y salidas positivas, por ejemplo: conservación y cuidado de la biodiversidad, reducción de la erosión, conservación del agua y los suelos, aumento de productividad, herramientas para permitir la seguridad alimentaria entre muchas otras. Estas prácticas agroforestales se ven influenciadas al mismo tiempo por el subsistema social debido a que se ejerce un manejo por parte de los pobladores y por entradas externas al sistema como el cambio en las dinámicas climáticas (la lluvia, por ejemplo).

La época de siembra comienza con el inicio de las lluvias, la mayoría de las personas en el poblado practica agricultura de temporal, la cual se presenta desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre o -diciembre y enero, o incluso hasta febrero tomando en cuenta todo el proceso que conlleva desde la limpieza de los terrenos, siembra y cosecha, además deben de tomarse en cuenta si se presentan las lluvias y si son constantes. De acuerdo con la percepción de los entrevistados esta temporada de lluvias se ha ido modificando por múltiples cuestiones principalmente problemas ambientales, ya que antes comenzaba a llover exactamente entre

el 10 y el 15 de mayo, momento en el cual los terrenos ya debían estar limpios y preparados para comenzar a sembrar. Este patrón, se ha ido cambiando paulatinamente y afectando a los pobladores, provocando que en ocasiones se han llegado a perder cosechas por continuar con esta tradición temporal de siembra, cuando la lluvia es cada vez más errática y muchas veces comienza a destiempo. Afectando también a el subsistema pecuario ya que se da un déficit de pastura para alimentar al ganado y de la generación de alimento e ingresos para poder complementar su alimentación, además de asegurar rastrojo para la temporada de secas; como lo mencionan pobladores como don Ignacio Herrera:

*Mira, cómo te decía hace rato, hace un año... no, hace años las lluvias eran más diferentes en el... en lo fuerte caía una tormenta, hoy en día miércoles, pero era una tormenta... ese río bajaba unos piedradones que rodaba, era una tormenta que crecían los ríos, te dejaba cuatro a ocho días y injutaba la tierra, y otra vez así, y ahora yo he notado que al principio no... bueno tiene dos años que ya no ha querido llover... (30 de Octubre de 2019).*

Existen interacciones que se desarrollan entre el subsistema agrícola y el social como son la transmisión de conocimientos, tanto de prácticas, como de tradiciones que se desarrollan en el poblado, formas de manejo y uso de plantas herbáceas, arbustivas y árboles, tanto cultivados como silvestres. El resultado de estas interacciones también se ven influenciadas por fenómenos al interior del macrosistema generando salidas negativas como es la migración o el envejecimiento de la población; esto se explica por el hecho de que la población está constituida en su mayoría por personas mayores las cuales ya no tienen fuerza para trabajar los terrenos de esta manera, por lo que los campesinos optan por vender sus terrenos a personas del poblado o de poblados vecinos ya sea mientras siguen vivos o una vez que fuer heredado los hijos opten por vender, por lo que los terrenos cambian de ser

espacios de producción constante a producción intermitente o cambiar a espacios habitacionales.

Existen salidas negativas dentro del subsistema social, el cual es el fenómeno migratorio, ya que las personas que migran o migraron van perdiendo el apego emocional hacia el poblado y paulatinamente van cambiando de parecer sobre regresar a vivir al poblado, y muchas veces optan por vender sus terrenos, tal como lo atestigua el señor Daniel Mora:

*“Pues hay muchos casos de que se van, por ejemplo, muchos se van por flojitos que no quieren trabajar su tierra, otros se van porque no tienen donde trabajar, no tienen terreno, no tienen parcela pues se van, entonces hay muchas formas de que corra la gente de su lugar, unos dejan sus tierras y se van, por flojos u otros porque no tienen para cultivar porque no es fácil ... me echo una siembra, me voy a dedicar a sembrar, pero para comprar el fertilizante ¿de dónde? Entonces tengo terreno, pero no tengo dinero pa cultivar, entonces muchos por eso se van, hay muchas formas de correr y tienes que correr, la necesidad te obliga a correr porque te vuelvo a repetir muchos tienen la facilidad, tienen dinero, tienen terreno y no trabajan por... se van a disfrutar, otros tienen terreno, pero no tienen dinero para invertir y pues se van, entonces te digo hay muchas formas de correr de tu comunidad”. (Octubre de 2019).*

Debido a esta situación, personas de otros poblados aprovechan para comprar terrenos de Noxtepec, pensando esta compra como una inversión, ya que recientemente se encuentra en constante crecimiento urbano, lo cual está convirtiendo a Noxtepec en una zona dentro de una ruta con mayor afluencia comercial y mayor flujo entre sus poblados vecinos, generando expectativas de mercado y al mismo tiempo de producción de espacios cercanos a sus hogares. Al mismo tiempo el poblado se ha convertido en una zona de mayor afluencia,

transitada por potenciales compradores, generando que la comunidad lleve a cabo cambios de uso de suelo agrícola a urbano.

Al verse rebasado por las formas de manejo ajenas o la pérdida de mano de obra, se hace cada vez más recurrente el uso de insumos químicos para la producción de maíz, la cual cada vez necesita más fertilizantes para volverse redituable en relación con lo invertido y lo que se “recoge”. El ser tan dependiente de este tipo de productos impacta en el rendimiento y deterioro de los espacios productivos ya que suelen ser sumamente agresivos con los suelos que son cada vez más delgados, menos fértiles y rara vez enriquecidos con materia orgánica; los microorganismos presentes en las parcelas y las especies silvestres no manejadas que se desmontan o atacan con herbicidas. Al mismo tiempo puede llegar a ser poco redituable por los altos costos requeridos para comprar lo que se va a sembrar (si es el caso), lo que se invierte en peones, fertilización, y cuidado del maíz, que al final no va acorde con lo que se recupera de la cosecha.

De las interacciones entre el subsistemas social y forestal podemos obtener múltiples beneficios, tales como la producción de leña que se aprovecha para la cocción de alimentos que es una actividad vital; además de proveer de zonas de esparcimiento y recreación ya que las zonas forestales que se conservan (50%) son bastas.

El subsistema forestal es un importante reservorio de especies, esto cuando se manejan árboles en los espacios productivos, ya sea para establecerlos en el cercado de los terrenos o proporcionando sombra a animales y campesinos. Por su parte, el ganado representa una importante fuente de ingresos en forma de ahorro, por lo que se convierte en una salida positiva del sistema, al aportar una alternativa ante alguna emergencia y permite que se desarrolle una economía con poblados vecinos en mercados de compra-venta de animales.



Todo esto forma un macrosistema complejo llamado Noxtepec, que corrobora la idea de que los sistemas agroforestales tienen múltiples procesos dentro de sí mismos influenciados por diversos fenómenos.

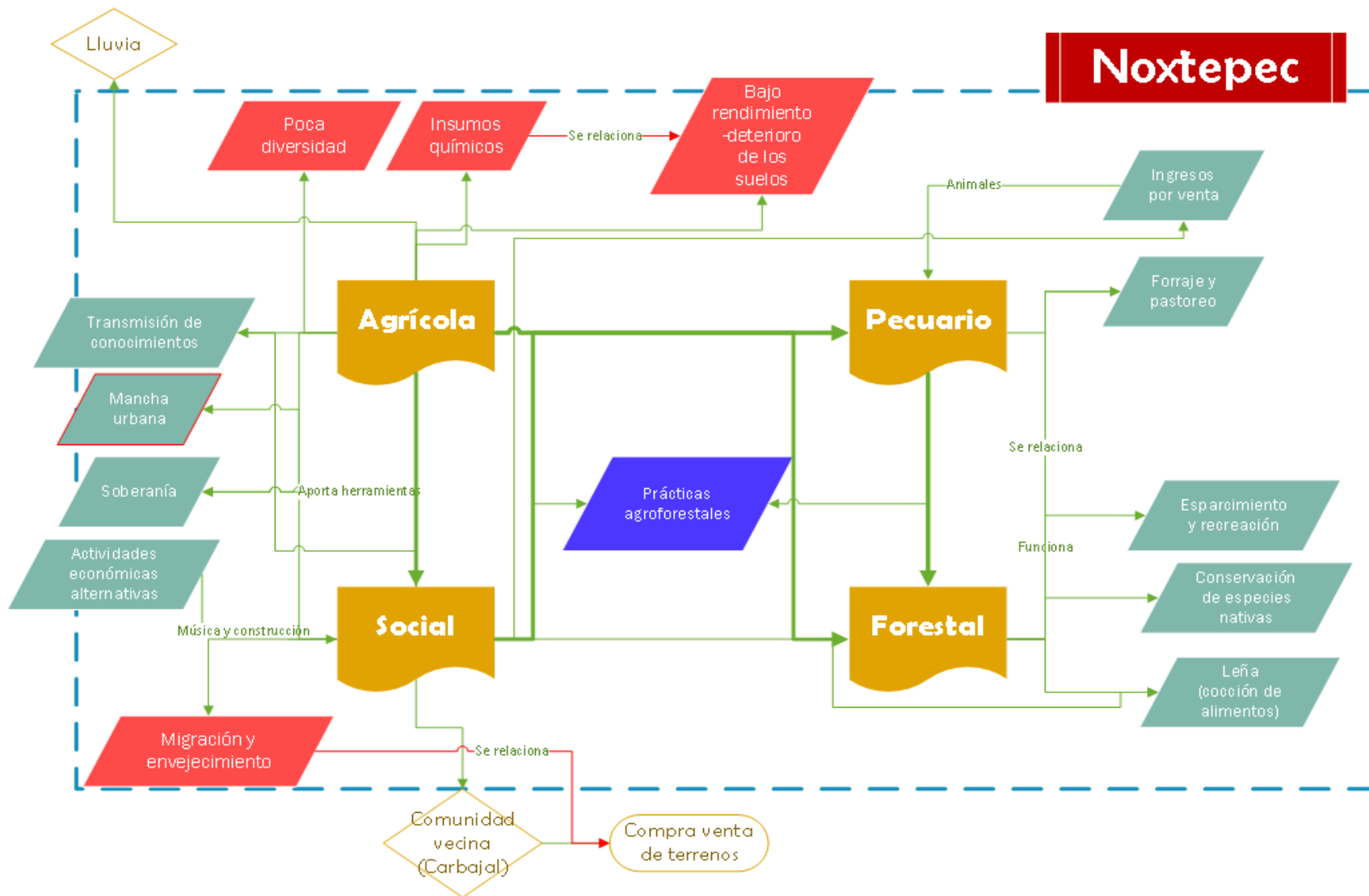


Figura 27. El macrosistema de Noxtepec es aquel que se ubica dentro de la línea punteada, dentro se ubican los subsistemas en color café.

## Problemáticas ambientales en la comunidad de Noxtepec

Existen varias problemáticas mencionadas por los pobladores de la comunidad, entre estas destacan: i) las enfermedades sobre los cultivos o árboles que suelen acabar con las pocas incorporaciones<sup>4</sup> forestales que existen en la comunidad; ii e) poco apoyo gubernamental para los campesinos; iii) nula capacitación/asesoría para los productores de parte de las autoridades locales y estatales en el tema de los fertilizantes que son usados en los campos de Noxtepec, iv) ningún programa que impulse la implementación de nuevas tecnologías; v) problemas de empatía general; vi) el uso excesivo de recursos naturales como cuerpos de agua y, último vii) problemas ambientales globales.

Los campesinos mencionan que la ausencia de especies con uso forestal o la incorporación de estas en los campos de producción, así como en los huertos, se debe a que son continuamente atacados por plagas que dañan a las especies perennes hasta matarlas contrario a lo que se piensa sobre la explotación de recursos maderables a los cuales se les podría aquejar la falta de especies maderables en el poblado. Las plagas suelen ser combatidas con múltiples productos químicos que afectan la fertilidad, la calidad de los alimentos producidos y algunas veces la salud de los campesinos, pero en palabras de los mismos productores no existen alternativas que ellos conozcan, por lo que el apoyo de las autoridades locales y estatales respecto a este tema sería de mucha utilidad. Hablando de capacitación, abonos más amables con la producción, talleres de insecticidas orgánicos a base de plantas o frutos y prácticas de manejo, apoyos de maquinaria, son algunos de los ejemplos de formas de apoyo que el gobierno podría proveer a los habitantes del poblado.

---

<sup>4</sup> Las incorporaciones forestales se refieren a la inclusión de nuevos individuos dentro de los sistemas agroforestales por parte de los mismos manejadores.

Existe otra problemática que los pobladores identifican y que consideran que las autoridades tienen responsabilidad, y es el apoyo sobre alternativas tecnológicas que no han sido introducidas en la comunidad, ya que no existe fomento para nuevas tecnologías como tractores, semillas que pueden requerir menos fertilizantes o nuevas especies.

Al no existir diversificación de las prácticas de manejo o inclusión de nuevas formas de trabajo dentro de la comunidad, se vuelve incierta la capacidad de generar ingresos que permitan a los pobladores subsistir, por lo que algunas personas entre los 18 y los 40 años, migran a la ciudad de Toluca, a municipios o estados vecinos e incluso a Estados Unidos con el objetivo de buscar nuevas fuentes de empleo; algunos vuelven, pero son muy pocos los casos.

Las únicas intervenciones que se han podido percibir en los últimos años por los pobladores, es la pavimentación de carreteras o vialidades, las cuales, aunque suelen ser sumamente apreciadas por algunas personas, debido a que les permiten trasladarse a poblados más grandes en un tiempo menor para obtener servicios médicos o abastecerse de productos de canasta básica; al mismo tiempo consideran que es peligroso para la seguridad de los habitantes, ya que personas ajenas y de actividades económicas dudosas, ingresan al poblado tomándolo como nueva ruta y creando tensión a su paso.

De igual manera la falta de información sobre nuevas tecnologías como las ecotecnias ha imposibilitado su promoción e implementación, no obstante, los habitantes consideran que estas tecnologías limpias podrían tener una alternativa para satisfacer necesidades básicas, como los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) o los calentadores solares de agua. Este tipo de herramientas podrían aportar soluciones a corto plazo para problemáticas

muy puntales como es la falta de agua, y no depender de combustibles para calentarla, por ejemplo.

Hay otro tipo de problemáticas dentro del poblado relacionados con la empatía por parte de los mismos habitantes de la zona. Los incendios, la sobreexplotación de la biodiversidad y la nula incorporación de nuevas especies forestales dentro de las parcelas, los huertos y de los espacios comunales, son algunos de los problemas más frecuentes y mencionados por los entrevistados en Noxtepec, propiciados según su visión, por la falta de atención por parte de los habitantes de cuidar el pastoreo de animales en espacios a lo largo del poblado (algunos no cercados), así como el interés por preservar los recursos naturales que se encuentran saturados. Se han intentado realizar reforestaciones para que los bosques comunales crezcan, pero los habitantes del lugar perciben poco interés por cuidar de los árboles incorporados, lo cual suele ser una limitante.

El acceso al agua es otra problemática que la comunidad menciona, y es que, aunque se cuenta con una toma de agua potable que podría abastecer de una forma correcta a la comunidad, la distribución actual es deficiente. Existe una falla en la red de distribución de la toma de agua que baja desde un manto en las partes del poblado, esto se debe al desnivel y falta de compuertas o “machos” que son aquellas llaves de paso que permitan que la distribución sea equitativa para los pobladores con toma en las partes altas, en la parte media del poblado y en la parte baja que en este caso son los más beneficiados. Un mejor manejo por parte del comité y la misma población podría mejorar la distribución, lo cual propiciaría que las personas que ya cuentan con toma pudieran dejar de preocuparse por el agua para beber.

Por último, los campesinos hablaron sobre problemas ambientales globales, donde se mencionaron el calentamiento global (7 veces), la contaminación (2) y el daño ambiental (1). Los habitantes que nombraron el calentamiento global comentan que es un problema importante, ya que altera las temperaturas las cuales no eran tan fuertes como ahora y a las lluvias, las cuales ya no son tan constantes; lo cual consideran afecta sus ciclos productivos, recursos y por ende sus dinámicas. Por otro lado, mencionan que han intentado tomar alternativas para mejorar o combatir este fenómeno, evitando quemar los excedentes de la producción y tratando de cuidar el agua.

Por su parte los que mencionaron la contaminación (2) y el daño ambiental (1), hablaron sobre causas como la contaminación del agua o del aire por los incendios que son causados por las prácticas de limpieza que se desarrollan en Noxtepec, las cuales afectan la calidad del aire que afecta posteriormente su salud o la falta de agua potable que disponen, esto debido a que el fuego más de una vez ha afectado la toma de agua de poblado y cuando se produce este tipo de fenómeno arrastra todos lo que se ha quemado hacia el cuerpo de agua de donde se abastece el poblado.

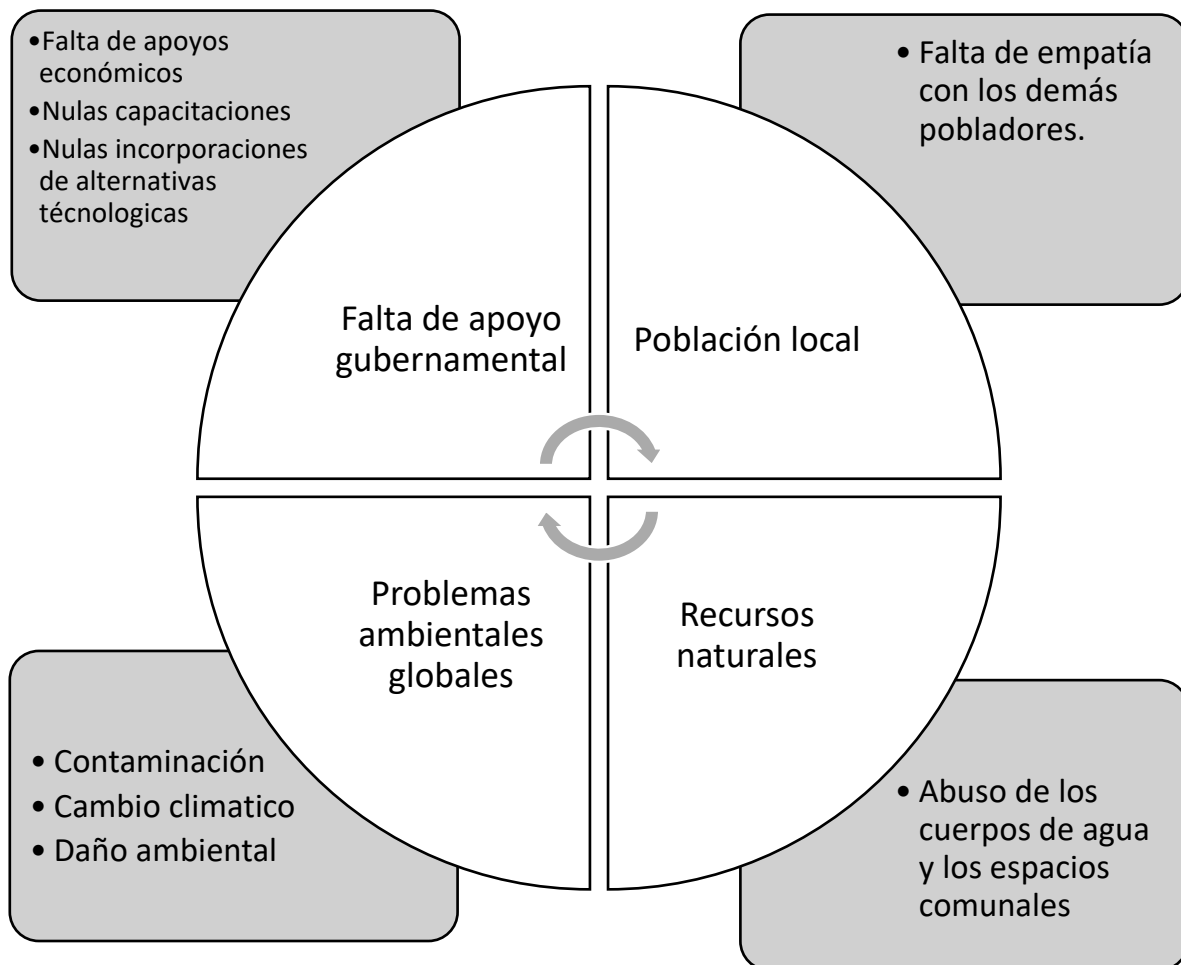


Figura 28. Diagrama de problemáticas identificadas en el poblado de Noxtepec (Autor propio).

## Soluciones propuestas

Algunos habitantes que fueron entrevistados expusieron algunas posibles soluciones que podrían mejorar la calidad de vida en Noxtepec. Algunas de ellas son formar cooperativas con apoyo del gobierno, con el fin de asesorar a los habitantes de la zona, para diversificar sus producciones y poder ser más competitivos en cuanto a la gama de productos que pueden ofrecer. Otra propuesta, es que estas mismas cooperativas les permitan vender una cantidad

mayor de producción, con el objetivo de poder exportar a comunidades vecinas o que les permita buscar mercados más justos donde se reconozca el valor del trabajo del campo permitiendo así, aumentar su ingreso monetario.

Por otra parte, el apoyo logístico que se pudiera aplicar por parte del gobierno para que la dependencia de productos químicos no sea tan grande; o algún pago por servicios ambientales, son algunas de las ideas que los campesinos proponen para que no se deje de sembrar, perdiendo así procesos, técnicas y conocimientos del campo en Noxtepec. Otra solución es que el gobierno fomentara la creación de galeras que son tejados a dos aguas donde se resguarda el ganado de los pequeños productores, fomentando la producción pecuaria ya que se podría dar mejor protección a los animales permitiendo alojar y manejar más cabezas de ganado.

Otra de las propuestas mencionadas, el problema del agua ya tiene ya propuestas pero que no se ha llevado a la práctica. Los “peines”, son compuertas o llaves de paso que se ubican en puntos estratégicos, cada cierta distancia a lo largo de la toma de agua, las cuales se abren y se cierran después de un cierto tiempo. Una vez instalados estos “peines” permitirán distribuir el agua potable a un cierto número de casas, para después abrir la siguiente compuerta que abastecerá a los habitantes de otra zona, fomentando que la red de agua sea más eficiente, pero esto no se ha llevado a cabo aún.

Por último, una de las ideas apunta a que se cree una represa o un pozo que se llene durante la época de lluvias para que en la cuaresma que es la época donde no llueve y azota más las altas temperaturas, abarcando desde el mes de octubre hasta los primeros días de mayo; esta forma de recolección permita abastecer a los pobladores del vital líquido. La represa permitiría regar los cultivos evitando así que solo exista agricultura de temporal y



diversificando los productos que se podrían sembrar en la comunidad. Las opiniones de los pobladores hablan de que se establezcan este tipo de alternativas en las partes altas del poblado, específicamente en los cerros que pertenecen aún a la comunidad evitando conflictos con otras poblaciones y aprovechando el desnivel para su funcionamiento.

## ***VI. Discusión***

De acuerdo con el objetivo particular sobre la descripción de los sistemas agroforestales del poblado de Noxtepec se siguió una metodología buscando entender todos los aspectos ecológicos, sociales y culturales que giran alrededor de los sistemas en cuestión, buscando entender sus procesos, elementos, fortalezas, debilidades; diferentes aspectos ecológicos, sociales, culturales y como estos se interrelacionan. (Villavicencio, 2013; Tapia y Lee, 1996).

Las herramientas que se utilizaron son un copilado de metodologías que tienen bases utilizadas en la identificación de sistemas productivos, como la teoría de sistemas, por ejemplo; en donde se analizan integralmente todos los elementos involucrados en la producción. El estudio en cuestión busco así mismo llevar a la práctica nuevas formas de trabajar, como son el uso de programas de análisis cualitativos o el uso de tecnología con drones para la toma de fotografías aéreas fomentando una interacción entre metodologías nuevas y algunas ya anteriormente usadas.

Al igual que en el estudio de Rubí-Arriaga *et al.* (2014) se usó una metodología de caminatas participativas con apoyo de actores clave que permitieron recolectar información y en algunos casos coleccionar algunos ejemplares botánicos, lo que nos permitió hacer un listado preliminar de especies presentes en las distintas unidades ambientales. Este tipo de

herramientas permiten involucrarse con la población y te permite tener un primer acercamiento con el contexto que la población vive, sus prácticas y las formas de manejo.

Las herramientas antes mencionadas permitieron identificar cinco espacios de manejo agroforestal: el monte, la milpa de laja, el sistema ribereño, el huerto y la milpa en plan. Los cinco sistemas cuentan con las características de los sistemas de subsistencia según la clasificación propuesta por Lundgreen y Raintree, 1982; Farrell y Altieri, 1997, ya que estos son primordialmente manejados por los agricultores con vistas a obtener un beneficio propio, anteponiendo su subsistencia por encima de los pocos excedentes que se pueden usar para la venta.

Al mismo tiempo el sistema de monte tiene elementos que podrían permitir que se catalogara como un sistema silvopastoril debido a la interacción entre animales y árboles que son promovidos, por lo que podría denominarse una práctica de árboles dispersos en potreros. Los árboles dispersos en potreros tienen la peculiaridad de que el ganado interactúa en espacios con árboles que les proporcionan sombra, forrajes, frutos y en algunas ocasiones, productos maderables (Trujillo y Sepúlveda, 2014). Aunque en el caso de Noxtepec no son sembrados sino tolerados, cumpliendo con la función de proveer de sombra y alimento para los animales, además de leña en algunas ocasiones.

En el sistema de laja se lleva a cabo un manejo del espacio orientado a la producción principalmente de maíz y en pocos casos de frijol, ayudados por las lajas que en algún momento fueron utilizadas como terrazas. Aunque ya no tienen la misma funcionalidad, aun permiten retener suelos y humedad, así como lo describe Pérez et al. (2016, 2017), en donde los sistemas de terrazas permiten obtener maíz, haba (*Vicia faba* L.) y calabaza, con la diferencia que éstas si interactúan espacial y temporalmente. Por lo que, aunque los

rendimientos son bajos aun es un sistema productivo común en la zona, relevante porque si las condiciones se adaptaran podríamos hacer notar que este tipo de manejo agroforestal podría desarrollarse en mayor medida dentro del poblado, obteniendo resultados positivos para los habitantes de Noxtepec.

Así mismo, esto nos habla de que, concordando con el estudio de Rubí-Arriaga *et al.* (2014), el valle de Toluca presenta características edafológicas, así como climáticas diversas en un espacio altitudinal y físico muy estrecho; que permiten resguardar especies representativas de climas cálidos como son especies frutales (papaya, limón, plátano) y al mismo tiempo de climas templados como son pinos, encinos, y aguacates que requieren de temperaturas más bajas por mencionar algunas.

El presente estudio permitió documentar cerca de 70 especies de distintas formas biológicas: árboles, arbustos y algunas herbáceas, algunas silvestres y otras domesticadas; esto se logró por una metodología secuencial similar a la usada en el trabajo de Checa *et al.*, (2008) que caracteriza sistemas agroforestales en Ecuador mediante un barrido general que coincide con lo que se hizo con los recorridos bioculturales, para después seleccionar actores que serían posteriormente entrevistados y elegir parcelas de interés. El estudio mencionado habla sobre el tiempo que se ahorra en estudios de este tipo siguiendo esta serie de pasos, ya que si se hicieran muestreos se perdería mucho tiempo por lo que no es una opción; al mismo tiempo no se pueden seleccionar al azar parcelas o sistemas a muestrear ya que se podría perder sistemas con características sobresalientes o encontrar un bajo número de SAF.

Por lo cual coincide que en que la metodología seguida en el poblado de Noxtepec permitió identificar en su totalidad la cantidad de sistemas presentes y la secuencia de pasos permitió encontrar información relevante sobre el conocimiento de los campesinos sobre su entorno,

lo cual permitió entender mejor el contexto y por ende las dinámicas que interfieren en la interacción de los sistemas agroforestales en el poblado de Noxtepec. La secuencia de pasos que se siguió en la metodología se eligió con intención de conocer primeramente el espacio, después el contexto y por ultimo las dinámicas para poder realizar una propuesta agroforestal contextualizada en las necesidades del poblado.

Las dinámicas encontradas por la metodología antes mencionada, las redes que convergen en este municipio, las interrelaciones entre los subsistemas y lo que aportan, dan como resultado un complejo sistema que se encuentra en constante cambio. Es así como el trabajo de García y Méndez (2004) permite corroborar que el análisis de sistemas productivos visto desde una perspectiva de redes debe de hacer notar las interacciones, flujos y procesos de sus componentes. Este estudio ejemplifica lo que se pudo observar en Noxtepec, al mencionar que los sistemas de producción son determinados por las entradas y salidas que repercuten en sus técnicas de producción y como se relacionan a nivel local.

Al corroborar que el poblado tiene una estrecha relación con el manejo ganadero, se realizaron algunas sugerencias que coinciden con las características principales de los modelos agrosilvopastoriles. Diversificar los productos, aportar nutrientes, sombra y follajes para la alimentación de los animales, proteger los suelos del constante apisonamiento que se produce en los espacios que se usan como corrales y como zonas de pastoreo, son algunos de los beneficios que aportaría una reconversión pecuaria. Esto coincide con lo que se menciona en el trabajo de Palma y González (2018) donde habla de que la incorporación de árboles en espacios ganaderos aporta valor nutrimental en los potreros y combate problemáticas como erosión, deforestación, entre otros. Así mismo como se menciona en el trabajo de Martínez *et al.*, (2019), la incorporación de especies leñosas como es el guaje en espacios productivos

con fines forrajeros tiene un grado de éxito muy alto por las necesidades alimenticias del ganado y su favoritismo de las leguminosas leñosas por encima de otras gramíneas. Por lo que lograr que estas especies se introduzcan y se manejen en los potreros de la comunidad de Noxtepec sería un acierto productivo, tanto para los habitantes como para el ganado.

Murgueitio *et al.* (2006) menciona que el grado de información sobre la población a la cual se le proporcionan estas alternativas es vital y menciona que es importante conocer la forma de manejo de la tierra que lleva a cabo la población, información general de la localidad, qué especies se pueden reproducir, los sistemas que han tenido éxito o que existen en la actualidad y el grado de participación; con esta información es posible tener un mayor grado de éxito en una reconversión agrosilvopastoril. Todo esto se logra mediante herramientas de cálculo e información base, por lo cual se conocen casos de éxito que nos muestran que dependiendo de los requerimientos que necesiten los pobladores se pueden crear modelos para saber qué tan exitoso podría ser una reconversión ganadera (Murgueitio *et al.*, 2006). Aunque no se saben las necesidades por agricultor, se pueden hacer recomendaciones mediante estos modelos que permitan a los habitantes de Noxtepec saber si tendrán éxito los cambios que realicen a nivel parcela (Murgueitio *et al.*, 2006).

Las propuestas deben tener una base que permita conocer las necesidades reales de los pobladores en cuestión, ya sean estudios previos realizados en la región o investigación de campo. En este caso se realizó un análisis de información tanto de trabajos previos como el que se desarrolló en la comunidad con intenciones de conocer información relevante de Noxtepec, es así como coincidimos con el estudio de Mendieta (2013), donde menciona que para realizar propuestas de carácter agroforestal se debe contar con una base de información

previa sobre la comunidad que permita tener un mayor conocimiento de las necesidades y requerimientos de los sistemas.

Cuando hablamos de las propuestas agroforestales se sugirió que para cumplir la tarea de retención de suelos y cercos vivos especies que se encuentran comúnmente en el poblado de Noxtepec, lo cual coincide con los estudios de Pérez (2016, 2017), donde se habla de especies leñosas y no leñosas que se introducen en los sistemas de terrazas en el valle de Toluca. Entre las especies mencionadas están: capulines, magueyes, tejocotes, duraznos, pinos y nopales.

### Propuestas agroforestales

Al ser una actividad sumamente importante y representar un eje de los recursos económicos obtenidos por los pobladores de Noxtepec, la actividad ganadera debe encontrar alternativas que permitan la diversificación de la alimentación de las cabezas de ganado. Con esto nos referimos a encontrar alternativas alimentarias, espaciales y ecológicas para el manejo pecuario, evitando así destinar la mayoría de las cosechas para utilizar como forraje, haciendo uso constante de los espacios comunales y por ende apisonando los suelos, y dañando los terrenos que se usan para el pastoreo.

Alternativas como una “reconversión pecuaria” es una de las soluciones propuestas, la cual incluye alternativas como realizar plantaciones diversificadas en los potreros, esto quiere decir que se incluyan especies leñosas perennes y herbáceas, tanto gramíneas como no gramíneas, permitiendo alimentar al ganado en los mismos espacios de resguardo. Así mismo, la rotación de potreros y zonas que funcionan como agostaderos, permitiendo conservar la cobertura vegetal, evitar el constante apisonamiento, además de preservar procesos ecológicos y fomentar el crecimiento de estas especies que se incorporarían a los

espacios de resguardo del ganado son algunas de las ideas complementarias para la reconversión pecuaria (González, *et al.*, 2020).

Los sistemas agrosilvopastoriles como antes se mencionó, son sistemas agroforestales que incorporan especies animales las cuales interactúan con especies leñosas y en algunas ocasiones herbáceas. Existen estudios que hablan sobre la introducción de leñosas como el guaje (que es una especie común en la comunidad) para la alimentación del ganado, por lo que la combinación de leguminosas leñosas con gramíneas en los espacios productivos, así como fomentar especies nativas para la alimentación del ganado mediante la vegetación secundaria en los espacios comunales, son algunas de las opciones que pueden ayudar a aumentar el rendimiento del terreno en relación con la alimentación del ganado (González *et al.*, 2020).

El establecimiento de cercas vivas consiste en colocar especies leñosas que permitan el cercado de potreros, espacios destinados a la siembra o la delimitación de la misma propiedad (Budowsky, 1987). Esto trae consigo beneficios al interior de la parcela como son una mayor productividad, protección del cultivo, aprovechamiento de los recursos maderables y frutales, así como la provisión de sombra. Además, promueve beneficios ambientales como la conservación de la biodiversidad, conectar parches de vegetación para el movimiento de la fauna, fijar carbono y permiten que se pueden formar paisajes para actividades lúdicas (Villanueva *et al.*, 2008). La creación de cercos vivos mediante la incorporación de especies permitiría el cercado de los terrenos y la delimitación de las milpas o potreros que no cuentan con este tipo de protección. Los árboles como los saus (*Salix sp.*) o el colorín (*Erythrina americana*) que son de rápido crecimiento podrían incorporarse para comenzar a cercar los terrenos y obtener beneficios maderables.

Por otra parte, llevar a cabo un buen manejo integral de los espacios comunales, implicaría manejar y diversificar las actividades que se realizan en los espacios donde suele alimentarse el ganado. Modelos diversificados donde se incorporen actividades alternativas al pastoreo como el ecoturismo, permitía que la vegetación se regenere, se preserven los hábitats de múltiples especies silvestres relacionadas con procesos biológicos, mitigue en escala local problemas de cambio climático y se fomente el cuidado del paisaje evitando problemas como la erosión de los terrenos comunales, por ejemplo (Bocoo *et al.*, 2000; Villacorta, 2020).

En este sentido, aunque podría pensarse que el manejo pecuario en los espacios comunales podría satisfacer las necesidades alimentarias del ganado, los pastos por si solos no son suficientes para cubrir por completo una adecuada alimentación de los animales. Estos deben consumir aproximadamente entre 7 a 14 kilos diarios de alimento para una vaca de tamaño adulto, pero esto no contiene los nutrientes necesarios para una buena dieta por lo que requieren de otros insumos que complementen su alimentación para hacerlos crecer y mantenerse sanos; es ahí donde la incorporación de leguminosas y gramíneas en los potreros o espacios productivos pueden aportar novedosas soluciones (FAO, 2021)

Así mismo, podría considerarse que la incorporación de algunas especies presentes en los sistemas de huerto o el ribereño tendrían la capacidad de adaptarse en otros sistemas de la zona, en este sentido sería de gran importancia darles prioridad a las especies frutales para su incorporación en los terrenos productivos de los sistemas de laja y milpa de plan. Aunque las incorporaciones forestales en terrenos comunales y espacios que no están cercados son pocas o prácticamente nulas, debido a que las dinámicas actuales no lo permiten; en palabras de los pobladores no funcionan este tipo de actividades por la necesidad alimenticia del sector pecuario, el cual en ocasiones no es vigilado correctamente y puede en ocasiones acabar con



cualquier tipo de planta principalmente en los espacios ya mencionados. Al mismo tiempo existen formas de manejo donde los pobladores prefieren evitar las incorporaciones de árboles, ya que al crecer los arboles estos crean una sombra que afecta el crecimiento del maíz, por lo que prefieren sembrar los terrenos en su totalidad sin tomar en cuenta nuevas incorporaciones en sus parcelas.

Es así como una correcta vigilancia del pastoreo en zonas comunales y parcelas ajenas, así como la diversificación alimenticia del sector pecuario dentro de las parcelas, ayudaría mucho a que se incrementan las dinámicas e interacciones entre animales, cultivos y los componentes forestales, permitiendo producir no solo sus cultivos de temporal, sino al mismo tiempo obtener otros productos, lo que les podría tener excedentes para vender o para su autoconsumo.

Siguiendo por esta misma línea de innovaciones agroforestales, podemos ubicar a Noxtepec dentro del límite entre los estados de Guerrero y el Estado de México, esta zona es considerada un espacio potencial para la inclusión de especies agroforestales maderables (CONAFOR, 2013). El manejo de especies como pinos y cedros que suelen encontrarse en la comunidad permitiría diversificar las actividades económicas, el establecimiento de viveros forestales para realizar nuevas reforestaciones o al producir grandes cantidades, permitiría vender tanto al interior del poblado como al exterior, siendo su mercado los poblados cercanos; todo esto pensado a mediano y largo plazo. Esto permitiría que los pobladores cubrieran sus terrenos al usar éstas maderas para los cercados, al aprovechar las maderas “derechitas” como se les conoce en la región para esta función y al mismo tiempo obtener ganancias por la madera vendida.

La inclusión en los campos de cultivo de especies que se han ido dejando de lado permitiría la diversificación de los productos obtenidos por los pobladores. Los puntos anteriores sobre introducción de nuevas especies comenzarían a aumentar las interacciones, por lo que retomar especies que se usaban para la rotación de cultivos fomentaría el poco o nulo uso de productos químicos, aportando herramientas para nuevas formas de producción. La siembra de productos que se daban en la zona como trigo, caña de azúcar o de “castilla” como la conocen y tomate por mencionar algunas, sería una forma interesante de diversificación y al mismo tiempo de cuidado de los suelos agrícolas.

La pérdida de fertilidad de los suelos se trata de combatir mediante la inclusión de “lama”, que es el acumulado de desechos animales que se recolectan y se incorporan a los terrenos antes de la siembra, pero el nitrógeno que aportan los estiércoles animales es limitado; siendo el estiércol de borrego el que más aporta con 8.2 kg por tonelada de riqueza nitrogenada, mientras que el de vacas que es el más utilizado tanto a nivel país como en Noxtepec aporta cerca de 3.4 kg por tonelada (Mendieta, 2013). Por lo que podrían incorporarse residuos de cosecha que no se empleen para la alimentación del ganado o bien dejar crecer las arvenses y luego rozarlas para que se incorporen al suelo. Aunque como alternativa podría considerarse la inclusión de nuevos fertilizantes orgánicos, que serían de mucha ayuda en la restauración de la materia orgánica en los suelos de Noxtepec, el aumento de productividad y la restauración de microorganismos en las parcelas que han sido utilizadas a un nivel intensivo.

El éxito de las reforestaciones a gran escala se debe a la inclusión de fertilizantes orgánicos, pero también hay casos de éxito en varias aplicaciones agrícolas, ya que aumenta la cantidad

y disponibilidad de nutrientes de los productos, dejando de ser tan dependientes de insumos químicos externos (Jaramillo *et al.* 2015).

Un ejemplo de estos fertilizantes es el “bokashi”, el cual es una enmienda orgánica de origen japonés donde la materia orgánica se somete a un proceso de fermentación mediante la adición de microorganismos eficientes. Este tipo de fertilizante es de fácil acceso para comunidades rurales ya que los “ingredientes” necesarios para su producción se encuentran disponibles en las comunidades donde se llevan a cabo actividades agrícolas, se realizan en el mismo sitio, los pobladores locales pueden participar en la elaboración y su producción se lleva a cabo en periodos cortos; por lo que se recomienda la preparación de este abono para satisfacer necesidades básicas de nutrientes en las parcelas del poblado (ver anexo 4).

Tratando de seguir con esta línea de tecnologías limpias, el establecimiento de éstas en espacios rurales beneficiaría a los habitantes mediante el aprovechamiento eficiente de los recursos a los cuales tienen acceso, mejorando la calidad de vida y se manteniendo tanto patrimonios ecológicos como culturales (Mejía, 2017). Las ecotecnologías son descritas como la construcción, diseño y operación de estructuras o herramientas que modifiquen las dinámicas del día a día de las personas o el acceso a recursos naturales que beneficien la calidad de vida del ser humano, y en algunos casos de la naturaleza misma (Odum, 1960). Como menciona Mejía (2017), la implementación de este tipo de herramientas en comunidades rurales se enriquece por los conocimientos locales de los pobladores con respecto al manejo. Aunado a esto, la gran diversidad tanto ecológica, biofísica y cultural dentro del territorio mexicano permite tener una gran gama de oportunidades para establecer ecotecnologías que beneficien a los pobladores de las comunidades.

Los sistemas de captación de agua de lluvia permitirían satisfacer la problemática de agua, mediante los tejados a dos aguas que en Noxtepec son comunes, se podría recolectar el agua durante la época de temporal, para tener una reserva importante que permita sobrevivir en ausencia de lluvias. Otra cuestión es que en la comunidad se sigue usando la leña para satisfacer necesidades básicas como es la cocción de alimentos y calentar el agua, por lo que los calentadores solares y estufas ecológicas podrían eficientar los recursos para cumplir con este tipo de tareas básicas.

Como menciona Maldonado (2019), los problemas gubernamentales tienen relación con los intereses sexenales, así mismo los apoyos gubernamentales se centran en apoyar programas que tienen mayor interés en monocultivos intensivos, por lo que se deja de lado la conservación de la diversidad y el apoyo a producciones ecológicas o sustentables.

Aunque el apoyo gubernamental es vital para que la producción se diversifique, no existen apoyos reales para lograr una transición ecológica de la dependencia de productos químicos a usar fertilizantes orgánicos, así mismo el control de plagas debe ser manejado con otro tipo de formas como el control biológico, por lo que la academia podría apoyar este tipo de problemática. Esta tarea es sumamente importante, debido a que la historia agrícola de la comunidad de Noxtepec los suelos siguen siendo contaminados y deteriorados por el uso excesivo de productos químicos para fertilizar, proteger las cosechas y de alguna forma garantizar la producción.

## ***VII. Conclusiones***

La presente investigación permitió determinar que en la comunidad de Noxtepec, Toluca en el estado de México se albergan cinco espacios de manejo agroforestal: el sistema de monte, el sistema de laja, el sistema de huerto, el sistema ribereño y el sistema de milpa en plan. En estos espacios se llevan a cabo actividades primarias donde el producto principal es el maíz, aunque hay personas que siembran calabazas y frijol en menor medida. La producción de maíz es principalmente para la alimentación del ganado, seguido por el autoconsumo y en menor medida para la venta. Los rendimientos actuales cada vez se ven más afectados por problemas ambientales como el cambio en las temporalidades, el deterioro de los suelos y las plagas, que se vuelven dinámicos y cambiantes afectando las cosechas de los campesinos.

Existe un gran potencial para la inclusión de nuevas especies por las características de albergue que presenta el poblado, como ejemplo podemos considerar las cerca de 70 especies que se pudieron identificar en distintos estratos, sistemas y que se han manejado en algún momento dentro de la población. Se encontraron especies que suelen encontrarse en ecosistemas cálidos, pero también pudieron documentarse especies que se establecen principalmente en ecosistemas templados, por lo que las dinámicas de interacción son sumamente interesantes y abren una brecha para nuevos estudios con respecto a la riqueza de especies y como estas se relacionan.

Por tanto, podría decirse con cierta seguridad que los sistemas agroforestales pueden combatir y en ciertos casos mitigar problemas en los campos de nuestro país. Permiten diversificar las actividades económicas y aportar herramientas tanto económicas como alimentarias para que las personas de los poblados como la comunidad de Noxtepec puedan vivir bien.

La afirmación antes mencionada pudo encontrarse gracias a una metodología que busco una sinergia entre herramientas usadas ya en trabajos previos, combinadas con algunas nuevas basadas en el uso de tecnología; como es el análisis de datos cualitativos (Atlas.ti) y el uso de drones para la toma de fotografías aéreas. El uso de estas herramientas es replicable y sumamente novedoso, permitiendo llevar a cabo estudios más complejos que fomenten el uso de herramientas “tradicionales” con nuevas formas de análisis. Todas estas herramientas metodológicas fueron adecuadamente sustentadas por teorías de análisis que permitieron identificar resultados muy prácticos sobre el funcionamiento de uno o varios sistemas de manejo agroforestal que interaccionan en un espacio.

El límite de la investigación solo lo determino el esfuerzo de muestreo ya que las herramientas que se emplearon daban para recopilar mucha más información, lamentablemente existieron contratiempos que frenaron un poco la recopilación de datos, pero esto no debe de ser negativo, al contrario; indica que las herramientas a pesar de lo ocurrido permitieron encontrar mucha información que nos da una visión muy acertada del manejo agroforestal del poblado de Noxtepec.

Esto solo deja un parteaguas importante sobre lo que los sistemas agroforestales pueden albergar en comunidades que no han sido abordadas. La innovación de las nuevas formas de análisis y estudio de los componentes en los sistemas productivos nos hace preguntarnos sobre qué no hemos analizado o por qué no lo hemos hecho aún. Los sistemas agroforestales son cada día más conocidos, pero podemos creer con esta investigación que hay muchos más que aún esperan por ser estudiados, para poder darlos a conocer y porque no, ser replicados con el único fin de cuidar y proteger a nuestro planeta y los seres que en el habitan.

### ***VIII. Literatura citada***

Altieri, M. A. (2002). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. SARANDON, SJ Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires–La Plata.

Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (2011). *El potencial agroecológico de los sistemas agroforestales en América Latina*.

Agüero, J. L. D. S. G. y Simantov, A. (1974). *La nueva agricultura*. Salvat.

Apollin, F. y Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los Sistemas de Producción en el medio rural, Guía Metodológica.

Atangana, A., Khasa, D., Chang, S. y Degrande, A. (2013). *Agroforestería tropical*. Springer Science & Business Media.

Ávila, M. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad para el diseño y gestión de una propuesta agroecológica y ecotecnológica*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de México.

Bailey, R. (2011). *Growing a better future: Food justice in a resource-constrained world*. *Oxfam Policy and Practice: Agriculture, Food and Land*, 11(2), 93-168.

Barsky, A. (2013). *Gestionando la diversidad del territorio periurbano desde la complejidad de las instituciones estatales. Implementación de políticas públicas para el sostenimiento de la agricultura en los bordes de la región metropolitana de Buenos Aires (2000-2013)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. <http://www.tdx.cat/handle/10803/129121>



Bocco, G., Velázquez, A., & Torres, A. (2000). *Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México*. *Interciencia*, 25(2), 64-70.

Bodí, M., B., Cerdà, J. Mataix-Solera, y S.H. Doerr (2012). *Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea: revisión bibliográfica*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 58, pp. 33-56

Borelli S., Conigliaro M. y Olivier E, (2017). *Agroforesteria para la restauración del paisaje: explorando el potencial de la agroforesteria para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de los paisajes degradados*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 22p

Brown L.R. (2011). *The new geopolitics of food*. Foreign policy. The FP Group, Washington, DC.

Callejas, E. S., & Quezada, V. G. (2009). *Los biocombustibles*. *El cotidiano*, (157), 75-82.

Casas, A., F. Parra, F., J. Blancas, S. Rangel-Landa, M. Vallejo, C. J. Figueredo y A. I. Moreno-Calles. (2016). *Origen de la domesticación y la agricultura: cómo y por qué*. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.), *Domesticación en el continente americano 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*, pp. 189-224. UNAM-UNALM, México

Checa Rivas, X. P., Ramos Veintimilla, R., y Grijalva O., J. (2008). *Caracterización de sistemas agroforestales (SAF) en la sub-región sierra centro del Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Forestería.

Conforti, P. (2010). *Looking ahead in world food and agriculture*. Rome: FAO.

Comisión Nacional Forestal, & Universidad Autónoma Chapingo. (2013). *Sistemas agroforestales maderables en México*. Comisión Nacional Forestal-Universidad Autónoma Chapingo. 2013. Sistemas agroforestales maderables en México. 146 p. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/8/5572SISTEMAS%20AGROFORESTALES%20MADERABLES%20EN%20MEXICO%20AVM.pdf> . (26 de enero de 2021).

FAO (2011). *The state of food insecurity in the world: How does international price volatility affect domestic economies and food security*. <http://www.fao.org/docrep/014/i2330e/i2330e>. (Consultado el día: 7 de abril de 2020).

Cotler, H., y Fregoso, A. (2012). *Sistemas de Producción Agropecuaria*. Actividades Productivas, 69.

Croft, J. 1999. *A guide to collecting herbarium specimens of ferns and their allies*. Australian National Herbarium, Centre for Plant Biodiversity Research, Canberra. <http://www.anbg.gov.au/fern/collecting.htm>

Dixon J, Gulliver A, y Gibbon D. 2001. *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. FAO: Roma.

Dufumier, M. (1985). *Sistema de producción y desarrollo agrícola en el tercer mundo*, CIPCA. Piura, PE, 58.

Apollin, F., y Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica. Sistema de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables (CAMAREN)*. Quito, Ecuador. 237 p.

FAO. 2017. *Agroforestería para la restauración del paisaje Explorando el potencial de la Agroforestería para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de los paisajes degradados*. Roma: FAO, 30.

FAO. Alimentación animal. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1564s/a1564s03.pdf>.  
Fecha de consulta: agosto de 2021.

Farrell, J. G., y Altieri, M. A. (1997). *Sistemas agroforestales. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. La Habana Cuba: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo.

García, J. M., e Islas, C.G.R. (2018). *Recursos arbóreos y arbustivos tropicales*. México: Universidad de Colima, 2018.

García, M. S., y Méndez, P. N. (2004). *Los Sistemas Productivos Regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes*. REDES. Revista hispana para el análisis de redes sociales, 6(2).

Garza, G. (2007). *La urbanización metropolitana en México: normatividad y características socioeconómicas*. *Papeles de población*, 13(52), 77-108. Recuperado el 12 de agosto de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252007000200004&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252007000200004&lng=es&tlng=pt).

Gaspar S. N. y Orozco H. M. E. (2015). *Configuración terciaria de la zona metropolitana de Toluca*. *Bitácora Urbano Territorial*, 25(1), 57-66. Recuperado el 12 de agosto de 2019. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v1n25.40184>

Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. IICA.

Godfray, H.C.J., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir y C. Toulmin, 2010. *Food security: the challenge of feeding 9 billion people*. Science, 327: 812-818.

Guadarrama-Martínez, N., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Vázquez-García, L. M., López-Sandoval, J. A., y Hernández-Flores, G. V. (2012). *Inventario de árboles y arbustos con potencial ornamental en el sureste del Estado de México*. Phytón (Buenos Aires), 81(2), 221-228.

Hall, M. 2001. *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza. Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. Roma: FAO y Banco Mundial, 483.

Harlan J.R. (1975) *Cultivos y hombre. Fundación para la ciencia moderna de los cultivos*. Sociedad Americana de Agronomía, Madison, WI, p. 284

Hayden, B. (1998). *Tecnologías prácticas y de prestigio: la evolución de los sistemas de materiales*. Revista de método y teoría arqueológicos, 5 (1), 1-55.

Hernández-Flores, J. A., Martínez-Corona, B., Méndez-Espinoza, J. A., Pérez-Avilés, R., Ramírez-Juárez, J., y Navarro-Garza, H. (2009). *Rurales y periurbanos: una aproximación al proceso de conformación de la periferia poblana*. Papeles de población, 15(61), 275-295.

Hernández N, L. (2007) *Cargill: 'el maíz de sus tortillas*. La Jornada (México), 30, enero, accesado el 03 de Julio de 2020 en: <http://www.jornada.unam.mx/2007/01/30/index.php?section=opinion&article=021a1pol>.

Holt-Giménez, E., y Altieri, M. A. (2013). *Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde*. Agroecología, 8(2), 65-72.

Iglesias, J. M. (1999). *Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones*. Pastos y forrajes, 22(4).

INEGI, 2010. Disponible en:  
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=150970012> Fecha de consulta: noviembre de 2017

INEGI, 2021. *Temas-Climatología* Disponible en:  
<https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/> Fecha de consulta: agosto de 2021.

INEGI, 2021. *México en cifras, Noxtepec, Texcaltitlán, México*. Disponible en:  
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=150970012>. Fecha de consulta: agosto de 2021.

INEGI. *Aspectos generales del territorio mexicano. Recursos Naturales. Edafología*. Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx>. Fecha de consulta: agosto de 2021.

Jaramillo-López, P. F., Ramírez, M. I., y Pérez-Salicrup, D. R. (2015). *Impacts of Bokashi on survival and growth rates of Pinus pseudostrobus in community reforestation projects*. Journal of Environmental Management, 150, 48-56.

Jose, S. 2009. *Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview*. Agroforestry Systems 76: 1-10.

Kay, C. (2009). *Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad?* Revista Mexicana de Sociología, 71(4), 607-645.

Krishnamurthy, L., y Ávila, M. (1999). *Agroforestería básica* (Vol. 3). Red de Formación Ambiental.

Leakey, R.B.D. y Sanchez, P.A. 1997. *How many people use agroforestry products?* *Agroforestry Today* 9(3): 4-5

Lerner, A., Sweeney, S., y Eakin, H. (2014). *Growing buildings in corn fields: Urban expansion and the persistence of maize in the Toluca Metropolitan Area*. Mexico. *Urban Studies*, 51(10), 2185-2201.

Lewin, R. (2009). *Human evolution: an illustrated introduction*. John Wiley & Sons.

Llambí, L. (1996). *Globalización y nueva ruralidad en América Latina: una agenda teórica y de investigación*. *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*, 1, 55-58.

Llambí, L. (2004). *Nueva ruralidad, multifuncionalidad de los espacios rurales y desarrollo local endógeno*. En E. Pérez y M. A. Farah (Eds.), *Desarrollo rural y nueva ruralidad en América Latina y la Unión Europea* (pp. 91-107). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Martínez Castillo, Róger. *Sistemas de producción agrícola sostenible Tecnología en Marcha*, Vol. 22, N.º 2, abril-junio 2009, pp. 23-39.

Manson, R. H., Mehltreter, K., Gallina, S., y Ortiz, V. H. (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*. Instituto de Ecología AC and Instituto Nacional de Ecología: Distrito Federal, México.

Martínez, M. Á., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., y Cruz-Rivas, A. (2007). *Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(1), 15-40.

Mendieta Flores, A. M. (2013). *Caracterización y propuesta de manejo de un sistema agroforestal en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera mariposa monarca, ejido El Depósito, San José del Rincón, Estado de México.*

Meny, Y., Thoenig, J. C., y Morata, F. (1992). *Las políticas públicas* (No. 350). Barcelona: Ariel.

Monterrubio, A. (2013). *Estado actual del régimen de planeación y ordenamiento territorial metropolitano en México.* Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, Documento de Trabajo, (151).

Moreno-Calles, A., Casas, A., Blancas, J., Torres, I., Maserá, O., Caballero, J., y Rangel-Landa, S. (2010). *Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México.* *Agroforestry systems*, 80(3), 315-331.

Moreno-Calles, A. I., Casas, A., García-Frapolli, E., y Torres-García, I. (2012). *Traditional agroforestry systems of multi-crop "milpa" and "chichipera" cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence.* *Agroforestry systems*, 84(2), 207-226.

Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V., y Vallejo, M. (2016). *Etnoagroforestería en México, los proyectos y la idea del libro.* Moreno-Calles, AI, Casas, A., Toledo, V., Vallejo, M.(Coordinadores). *Etnoagroforestería en México.* Universidad Nacional Autónoma de México. pp, 10-24.

Moreno-Calles, AI, Casas, A., Rivero-Romero, AD, Romero-Bautista, YA, Rangel-Landa, S., Fisher-Ortíz, RA, y Santos-Fita, D. (2016). *Etnoagroforestería: integración de la*

*diversidad biocultural para la soberanía alimentaria en México*. Revista de etnobiología y etnomedicina, 12 (1), 1-21.

Muñoz Justicia, J. (2003). *Análisis cualitativo de datos textuales con Atlas/ti*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Murgueitio, E., Cuellar, P., Ibrahim, M., Gobbi, J., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., y Casasola, F. (2006). *Adopción de sistemas agroforestales pecuarios*. Pastos y Forrajes, 29(4).

Nair, P.K.R.; 1994. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers-ICRAF. Dordrecht.

Nair, P.K.R.; 1990. *Classification of Agroforestry Systems*. In: K.G. MacDicken & N.T. Vergara (eds.); *Agroforestry: Clasification and Management*: 31-57. Jonh Wiley & Sons. New York.

Neto, E. M. D. F. L., Júnior, J. R. S., Casas, A., y Albuquerque, U. P. (2016). *Plant Domestication*. In *Introduction to Ethnobiology* (pp. 213-220). Springer, Cham.

Padilla y Sotelo, L. S. y Luna Moliner, A. M. (2003). *Percepción y conocimiento ambiental en la costa de Quintana Roo: una caracterización a través de encuestas*. Investigaciones geográficas, (52), 99-116.

Pando, F. J. S., & Lorenzo, M. J. R. (2002). *Agroforestería, prácticas agroforestales, uso múltiple: una definición un concepto*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, (14), 9-22.



Pérez Castro, A. B., y Ochoa, L. (2007). A.G. Jácome, S. Rodríguez y F.U. García (coords.). *Los nuevos caminos de la agricultura. Procesos de conversión y perspectivas*. México, Universidad Iberoamericana y Plaza y Valdés. 506 pp. *Península*, 2(2), 151-162.

Pérez, E. (2001). “*Hacia una nueva visión de lo rural*”, en Giarracca, Norma (comp.), ¿Una nueva ruralidad en América Latina?, Grupo de Trabajo Desarrollo Rural, CLACSO, Buenos Aires, pp. 16-29.

Pérez, S., Juan, P. (2016) Agricultura de terrazas en el cerro Tenismo, Toluca, México. *Terra nueva etapa*. 32(51): 163 – 184. [Fecha de Consulta 30 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721/72146268008>

Pérez S., Moctezuma P., Sales C., Reyes M., y Juan P. (2017). *Manejo del suelo en la agricultura tradicional de laderas en Tlaxcala y el Valle de Toluca, México*. En Carreño, Fermín, Rodríguez, Clarita y Castellanos, José Alfredo, Patrimonio biocultural. Experiencias integradoras. México (México): Universidad Autónoma Chapingo.

PRATEC. *Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas: calendario agrofestivo en comunidades andino-amazónicas y escuela*. Lima, Perú: Bellido Ediciones EIRL; 2006.

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). 2010. *Sistemas Agroforestales, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático en Centroamérica*. Noviembre 08 de 2017, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-au008s.pdf>

Raeburn, J. R. (1987). *Agricultura: bases, principios y desarrollo*. Reverté.

Ray, D. E. (2008). *Data Show that China’s More Meat-based Diet is NOT the Cause of Ballooned International Corn Prices?* Agricultural Policy Analysis Center, University of

Tennessee. ROSSET, P.M (2006), *Food is Different: Why We Must Get the WTO Out of Agriculture*. London: Zed Books.

Trujillo, A., & Sepúlveda, C. (2014). *Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca*. Alianza MEXICO REDD+. Disponible en: <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/files/original/15edadd78c52f266fd20e2234a10cba8.pdf>. Fecha de consulta: agosto de 2021.

Rivero-Romero, A. D., Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Castillo, A., y Camou-Guerrero, A. (2016). *Traditional climate knowledge: a case study in a peasant community of Tlaxcala, Mexico*. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 12(1), 1-11.

Rosset, P. M., & Ávila, D. R. (2008). *Causas de la crisis global de los precios de los alimentos, y la respuesta campesina*. *Ecología Política*, (36), 18-22.

Rubí Arriaga, M., González Huerta, A., Pérez López, D. D. J., Cruz Castillo, J. G., & Guadarrama Martínez, N. (2014). *Catálogo de especies frutales presentes en el sureste del Estado de México, México*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1509-1517.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2012). *Agricultura familiar con potencial productivo en México*.

Segrelles, J. A. (2001). *Problemas ambientales, agricultura y globalización en América Latina*.

SEMARNAT. (2009). *Compendio de estadísticas ambientales*. Obtenido de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2009/compendio\\_2009/10.100.8.236\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet68b5.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2009/compendio_2009/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServlet68b5.html)

Somarriba, E. (1998). *Diagnóstico y diseño agroforestal*. Agroforestería en las Américas v. 5 (17-18) p. 68-72.

TAPIA Lorío E.D.C. y LEE LEÓN, B. (1996). *Propuestas agroforestales basadas en el diagnóstico social y caracterización del uso de la tierra: Parte media y baja de la subcuenca III. Cuenca Sur del Lago de Managua*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Agraria, UNA.

Tuirán, R., Fuentes C. y Ávila J.L. (2002), *Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos 2000*, México: Conapo.

Torquebiau, E.F. 2000. *A renewed perspective on agroforestry concepts and classification*. E.F. Torquebiau / C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences 323: 1009–1017.

Tscharntke, t., Y. Clough, T.C. Wanger, L. Jackson, I. Motzke, I. Perfecto y A. Whitbread, 2012. *Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification*. Biological conservation, 151: 53-59.

Villacorta, Y. R. (2020). *Manejo forestal de bosques comunales: estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en comunidades nativas amazónicas del Perú*. Brazilian Journal of Development, 6(11), 90462-90474.

Villanueva, C., Ibrahim, M., y Casasola, F. (2008). *Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 36 p.

Vite, C., Martínez, P. A., Cortés, E., Purroy, R., Palma, J. M., y del Pozo, P. P. (2019). *Leucaena leucocephala (LAM.) de wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 22(2), 331-357.

Yépez, C., Muschler, R., Benjamín, T., y Musálem, M. (2002). *Selección de especies para sombra en cafetales diversificados de Chiapas, México.*

Imágenes:

INEGI. *Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.*

INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III.

Bases de datos

<http://www.plantsoftheworldonline.org/>

<https://www.tropicos.org/home>

<https://www.naturalista.mx/>

## ***IX. Anexos***

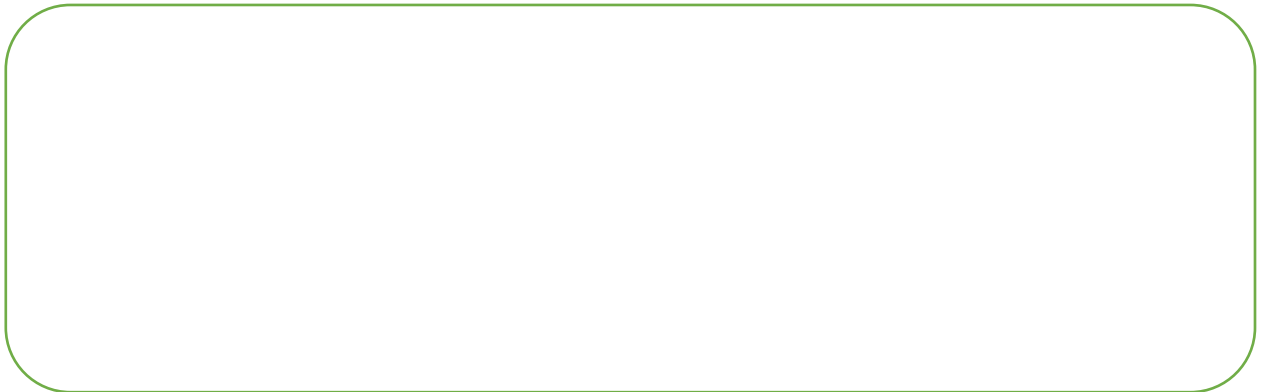
Anexo 1. Entrevista semiestructurada a profundidad realizada a los habitantes de Noxtepec.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MORELIA

ENTREVISTA

Caracterización de Sistemas Agroforestales de Toluca, Estado de México.



Integrantes del equipo/entrevistador:

Fecha:

Paraje (lugar):

Nombre del entrevistado(s):

Edad:

Sexo:

Nombre del dueño de la parcela:

Edad:

Sexo:

**Agricultor/manejador:**

¿Es originario de aquí/toda su vida ha vivido aquí?

¿Cuántas personas conforman su familia?

¿Cuántos viven con usted y quiénes son?

¿Ha salido a trabajar a otro lado?

¿A que se dedican los integrantes de su familia?

¿Viven en la comunidad?

¿A qué se dedicaban sus papás?

¿Usted a que se dedica?

¿Desde hace cuándo se dedica a la agricultura o desde hace cuando lo ha dejado de hacer?

¿Es usted comunero, ejidatario, avicinado o pequeño propietario?

¿Cuántas parcelas tiene? ¿Todas están en el mismo lugar?

¿Sumando todas cuantas hectáreas tiene?

¿Están lejos de su casa?

¿Cuáles son sus tierras favoritas de la comunidad y por qué?

## **Agrodiversidad**

¿Qué cultiva o ha cultivado en su parcela? ¿siempre siembra lo mismo? ¿Por qué?

Actualmente ¿Siembra diferentes clases de maíz, frijol o calabaza?

¿Siembra cultivos al mismo tiempo? ¿Cuántos? ¿Cuáles?

¿En qué meses cultiva? ¿Por qué?

¿Tiene animales? ¿Cuáles y cuantos? ¿Para que los utiliza?

¿Los tiene en su parcela o en otro lugar?

¿En algún momento los animales están o interactúan con la parcela?

### **Prácticas Agrícolas (insumos, maquinaria, temporalidad)**

¿Utiliza todo el terreno para sembrar? ¿Sino es así como es la distribución?

¿Cómo lleva a cabo la siembra? ¿Cómo prepara el terreno? ¿Cómo lo limpia?

¿Qué herramientas o instrumentos usa durante el ciclo?

¿En algún momento utiliza fuego?

¿Utiliza tractor, animales u otro tipo de aditamento para barbechar?

¿Qué tipo de cultivo es (temporal o riego)? Si es de temporal ¿En qué meses llueve? Si es de riego: ¿Cuenta con un sistema de riego? ¿Cada cuánto riega y qué cantidad usa? ¿De dónde obtiene el agua? ¿Es suficiente?

¿De dónde obtiene las semillas?

¿Utiliza fertilizantes? ¿De qué tipo? ¿Cómo los consiguen? ¿sabe el precio? ¿Qué cantidad y cuantas veces lo aplica?

¿Utiliza algún tipo de protección para el cultivo (herbicida, plaguicida, insecticida, etc.)?

¿En algún momento deja descansar la tierra y cuánto tiempo?

Estos animales que tiene ¿Cómo los alimenta? Y ¿Qué tipo de usos tienen?

¿Tiene residuos? ¿Qué hace con ellos? (cultivos o animales)

¿Alguna vez alguien más cultiva su parcela?

¿Recibe ayuda de alguien para trabajarla?

### **Importancia Económica**

¿Por qué siembra el cultivo?

¿El cultivo es para autoconsumo o venta? ¿Dónde llega a vender estos productos?

¿Existen ganancias? ¿En que se invierten?

¿Qué es lo que más vende o consume?

¿La cosecha de autoconsumo es suficiente para todo el año?

¿Con los animales obtiene beneficios económicos?

¿La venta de productos agrícolas como de animales son bien pagados? ¿Antes era diferente?

### **Forestal-Silvestre**

¿Usted desmonta esta parcela? Es decir, limpio este espacio y ¿Cómo lo llevo a cabo?

Además del cultivo, ¿cuáles otras plantas, árboles tiene en su parcela? ¿Cómo se llaman?

¿Para qué los utiliza? (alimento, leña, forraje, etc.)

¿Cuáles son sus favoritos y por qué?

¿Cómo decide que árboles o arbustos dejar en su parcela y por qué?



¿Cómo decide que árboles o arbustos debe quitar en su parcela y por qué?

¿Considera que antes había más árboles en las parcelas o había menos?

## **Prácticas Agroforestales**

### **Plantas, animales y hongos**

¿Cómo le ha hecho para tenerlos? (árboles, han salido solos, los deja, los ha sembrado, los trae del monte, de huerto, de otro lugar, los ha comprado)

¿Cómo los maneja? (los protege, los cuida, los riega, los poda)

¿Dónde prefiere dejar o sembrar árboles, arbustos o magueyes? (en el centro, en la orilla, en las terrazas)

¿Por qué deja plantas en los bordos de las terrazas?

¿Hay algún árbol, arbusto o hierba que piense que le ayuda a la milpa? (ahuyente plagas, le da abono, mejora el clima)

¿Cómo controla la maleza?

¿Qué tipo de animales del monte sabe que viven en las parcelas? (Pájaros, conejos, víboras, insectos, otros)

¿En cuáles árboles o arbustos conoce que les gusta vivir? ¿Por qué piensa que sucede así?

¿Existe algún animal en la parcela que considere que es bueno para usted? ¿Por qué?

¿Qué hace con estos animales?

¿Hay algún animal del monte que sea importante para usted?

¿Existe alguna fiesta que tenga relación con animales o plantas?

¿Hay algún festejo o rezo para trabajar la tierra, o alguno que se hiciera antes?

### **Prácticas públicas y gobernanza**

¿Recibe algún tipo de apoyo para seguir sembrando? ¿Hay prácticas por las que se reciba más apoyo?


¿A qué tipo de programas sociales tienen acceso?

¿Ha pedido algún tipo de apoyo económico?

¿Se han visto limitadas u obstaculizadas (prohibidas) por parte del gobierno?

¿Cómo es la repartición de agua y como acceden a ella?

¿Tienen algún tipo de organización interna?



### **Historicidad y transformación**

Cuando usted era niño, ¿era diferente el monte/paisaje?

¿En qué ha cambiado?

¿Por qué piensa usted que ha cambiado?

¿Quién le enseñó esas prácticas? ¿Cómo aprendió?

¿Considera usted que fue difícil aprender?

¿Usted le enseña a trabajar el campo a sus hijos?

¿Siempre se han realizado de la misma manera dichas prácticas?

¿Han cambiado las cosas que siembra?

### **Cambio, acciones y perspectivas**

¿Cómo son las lluvias/calor/heladas aquí, siempre han sido así o como eran antes?

¿Qué plagas hay ahora, siempre han sido las mismas?

¿Hay algún abono que ha dejado de poner en su cultivo?

¿Se ha perdido la fertilidad de los suelos?

¿Produce más ahora que antes? ¿A qué cree que se debe?

¿Qué actividades se realizan en su familia a parte de la agricultura y a que se dedicaban antes?

¿Qué cambios se han dado a partir de los programas gubernamentales?

¿Usted que sabe de cómo era la agricultura de los antepasados?

¿Ha encontrado evidencias de como trabajaban la tierra los antepasados?

¿Y para usted que significa ser agricultor/campesino?

¿Le parece que es importante su trabajo/ser agricultor?

¿Para usted cual es la importancia de la agricultura?

¿Qué es lo que más le gusta de aquí y de lo que hace? ¿Por qué?

¿Si no se dedicara a esto a que le gustaría dedicarse? ¿Extrañaría algo?

¿Por qué? ¿Por qué se dedicaría a eso?

¿Cómo cree que será la agricultura en unos años? ¿Continuará, se acabará? ¿Por qué piensa que sucede eso?



#### Fenómenos sociales

En cuanto a migración ¿qué pasa más en la localidad, llega más gente o se va más gente?

¿Debido a qué cree que se deba esto?

¿Las personas que vuelven al pueblo invierten en nuevos negocios o regresa al campo?

¿La localidad se ha visto beneficiada por nuevos proyectos de urbanización? ¿carreteras, nuevos edificios públicos, apoyo para construcción, etc.?

¿Este tipo de proyectos benefician a la comunidad?

¿Qué problemas identifican con el campo ¿Qué alternativas han encontrado? ¿Qué les gustaría realizar y qué necesitarían para ello?

Anexo 2. Gráfico de frecuencia de mención de las especies presentes en los diferentes sistemas de manejo de Noxtepec.

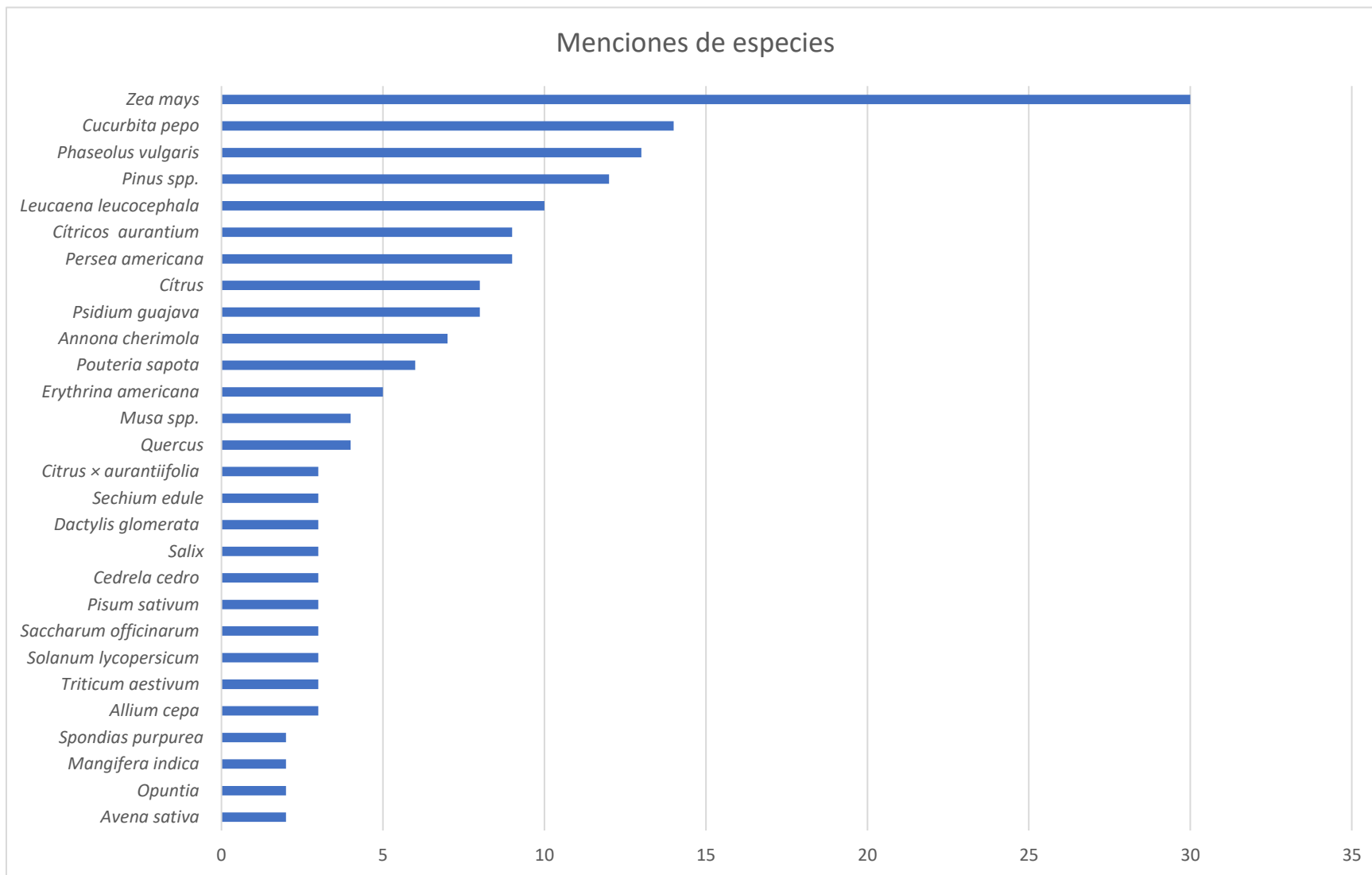


Figura 29. Menciones de las especies presentes en Noxtepec en los diferentes estratos. Especies con 30, 14, 13, 12 y 10 menciones fueron las más representativas, mientras que las que tenían pocas menciones (1) no fueron tomadas en cuenta en el gráfico. Hay que mencionar que también se dejaron de lado especies que no fueron mencionadas en las entrevistas pero que fueron avistadas y/o mencionadas en pláticas informales.

### Anexo 3. Imágenes completas de sistemas en interacción



Figura 30. Fotografía de un huerto o patio destacada en un recuadro rojo donde se ven algunos frutales como platanales. En el recuadro amarillo se observa una cortina rompevientos que protege un cultivo de maíz en la siguiente temporada de lluvias.



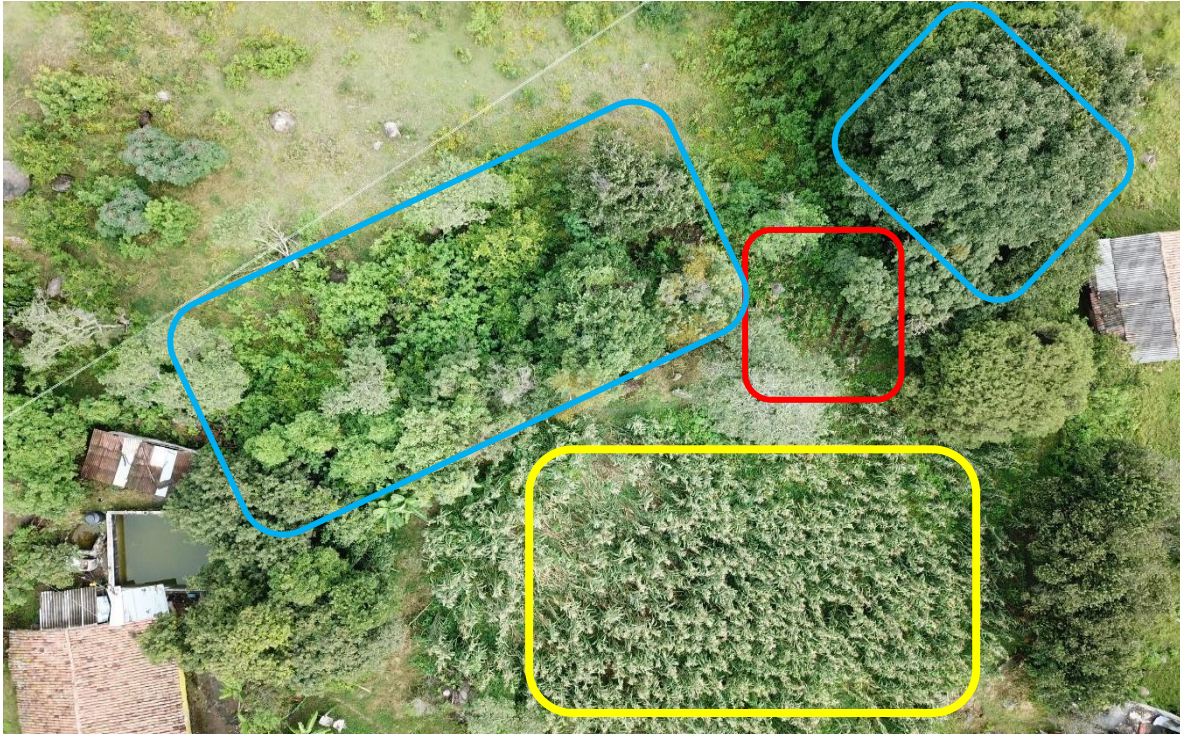


Figura 31. En este terreno se observan dos cultivos: maíz (amarillo) y en rojo (calabaza) que interactúan en una misma temporalidad protegidos por dos hileras de árboles (azul).

#### Anexo 4. Receta para el bokashi, por Pablo Jaramillo.

El objetivo del bokashi en estos casos es retener humedad y proveer de nutrientes a las plantas. El bokashi es un abono súper noble porque viene lleno de nutrientes y casi nada de microorganismos patógenos. Los microorganismos se activan a través de energía y de las reacciones metabólicas, estas reacciones metabólicas se promueven justamente en forma de carbón y azúcar.

##### Receta original

- \*1000 kg de estiércol de vaca fresco
- \*300 kg de existencias de maíz molido,
- \*1200 kg de suelo local,
- \*100 kg de fino carbón vegetal,
- \*25 kg de salvado de trigo,
- \*4 kg de azúcar moreno y
- \*1 kg de levadura de panadería.

Aunque la receta original utilizada en Jaramillo et. al., 2014 contemplo realizarse en grandes volúmenes, se pueden desarrollar en pequeños volúmenes como se menciona a continuación.

##### Pasos previos

Por lo que la clave para hacer el bokashi es, empezar con una buena levadura bien activa y para ello se diluye en... azúcar, piloncillo, melaza o algo que sea así muy calórico en agua caliente. Luego de que se enfría un poco el agua, que llega a unos 38-40° le puedes poner la levadura. Una vez que se tiene la levadura activándose en esta agua azucarada en esta fuente de energía inicial empiezas a hacer tu mezcla y tu mezcla está en base en lo que tengas a la mano.

### **Ingredientes generales**

- 25 kg de materia orgánica
- 30 kg de suelo
- Sugerencias: usar suelo de la localidad de preferencia agrícola, ya que este contiene microorganismos que se van a activar con este proceso.
- 7.5 kg de rastrojo de maíz (color café)
- 2.5 de carbón vegetal, carbón de parrilla muy finamente molido
- 625 de salvado de trigo este sirve para que la distribución de las levaduras y los microorganismos sea homogénea sobre todo tu bokashi.

Todos los materiales que están en la receta estándar se pueden modificar y se pueden cambiar dependiendo de lo que tengan en la mano, pero el principio siempre es el mismo. Es decir, materia orgánica de preferencia materia orgánica suave, materia orgánica fibrosa, puede ser salvado de trigo, tamo de arroz, rastrojo de maíz, cascarilla de arroz, cascarilla de café o estopa de coco, cualquier cosa que tenga bastante fibra.

Esa es la parte orgánica, la parte inorgánica está en el suelo, pero se tiene que buscar un suelo de preferencia agrícola y si es de la localidad es mucho mejor ya que lo que se quiere es activar la microbiota que está en ese suelo al incorporar esas levaduras y esa energía.

La materia orgánica puede ser estiércol de res, pero también se puede usar estiércol de puerco, estiércol humano o residuos orgánicos caseros que funcionan de maravilla. Una vez que se tengan se hacen las proporciones según la cantidad requerida se comienza con la mezcla de los ingredientes.

### **Pasos a seguir:**

- 1.- Se hace una capa con la mezcla de estos elementos
- 2.- Una vez que la levadura este activada (se nota por una nata que se le forma encima con burbujas). Esta se incorpora a la mezcla. Se mezcla bien con pala y rastrillo lo más homogéneamente posible.
- 3.- Se revisa que la humedad de la mezcla este a capacidad de campo (es la cantidad de humedad exacta que un suelo requiere, se checa tomando una cantidad que quepa en la mano, formando una bola y exprimiéndola, si expulsa pocas gotas significa que ha llegado a la capacidad de campo).
- 4.- Una vez que está a capacidad de campo se tapa con una lona. Una vez tapado con la lona se deja cerca de 12 horas. A las 12 horas se debe checar la temperatura, si está caliente y que le salga vapor, está bien. Se mide de nueva cuenta la humedad, en caso de que le falte humedad se agrega agua y si esta húmeda se destapa para que el sol ayude a evaporar el agua y se hace de nuevo la pila.

\*El secreto es que debe estar caliente, sino se calienta es que hay algo mal y se checan las variantes de temperatura o de la levadura por lo que se deben cuidar todos los parámetros.



5.- Después de esto los primeros 6 días se voltean dos veces al día, una vez cada 12 horas porque se calienta demasiado y se puede perder material por la temperatura.

6.- Al día 7 debe empezar a bajar la temperatura y se comienza a voltear la tierra una vez cada 24 horas.

7.- A los 15 días debe de estar frío y eso nos dice que ya está listo.

#### Recomendaciones finales

\*Cuidar los parámetros temperatura-humedad

\*La temperatura oscila entre 70-80°, si esto no se logra hay que levantar la pila a la altura de la cintura para que aumente el calor.

\*Toda reacción exotérmica genera calor y eso hace que los patógenos presentes en la materia orgánica se mueran.

#### Aplicación

A) En el maíz entre 2-3 días antes de la siembra se hace la aplicación y se incorpora. Como en los surcos de maíz se puede hacer la introducción localizada se recomienda solo en donde se va a colocar la semilla evitando desperdiciar en la parte baja del surco.

B) Para algún producto frutal se recomienda la realización de una cepa grande (50x50x50) reemplazando el 25 de suelo por bokashi. Más o menos dándose una idea en un cuadro de 40x40x40 aproximadamente se usarían 12 kilos de bokashi con 12 kilos de suelo.

Anexo 5. Tabla general de especies presentes en los diferentes sistemas de manejo.

Presencia de especies en sistemas de manejo en Noxtepec									
Nombre común	Nombre científico	Forma biológica	Silvestres o domesticadas	Usos	Monte	Milpa de laja	Milpa en plan	Ripario	Huerto
Maíz	<i>Zea maíz L.</i>	Herbácea	D	Cultivo-Forraje	-	X	X	X	X
Calabaza	<i>Cucurbita pepo L.</i>	Herbácea-rastrera	D	Cultivo	-	-	X	X	X
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	Enredadera	D	Cultivo	-	-	X	X	X
Ajo	<i>Allium sativum L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Cebolla	<i>Allium cepa L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Trigo	<i>Triticum aestivum L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Tomate	<i>Solanum lycopersicum L.</i>	Herbácea-trepadora	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	X	-
Fresa	<i>Fragaria vesca L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Chícharo	<i>Pisum sativum L.</i>	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Melón	<i>Cucumis melo L.</i>	Herbácea-rastrera	D	Cultivo	-	-	X	-	X
Chilacayota	<i>Cucurbita ficifolia Bouché</i>	Herbácea-rastrera	D	Cultivo	-	-	X	X	X
Rábanos	<i>Raphanus raphanistrum L.</i>	Herbácea-rastrera	D	Cultivo	-	-	X	-	X

Avena	<i>Avena sativa</i> L.	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	X
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Quelite	<i>Amaranthus</i> sp.	Herbácea	D	Cultivo	-	-	X	-	-
Sangre de drago	<i>Croton</i> sp.	Árbol	S		-	-	X	-	-
Cempasúchil	<i>Tagetes erecta</i> L.	Herbácea	D	Religiosa	-	-	X	-	X
Flor de terciopelo	<i>Celosia argentea</i> L.	Herbácea	D	Religiosa	-	-	X	-	X
Pasto Forrajero	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Herbácea	D	Forraje	-	-	X	-	-
Colorín	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Chirimoyo	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Árbol	D	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Saus	<i>Salix</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Copal	<i>Bursera</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Sabino (Yuniperos)	<i>Juniperus</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Pichote o Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Higo	<i>Ficus carica</i> L.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X

Saiba negra	<i>Ficus sp.</i>	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Saiba Amarilla (Amate amarillo)	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	X	X	X
Cedro	<i>Cedrela cedro</i> Loefl.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Chayote	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Cultivo enredadera	D	Comestible-venta	-	-	-	X	X
Plátano (s)	<i>Musa sp.</i>	Herbácea	D	Comestible	-	-	-	-	X
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	D	Comestible-venta	-	-	X	-	X
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol	D	Comestible	-	-	X	X	X
Lima	<i>Citrus sp.</i>	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Arbusto	D	Comestible-venta	-	-	-	X	X
Limón	<i>Citrus</i> L.	Árbol	D	Comestible-venta	-	-	-	X	X
Piña	<i>Ananas</i> Mill.	Herbacea	D	Comestible	-	-	-	-	X
Limón sin semilla	<i>Cítricos latifolia</i> (Yu.Tanaka) Yu.Tanaka	Árbol	D	Comestible-venta	-	-	-	-	X
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i> L.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X

Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Naranja	<i>Citrus aurantium</i> L.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Nispero	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	-	X
Zapote	<i>Diospyros nigra</i> (J.F.Gmel.) Perr.	Árbol	D	Comestible	-	-	-	X	X
Chile Manzano	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	Herbácea	D	Comestible- venta	-	-	-	X	X
hierbabuena	<i>Mentha arvensis</i> L.	Herbácea	D	Medicinal	-	-	-	-	X
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Arbusto	D	Ornamental	-	-	-	X	X
Bugambilia	<i>Bougainvillea Comm.</i> ex Juss.	Arbusto- árbol	D	Ornamental	-	-	-	X	X
Hierba del sapo	<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroche	Herbácea	S	Medicinal	X	X	-	-	-
Anís	<i>Tagetes</i> sp.	Herbácea	S	Medicinal	X	X	-	-	-
Rosa tronadora	<i>T. stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Herbácea	S		X	X	-	-	-
Girasol	<i>Asteraceae</i> sp.	Herbácea	S	Religiosa	X	X	-	-	-
Rosa de muerto	<i>Laelia autumnalis</i> (Lex.) Lindl.	Herbácea- epífita	S	Religiosa	X	X	-	-	-
Arnica	<i>Asteraceae</i> sp.	Herbácea	S	Medicinal	X	X	-	-	-
Santa María	<i>Asteraceae</i> sp.	Herbácea	S	Religiosa	X	X	-	-	-
Nopal	<i>Opuntia</i> sp.	Cactacea	S	Medicinal	X	X	-	-	-
Magüey	<i>Agave</i> sp.	Cactacea	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-

Pino	<i>Pinus</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Encino	<i>Quercus</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Fresno	<i>Fraxinus</i> sp.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Coahuijilote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Amargo	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	Arbusto	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Fruti	No colectado u observado	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-
Narciso	<i>Cascabela thevetioides</i> (Kunth) Lippold	Árbol	S	Uso agroforestal	X	X	-	-	-