

POSGRADO EN EN DESARROLLO REGIONAL

**SISTEMAS AGROFORESTALES EN LAS MICRORREGIONES
DE COECILLOS Y SAN JOSÉ DEL EJIDO SAN ANTONIO
CALPULALPAN, TLAXCALA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DESARROLLO REGIONAL

PRESENTA
MARGARITO OLMEDO HERNÁNDEZ

DIRECTOR:
DR. ALFONSO PÉREZ SÁNCHEZ

San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala, Agosto, 2024

La presente tesis titulada “Sistemas agroforestales en las microrregiones de Coecillos y San José del ejido San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala” fue realizada por Margarito Olmedo Hernández; ha sido aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Desarrollo Regional

Bajo supervisión del siguiente Comité Tutorial:

Director Dr. Alfonso Pérez Sánchez _____

Revisor Dr. Ángel David Flores Domínguez _____

Revisor Dra. Adriana Isabel Gutiérrez Castro _____

Revisora Dr. José Guillermo Basilio Aragón Loranca _____

Agradecimientos

A Dios por permitirme darme la capacidad y la sabiduría de llegar hasta aquí.

A mi familia; esposa e hijos por su apoyo incondicional en todo momento, siempre serán una parte fundamental en mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico otorgado.

A El Colegio de Tlaxcala A.C., por la calidad de educación que me brindó para la obtención del grado de Maestro en Desarrollo Regional.

A mi comité asesor, por guiarme en el proceso de aprendizaje de esta investigación.

A los productores del ejido de San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala, que me apoyaron con su conocimiento y experiencia, cruciales y fundamentales para esta investigación.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Preguntas de investigación.....	4
1.3 Objetivo general.....	4
1.4 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Justificación.....	5
1.7 Metodología.....	6
CAPITULO II. ANTECEDENTES Y MARCO CONTEXTUAL.....	8
CAPITULO III. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL.....	16
3.1 Conceptos y características de los sistemas agroforestales.....	16
3.2 Sustentabilidad: argumentos y reflexiones teóricas.....	19
3.3 Desarrollo Sustentable vs. Desarrollo Sostenible.....	27
3.4 La agroecología como sustento de los sistemas agroforestales.....	31
CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	40
4.1 Características generales de los encuestados.....	40
4.2 Establecimiento de los sistemas agroforestales.....	46
4.3 Sistemas agroforestales en Coecillos y San José en el contexto del Desarrollo Regional.....	58
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXO 1.....	72

Índice de Figuras

Figura	Página
Figura 1. Evolución demográfica de Calpulalpan entre 1900 y 2017	10
Figura 2. Mapa de localización del municipio de Calpulalpan	11
Figura 3. Fotos de algunas especies vegetales que predominan en la zona de estudio	13
Figura 4. Especies de plantas (trigo -imagen izquierda- y habas - imagen derecha-) para la producción agrícola	15
Figura 5. Edad de los ejidatarios de la microrregión Coecillos (2022).	40
Figura 6. Escolaridad de ejidatarios de la microrregión Coecillos (2022)	41
Figura 7. Edad de los ejidatarios de la microrregión San José (2022)	42
Figura 8. Escolaridad de los ejidatarios de la microrregión San José (2022)	43
Figura 9. Actividad económica más importante de los encuestados (2022)	44
Figura 10. Superficie de cada ejidatario con sistemas agroforestales (2022)	45
Figura 11. Tiempo de establecimiento de los sistemas agroforestales en la microrregión Coecillos (2022)	47
Figura 12. Tiempo de establecimiento de los sistemas agroforestales en la microrregión San José (2022)	48
Figura 13. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (1) y San José (2)	52
Figura 14. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (1) y San José (2)	53
Figura 15. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (izquierda) y San José (derecha)	54

Resumen

En el municipio de Calpulalpan Tlaxcala, se encuentran dos microrregiones principales con problemas de erosión en el suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, por lo que el establecimiento de Sistemas Agroforestales (SAF) representan una propuesta apropiada para la conservación del suelo en dichas microrregiones, las cuales son: San José y Coecillos.

El objetivo de esta investigación fue analizar las acciones realizadas, las limitantes y alternativas para los Sistemas Agroforestales establecidos por los productores en las microrregiones de San José y Coecillos del ejido de San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala. Utilizando la metodología de análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en las dos microrregiones, mediante la aplicación de un cuestionario semiestructurado (en entrevista presencial) con 50 ejidatarios, obteniendo algunas variables como: edad, escolaridad, actividad principal, superficie con sistemas agroforestales, tiempo de establecimiento, características, ventajas y limitantes de los sistemas agroforestales, entre otros aspectos.

Dentro de los resultados obtenidos se obtuvo que los principales factores de fomento del establecimiento de sistemas agroforestales son la recuperación de la fertilidad de los suelos agrícolas, el valor biocultural y económico de las especies vegetales perennes, como el maguey pulquero (*Agave salmiana*), y el conocimiento tácito de los ejidatarios para el diseño y plantación de sistemas agroforestales. En contraparte, los resultados obtenidos evidencian que los principales factores que limitan el establecimiento, son la falta de asesoría técnica especializada y la baja disponibilidad de recursos económicos de los ejidatarios.

Una de las conclusiones más destacadas es que las características sociales y agrícolas de ambas microrregiones, requieren de una política regional de fomento agroforestal donde los cereales, especialmente la cebada, se vean como parte de un todo llamado sistema agroforestal, cuya función no solo es mitigar el deterioro ambiental, sino también el conservar tradiciones y costumbres de la población.

Abstract

In the municipality of Calpulalpan Tlaxcala, there are two main micro-regions with soil erosion problems due to the loss of vegetation cover, so the establishment of Agroforestry Systems (SAF) represents an appropriate proposal for soil conservation in these micro-regions (San José and Coecillos).

The objective of this research was to analyze the actions carried out, the limitations and alternatives for the Agroforestry Systems established by producers in the microregions of San José and Coecillos of the ejido of San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala. Using the methodology of analysis and diagnosis of production systems in the two micro-regions, through the application of a semi-structured questionnaire (in face-to-face interview) with 50 ejidatarios, obtaining some variables such as: age, education, main activity, area with agroforestry systems, establishment time, characteristics, advantages and limitations of agroforestry systems, among other aspects.

Among the results obtained, it was found that the main factors promoting the establishment of agroforestry systems are the recovery of the fertility of agricultural soils, the biocultural and economic value of perennial plant species, such as the maguey pulquero (*Agave salmiana*), and the tacit knowledge of ejidatarios for the design and planting of agroforestry systems. On the other hand, the results obtained show that the main factors that limit the establishment are the lack of specialized technical advice and the low availability of economic resources of the ejidatarios.

One of the most notable conclusions is that the social and agricultural characteristics of both microregions require a regional agroforestry promotion policy, where cereals, especially barley, are seen as part of a whole called agroforestry system, whose function is not only to mitigate environmental deterioration, but also preserving traditions and customs of the population.

Introducción

La agroforestería se practica desde hace muchos años en numerosas partes del mundo; sus formas varían considerablemente de un paisaje a otro, de un país a otro y de una región a otra en función de las necesidades y la capacidad de las personas, condiciones ambientales, culturales y socioeconómicas prevalecientes. Algunos de los sistemas agroforestales que se utilizan en todo el mundo son los barbechos mejorados, plantación de árboles entre cultivos, los huertos caseros, el cultivo en callejones, el cultivo de árboles y arbustos multipropósito en tierras agrícolas, la plantación en linderos, los bosquetes en fincas, los huertos y jardines arbolados, las plantaciones de árboles, las cortinas protectoras, los rompe vientos, los setos de conservación, los bancos de forraje, los sistemas silvopastoriles y la apicultura con árboles. (Alao & Shuaibu, 2013).

La agroforestería es el término general utilizado para los sistemas y las tecnologías de uso de la tierra en los que se combinan deliberadamente plantas leñosas perenes (como árboles, arbustos, palmas o bambús) con cultivos agrícolas o animales en la misma parcela de tierra con algún tipo de disposición espacial y cronológica. La agroforestería se puede definir también como un sistema de manejo dinámico y ecológico de los recursos naturales que a través de la integración de los árboles en las fincas y en los paisajes agrícolas o bien a través de la producción de productos agrícolas en los bosques, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo diversifica y sustenta la producción con objeto de incrementar los beneficios económicos, sociales y ambientales de los usuarios; estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave. (Alao & Shuaibu, 2013: 156–159).

De manera particular, esta investigación aborda dos microrregiones con tradición de sistemas agroforestales en el ejido San Antonio Calpulalpan, al poniente del estado de Tlaxcala, en donde en el año 2022 se hizo una encuesta a 50 ejidatarios, se trabajó con asesoría para el mantenimiento de las plantaciones agroforestales y se hicieron jornadas de trabajo en las parcelas ejidales.

Este trabajo de investigación es requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Desarrollo Regional por El Colegio de Tlaxcala, A. C. El documento comprende cinco capítulos. En el primero se presenta el diseño de la investigación. En el segundo se presentan antecedentes y un marco del contexto económico, físico y demográfico de la zona de estudio. El tercero aborda teorías y conceptos de sustento a la investigación. En el cuarto se presentan los resultados, su análisis y la disertación de éstos respecto a las teorías y conceptos de sustento. El capítulo cinco contiene las conclusiones. Al final se describe la bibliografía consultada y se inserta un anexo con el cuestionario utilizado.

I. Diseño de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

Existen diversas prácticas agrícolas orientadas a reducir la degradación de los suelos dedicados a la agricultura. Dentro de éstas, están los sistemas agroforestales, cuyas características dependen del clima, de las especies vegetales nativas, del relieve, del conocimiento de los agricultores, de la tecnología disponible, de los cultivos agrícolas establecidos, entre otros aspectos.

En territorios, como el municipio de Calpulalpan, donde la agricultura es en su mayoría de temporal con la siembra de cereales como maíz, cebada, trigo, avena en monocultivo, con contrastes macrorregionales en la mecanización de la tecnología de producción; el paisaje evidencia la existencia de sistemas agroforestales, a pesar de la caída de las utilidades de la agricultura y el aumento consistente del arrendamiento de tierras agrícolas.

De manera específica, en las microrregiones del ejido San Antonio Calpulalpan conocidas como San José y Coecillos, es más alta la presencia de sistemas agroforestales, tal vez como estrategia endógena para paliar la erosión de los suelos y la reducción de los rendimientos agrícolas por hectárea. Estos hechos son un tanto sorprendentes dado que la cebada es el cultivo agrícola predominante en ambas microrregiones, con el uso frecuente de maquinaria agrícola como tractor, arado de tracción mecánica, cosechadoras combinadas, así como la aplicación de diversos agroquímicos contemplados en el paquete tecnológico de la empresa con la cual se hace el contrato de compra-venta del grano. El uso intensivo agrícola y altamente mecanizado depende de insumos elevados de agroquímicos para la producción, por lo que conlleva a un alto desgaste de las capacidades agroecológicas del sistema; siendo esto un escenario no adecuado para el establecimiento de sistemas agroforestales, sin embargo, están presentes ya que tienen la bondad para recuperar las condiciones agroecosistemáticas y son de interés de esta investigación para responder a

varias preguntas de investigación para contribuir a explicar cómo y por qué los sistemas agroforestales coexisten con la agricultura mecanizada de cereales.

1.2 Preguntas de investigación

General:

¿Qué factores han incidido en el establecimiento de sistemas agroforestales en terrenos agrícolas de las microrregiones de San José y Coecillos, del ejido San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala?

Específicas:

¿Qué acciones han realizado los productores agrícolas en los Sistemas Agroforestales establecidos?

¿Cuáles son los diversos factores (políticos, económicos, ambientales) que limitan el establecimiento de los sistemas agroforestales?

¿Qué beneficios (económicos, ambientales, sociales) ha tenido de los Sistemas Agroforestales establecidos en las microrregiones de estudio?

1.3 Objetivo General

Analizar las acciones realizadas, las limitantes y alternativas para los Sistemas Agroforestales establecidos en las microrregiones de San José y Coecillos del ejido de San Antonio Calpulalpan, Tlaxcala.

1.4 Objetivos Específicos

- Explicar las prácticas realizadas por los productores agrícolas del ejido de San Antonio Calpulalpan sobre el establecimiento de los Sistemas Agroforestales en los suelos que cultivan.
- Identificar las limitantes que han tenido los productores agrícolas del núcleo agrario para implementar el establecimiento de Sistemas Agroforestales.
- Definir un modelo de producción agroforestal sustentable para la recuperación de suelos agrícolas de acuerdo a los beneficios obtenidos.

1.5 Hipótesis

Los principales factores económicos, sociales y tecnológicos que estimulan el establecimiento de Sistemas Agroforestales en las microrregiones de San José y Coecillos del ejido San Antonio Calpulalpan, son la recuperación de la fertilidad de los suelos agrícolas, el valor biocultural y económico de plantas endémicas como el maguey pulquero (*Agave salmiana*) y el conocimiento tácito de los ejidatarios para el diseño y plantación de sistemas agroforestales. En contraparte, los principales factores tecnológicos y económicos que limitan el establecimiento, son la falta de asesoría técnica especializada y la baja disponibilidad de recursos económicos de los ejidatarios.

1.6 Justificación

En general los Sistemas Agroforestales han sido establecidos con la finalidad de incrementar la producción mediante la diversidad de distintas especies en una fracción de terreno. Sin embargo, actualmente no se ha logrado la integración en las escalas que propone el diagnóstico y diseño agroforestal que considera a las escalas macro, meso y micro; ya que los esfuerzos han sido enfocados en el diseño agroforestal a la escala micro y dirigidos a los sistemas de producción a nivel parcela, sin abundar sobre la relación entre sistemas agroforestales, conservación de biodiversidad y paisaje.

En el municipio de Calpulalpan, Tlaxcala únicamente se ha considerado la escala de los Sistemas Agroforestales a nivel micro, ya que en las microrregiones de San José y Coecillos solo fueron establecidos y en algunos casos se abandonaron debido a la falta de asistencia técnica para el mantenimiento de estos sistemas, por lo que se requiere de manera necesaria dirigir la mirada hacia los ecosistemas para el rediseño de Sistemas Agroforestales para reducir la erosión del suelo, integrando especies locales como árboles frutales y endémicas como el maguey dentro de este tipo de sistemas como parte fundamental del diseño.

Este tipo de especies tienen como objetivo el funcionamiento y vegetación de áreas de tierra no utilizada como son los bordos de las parcelas, convirtiéndose en elementos ecológicamente importantes conjuntamente con áreas de uso agrícola, las cuales conforman un Sistema Agroforestal de beneficio a los dueños de dichas parcelas por la obtención de frutos de los árboles, nopales y la obtención de subproductos del maguey como lo es el aguamiel y el pulque además con este tipo de diseños agroforestales se identifican los sistemas de producción existentes, sus características, así como también los recursos forestales presentes en áreas remanentes y sin utilizar, buscando la conectividad a la meso escala; este término hace referencia a que ya existen bases de Sistemas Agroforestales establecidos y se busca fortalecer lo que ya existe, por lo que en este trabajo de investigación se proponen diseños agroforestales basados en información obtenida de los mismos productores.

1.7 Metodología

Las áreas de estudio fueron dos microrregiones del ejido San Antonio Calpulalpan, nombradas como San José y Coecillos, las cuales se eligieron por los siguientes criterios: a) la presencia de sistemas agroforestales es mayor en comparación con otras áreas del ejido (entre ambas microrregiones se concentran alrededor de 2500 hectáreas de 285 ejidatarios y en aproximadamente el 80% de la superficie existen sistemas agroforestales), b) coexisten con agricultura mecanizada para la producción de cereales (cebada, maíz, trigo y avena); c) se da de manera frecuente el arrendamiento de terrenos agrícolas.

Con base en esta información, la cual se obtuvo con los representantes del Comisariado Ejidal del ejido, se optó por una muestra intencional a partir de la técnica bola de nieve, resultando 50 ejidatarios seleccionados (el 17% del total).

Se realizaron entrevistas de manera presencial con 50 ejidatarios con base en un cuestionario semiestructurado (ver anexo 1) con varios apartados: edad, escolaridad, actividad principal, superficie con sistemas agroforestales, tiempo de establecimiento, características, ventajas y limitantes de los sistemas agroforestales, entre otros aspectos.

De manera adicional se realizó la técnica de Observación Participante; en donde la investigación involucra la interacción entre el investigador y los informantes de manera social en un escenario que favorece y permite al investigador tener acceso a la confianza de los informantes y a las actividades realizadas en su vida diaria contribuyendo con ellos en beneficios que les favorecen a los informantes (asistencia técnica, mejoras de prácticas o técnicas de innovación, etc.) y al investigador para la recolección de datos buscados por el mismo. (Taylor y Bogdan, 1984).

De esta manera, se llevó a cabo la capacitación y asesoramiento a ejidatarios para establecer Sistemas Agroforestales, lo cual permitió un mayor acercamiento y confianza con ellos a manera de retribución social. También aplicando la misma técnica de Observación Participante, se participó como observador en asambleas de ejidatarios, en donde se obtuvo información sobre cuestiones agrarias, subsidios que reciben, la relación con la empresa Cebadas y Maltas S.A. de C.V. y otros aspectos más.

Los datos obtenidos fueron capturados en una hoja de Excel. Para el análisis, se utilizaron primordialmente métodos de estadística descriptiva como tablas de frecuencias o estimación de promedios o medias, con los cuales se elaboraron varias gráficas. De manera adicional se calcularon coeficientes de correlación de Pearson y Spearman para revisar si había o no asociación entre algunas variables para ayudar a explicar los resultados obtenidos.

Los datos cualitativos y cuantitativos se codificaron y, con el auxilio de la hoja de Excel, se analizaron coincidencias o divergencias o se agruparon según las respuestas de los encuestados de acuerdo a datos arrojados como: edad, escolaridad, actividad principal, superficie con sistemas agroforestales, tiempo de establecimiento, características, ventajas y limitantes de los sistemas agroforestales.

II. Antecedentes y Marco Contextual

Calpulalpan, oficialmente como Heroica Ciudad de Calpulalpan, es una ciudad mexicana cabecera y principal centro urbano del municipio homónimo, ubicada al poniente del estado de Tlaxcala. El Censo de población y Vivienda 2020 estimó que el municipio de Calpulalpan tenía en ese año alrededor de 51 mil habitantes, lo que implica que la ciudad de Calpulalpan concentra alrededor del 74% de la población municipal.

La información que a continuación se expone del municipio se obtuvo de las páginas web: <https://www.calpulalpan.gob.mx> y www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios (2022).

Calpulalpan fue un poblado indígena y lugar de paso para los comerciantes pochtecas que se dirigían a la gran Tenochtitlan. En la época prehispánica perteneció al reino de Texcoco. Previo a la conquista de México, la ciudad era llamada Calpollalpan, nombre que deriva de la lengua náhuatl. www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios.

En 1608, se consolidó como villa hispana con el nombre de San Antonio Calpulalpan, en 1937, fue elevada a la categoría de ciudad por el decreto número 13 del 21 de mayo de 1937, para el 16 de octubre de 2015 es renombrada por el decreto número 142 recibiendo el título de Heroica, proclamándose, así como «Heroica Ciudad de Calpulalpan» como reconocimiento a las acciones emprendidas en su territorio, en la batalla del 10 de abril de 1867 contra el ejército francés. El 3 de enero de 1863 durante la Intervención Francesa, la Secretaría de Gobernación Federal mandó una orden al Gobernador del Distrito para que el municipio de Calpulalpan se incorporara al Distrito de Tlaxcala perteneciente al Distrito de Texcoco, mandato que fue ejecutado con la condición de su reincorporación una vez terminada la guerra.

www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios.

Calpulalpan no fue reintegrada por lo que el 14 de octubre de 1870, el gobierno del estado de México solicitó su reincorporación, lo cual llevó a una serie de negociaciones que culminaron el 29 de julio de 1871, con que el gobierno estatal mexiquense cede el territorio de Calpulalpan al estado de Tlaxcala. El congreso de Tlaxcala fijó esa fecha como fiesta estatal conmemorando la anexión de Calpulalpan, en 2016 fue celebrado el 142 aniversario de este hecho, declarando capital del Estado por único día a la ciudad.

www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios (2022).

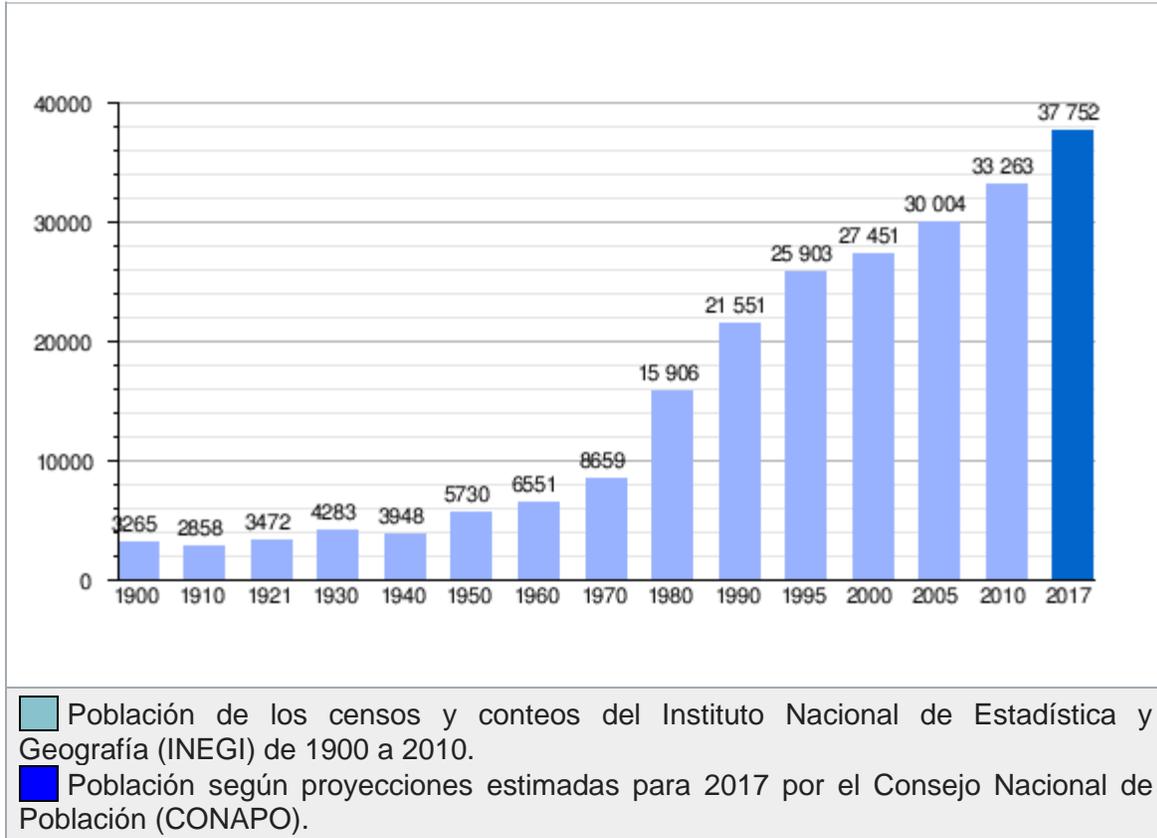
La ciudad se encuentra en la zona centro de municipio de Calpulalpan, en la región económica Poniente-Calpulalpan designada por el consejo económico y social del estado de Tlaxcala, y en la región geográfica de los Llanos de Apan y Pie Grande. Está a solo 61 km de Tlaxcala de Xicohtencatl, a 99 km de la ciudad de Puebla y a 70 km de la ciudad de México.

División política y demografía

El municipio se encuentra dividido por trece comunidades que a su vez conforman, el cabildo del H. ayuntamiento de Calpulalpan, así tendiendo participación dentro del órgano de gobierno municipal; cabe mencionar que sus presidentes de comunidad son elegidos cada tres años. Las trece comunidades son las siguientes: 1.- Diaz Ordaz 2.- Santa Isabel Mixtitlan 3.- San Antonio Mazapa 4.- La soledad 5.- El mirador 6.- Francisco Sarabia 7.- Alfonso Espejel 8.- San Mateo Actipan 9.- San Felipe Sultepec 10. San Marcos Guaquilpan 11.- Santiago Cuaula 12.- San Cristóbal Zacacalco 13.- La venta. (INEGI, 2010).

La población de la cabecera municipal ha aumentado de manera significativa, sobre todo a partir de 1980 en adelante las tasas de crecimiento poblacional son más altas a las de períodos anteriores (Figura 1).

Figura 1. Evolución demográfica de Calpulalpan entre 1900 y 2017



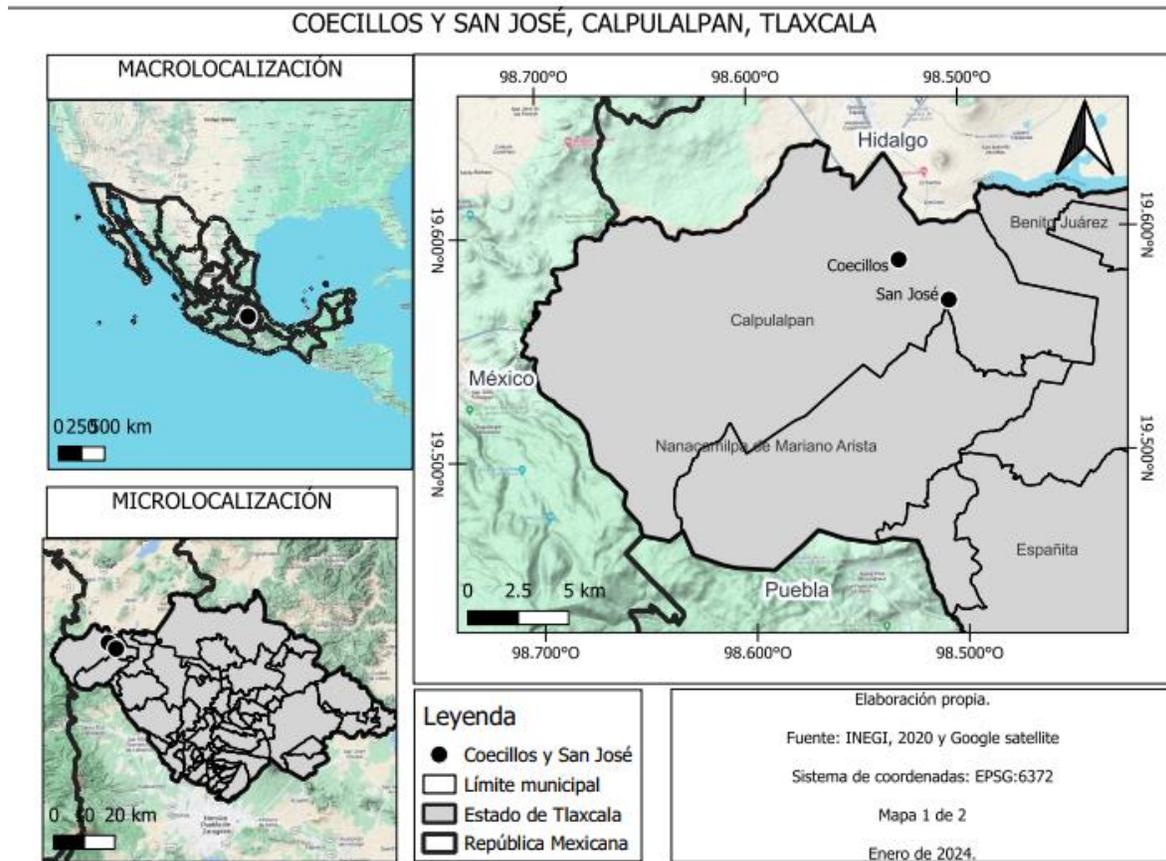
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

La información que se presenta a continuación se obtuvo de la página web www.calpulalpan.gob.mx (2022).

Localización

El municipio de Calpulalpan se encuentra ubicado en el Altiplano central mexicano a 2,580 metros sobre el nivel del mar, se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19° 35' 00" latitud norte y 98° 34' 00" longitud oeste. Colinda al norte con el estado de Hidalgo, al sur con el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, al oriente se establecen linderos con los municipios de Nanacamilpa de Mariano Arista y Lázaro Cárdenas, y al poniente colinda con el estado de México; siendo el único municipio del Estado de Tlaxcala que colinda con tres estados de la república mexicana.

Figura 2. Mapa de localización del municipio de Calpulalpan



Fuente: elaboración propia obtenido en enero de 2024.

Extensión geográfica

Según la información geoestadística proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el municipio de Calpulalpan comprende una superficie de 254.82 km², lo que representa el 6.38% del total del territorio estatal, el cual asciende a 3,991.14 km².

Relieve

El relieve de Calpulalpan, al igual que el del estado en su conjunto, presenta tres formas características: Zonas planas que abarcan el 75% del total del territorio municipal. Zonas accidentadas, que ocupan el 15% de las tierras, en las que se localizan elevaciones como el monte Mal País, Coecillos, puente Columpio, San Ignacio, el Jaral y puente Comique. Zonas semiplanas que comprenden el 10% restante de la superficie y se localizan en el lomerío de las zonas de las barrancas antes mencionadas.

Hidrografía

En Calpulalpan los recursos hidrográficos son escasos, el Arroyo Amaxac, ubicado al oriente del municipio es el mayor, con una longitud aproximada de 7 km., y una trayectoria de norte a sur. Existen además otros arroyos de caudal sólo durante la época de lluvias, por lo que su importancia es mínima.

Clima

En este municipio, el clima se considera semifrío húmedo, con régimen de lluvias en los meses de abril a septiembre. El periodo más caluroso es entre marzo y mayo. La temperatura promedio máxima anual registrada es de 22.2° y la mínima de 5.9°. La precipitación promedio máxima registrada en el municipio es de 126.2 milímetros y la mínima de 9.7 milímetros en un mes.

Flora

Por su ubicación geográfica y clima, corresponde a este municipio una vegetación compuesta principalmente por bosques de pino y oyamel, en el primer caso las especies representativas son pino real (*Pinus montezumae*), pino blanco (*Pinus pseudostrobus*) y ocote (*Pinus teocote*), a menudo asociado con encinos (*Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*).

En el segundo caso la especie dominante es el oyamel (*Abies religiosa*), contando en su masa forestal con individuos de ailites (*Alnus jorullensis*), huejote (*Salix paradoxa*) y madroño (*Arbutus xalapensis*). En las áreas perturbadas del bosque, es frecuente encontrar una población abundante de chaquira (*Ceanothus coeruleus*), la cual es indicadora del fuerte desequilibrio ecológico, instalándose dicha especie como la inicial de la sucesión biológica. En el municipio se encuentran vestigios de matorral xerófito con individuos aislados de sabino (*Juniperus deppeana*). En los límites de las parcelas agrícolas, y en general en las áreas urbanas y suburbanas, se encuentran ejemplares de cedro blanco, tejocote, zapote blanco, capulín, trueno, álamo blanco, casuarina y eucalipto.

Figura 3. Fotos de algunas especies vegetales, izquierda: capulín (*Prunus serotina*), derecha: ocote (*Pinus teocote*) que predominan en la zona de estudio



Fuente: trabajo de campo (2022).

Fauna

No obstante, el crecimiento y expansión acelerada de la mancha urbana, en el territorio del municipio todavía es común encontrar algún tipo de fauna silvestre, a saber: liebre (*Lepus californicus*), tuza, conejo (*Silvilagus floridanus*), ratón de campo, codorniz (*Cyrtonix montezumae*), coyote (*Canis latrans*), víbora de cascabel (*Crotalus sp.*) y tlacuache (*Didelphis marsupialis*).

Tipo de suelo

En el territorio del estado hay suelos de tipo cambisoles, litosoles, andosoles, regosoles, gleysoles, fluvisoles, vertisoles, solonchaks, ranker, rendzinas, serosoles e histosoles. Los suelos del municipio de Calpulalpan son cinco: los cambisoles, fluvisoles, litosoles, andosoles y regosoles.

Uso de la superficie cultivable

El total de la superficie que ocupan las unidades de producción rural en el municipio de Calpulalpan es de 14,572 hectáreas, mismas que representan el 6.0% de la superficie total del estado. De tal extensión, el 96.7% (14,086 hectáreas), constituye la superficie de labor, son las tierras dedicadas a cultivos anuales o de ciclo corto, frutales y plantaciones. El resto del uso actual del suelo, se distribuye de la siguiente forma: pasto natural, con 235 hectáreas; bosque o selva 210 hectáreas, finalmente, 41 hectáreas son tierras sin vegetación.

Actividades económicas

Las principales actividades económicas del municipio son la agricultura, ganadería, comercio, silvicultura, industria y turismo. Sus habitantes cultivan cebada, trigo, chícharo, maíz y habas. Se cría ganado bovino, porcino, ovino y caprino, además de colmenas y aves. En silvicultura, se explota el pino y el oyamel. La pesca se realiza en pequeña escala y se captura la carpa. Cuenta con industrias manufactureras de calzado y guantes, de transformación y de la construcción. También producen pulque de gran calidad y licor de maguey.

Figura 4. Especies de plantas (trigo -imagen izquierda- y habas -imagen derecha-) para la producción agrícola



Fuente: trabajo de campo (2022).

III. Marco Teórico-conceptual

3.1 Conceptos y características de los sistemas agroforestales

FAO (2005), Casanova et al. (2016) y Narváez et al. (2020) destacan que los Sistemas Agroforestales son sistemas multifuncionales, esto quiere decir que proporcionan una amplia variedad de beneficios socioculturales, económicos y ambientales dentro de un ecosistema; esto nos conlleva a que la agroforestería es muy importante de manera especial y necesaria para los pequeños agricultores debido a que genera diversos servicios y productos en un zona de tierra limitada o mejor dicho en un espacio pequeño, así como también este tipo de sistemas tienen sus limitaciones ya que es necesario y recomendable analizarlos minuciosamente antes de su introducción o de llevarlos a cabo de manera funcional.

Los sistemas agroforestales ofrecen al campesino varias ventajas como son:

- Incrementar los ingresos y la calidad de vida de una familia campesina, ya que existe una combinación de cultivos teniendo ciclos de producción más equilibrada.
- Reduce los costos de producción debido al bajo nivel de plagas y enfermedades en policultivos.
- A mediano y largo plazo, los ingresos de la producción de madera y productos no maderables, como la goma, frutas, colorantes y miel pueden ser importantes.

Este tipo de ventajas no se alcanzan a obtener con los sistemas convencionales de monocultivo. FAO, (2005), Casanova et al. (2016) y Narváez et al. (2020).

Dentro de los Sistemas Agroforestales existen dos tipos:

Simultáneos: los cuales consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería.

Secuenciales: que son aquellos en los que existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; es decir, que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo; dentro de estas actividades se incluyen formas de agricultura migratoria con intervención o manejo de actividades primarias en el suelo como barbechos y métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, pero sólo temporalmente, hasta que el follaje de los árboles se encuentre desarrollado. FAO, (2005).

El importante papel de los sistemas agroforestales tradicionales en el mantenimiento y desarrollo de la diversidad cultural se debe a que:

1. se encuentran integrados a estrategias múltiples de uso y manejo de la diversidad y proveen diversos beneficios a los seres humanos a escala local, regional y global (Alcorn, 1990; Toledo, 1990; Schroth et al., 2004).
2. conservan especies nativas, endémicas y de importancia cultural (Alcorn, 1990; Schroth et al., 2004; Bhagwat et al., 2008).
3. integran y recrean las cosmovisiones, los conocimientos, las prácticas y las reglas de uso (Toledo, 2002; Simons y Leakey, 2004).
4. son escenarios para la innovación de las estrategias de manejo y de domesticación de especies y paisajes y, por lo tanto, áreas de conservación y continuo desarrollo de diversidad cultural (Casas et al., 2007; Blancas et al., 2010).

Boege (2008), menciona que los Sistemas Agroforestales de los pueblos de México están bajo la presión de diversos factores socio ecológicos, los cuales han determinado cambios negativos en la diversidad cultural. Entre este tipo de cambios son de destacarse la disminución y cambios en la riqueza, composición y diversidad de los sistemas a escala local y de paisaje, así como la pérdida y transformación de cosmovisiones, conocimientos y prácticas tradicionales que sostienen a tal diversidad, o incluso la pérdida de los sistemas.

En las últimas décadas se han incrementado los estudios de estas formas de uso de la tierra y actualmente se están desarrollando estrategias conjuntas entre organizaciones no gubernamentales, organizaciones campesinas, universidades y centros de investigación para la caracterización, inventario, revaloración y mejoramiento de los Sistemas Agroforestales, los cuales empiezan a ser reconocidos como parte de los patrimonios de los pueblos de México.

Gliessman (1998) y Nicholls y Altieri (2019) afirman que los sistemas agrícolas tradicionales comúnmente sostienen una gran diversidad de plantas, dando lugar a sistemas de policultivos y agroforestería, diseñando una estrategia para minimizar riesgos realizando la plantación de una diversidad de especies de plantas y variedades de cultivos con la finalidad de mejorar los rendimientos a largo plazo, además este tipo de sistemas maximizan la recuperación de recursos como el suelo con recursos limitados y poca tecnología.

Los suelos que contienen un alto contenido de materia orgánica generalmente se consideran fértiles, debido a que generan gran cantidad de nutrientes que necesitan las plantas para su desarrollo así como también poseen gran cantidad de organismos benéficos los cuales previenen enfermedades en los cultivos establecidos ya que generan una alta actividad biológica microbiana; así como también las prácticas agrícolas que causan desbalances nutricionales pueden disminuir la resistencia a plagas (Magdoff y Van Es, 2000; Suez, 2020).

Krishnamurty y Ávila (1999), mencionan que dentro de los beneficios económicos y sociales de los Sistemas Agroforestales se incluyen varios productos (forrajes, maderas, resinas, frutos, follajes, etc.), además de la amplitud de servicios ambientales tanto climáticos por la creación de microclimas, hidrológicos por la retención de humedad en el suelo, edáficos por evitar la erosión, así como también ecológicos y humanos.

Villa et al. (2020), a través de varias investigaciones, señalan que entre los principales beneficios que prestan los Sistemas Agroforestales se incluyen la recuperación, conservación y mejora de la biodiversidad, el aumento de las reservas de carbono, la fijación biológica de nitrógeno y el reciclado de nutrientes, la disminución de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En consecuencia, los Sistemas Agroforestales son soluciones potenciales para las prácticas que articulan la conservación de la biodiversidad y el incremento de la productividad agrícola, ya que pueden ser más rentables y productivos que los monocultivos convencionales.

En los años noventa del siglo pasado, Conway (1994) señaló que las principales causas que generan la degradación de los recursos, son la inseguridad en los derechos de la propiedad, los sistemas inapropiados para el manejo de recursos, las instituciones deficientes de carácter crítico, las políticas regionales y nacionales a corto plazo, y una carencia de mecanismos económicos que evalúen adecuadamente los recursos naturales en relación con todos sus potenciales, ahora y en el futuro. En épocas más recientes, se han destacado la superpoblación, el desarrollo industrial y los patrones de consumo derivados de dichos modelos y los desechos producidos, como factores que provocan una alta tasa de consumo de recursos naturales, degradando el ambiente global (SEMARNAT, 2016).

3.2 Sustentabilidad: argumentos y reflexiones teóricas

La sustentabilidad consiste en encontrar formas en que la especie humana pueda vivir en este planeta de manera indefinida, sin comprometer el futuro; dada la capacidad de que nuestra especie puede modificar conscientemente algunos

elementos de la interacción con el medio ambiente. Ante este tipo de acciones estas decisiones de manejo y sus consecuencias se puede fundamentar con un balance de sociedad y naturaleza, donde la sustentabilidad de la especie humana sólo puede ser definida en relación con el nivel de la interacción entre el complejo total de los sistemas humanos y los sistemas ambientales directamente implicados, por lo que el estudio de la sustentabilidad requiere de un entendimiento de los diferentes sistemas, principalmente de los sistemas humanos y ambientales (Clayton y Radcliffe, 1996).

Edwards et al. (1993), establecen que la sustentabilidad es un proceso que se puede medir de manera fácil a niveles pequeños como: finca, comunidad o fracción de terreno, pero a niveles de mayor superficie se convierte en una manera difícil, debido a que son escalas mayores.

Masera et al. (2000), sostienen que la sustentabilidad debe estar hecha de manera operacional en cada contexto específico, a diferentes escalas para poder alcanzarla, y además deben ser diseñados los métodos apropiados para su medición a largo plazo indispensablemente.

La comisión mundial creada por la primer ministra Noruega Gro Harlem Brundland en 1987 define el desarrollo sustentable como aquel “que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”, este concepto ha sido criticado por centrarse principalmente en indicadores políticos y económicos, los cuales no necesariamente reflejan el bienestar de una comunidad o una población establecida en un espacio determinado. El discurso dominante busca promover el crecimiento económico sostenido, negando las condiciones ecológicas y termodinámicas que establecen límites a la apropiación y transformación capitalista de la naturaleza (Leff, 1998).

La sustentabilidad es un concepto de amplio aspecto, el cual debe incluir en sus procedimientos aspectos sociopolíticos y económicos que permitan satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas, distinguiendo dos tipos de condiciones: ecológicas, porque existen límites en nuestro planeta, pero sobre todo una

condición moral porque entre sus fines están no perjudicar a las generaciones futuras (Riechman, 1995).

La importancia del estudio de la sustentabilidad de los Sistemas Agroforestales radica de manera principal en que su investigación se destacan algunas características especiales de procesos y técnicas de transformación en el medio ambiente, las cuales incluyen respuestas biológicas y económicas de cultivos agrícolas a determinadas prácticas de manejo, como es el caso de sistemas con componentes de cultivos o de incrementos en las distintas variables productivas y reproductivas de animales de interés zootécnico, derivados de los arreglos establecidos por el productor o campesino dentro del Sistema Agroforestal con la finalidad de obtener un mejor beneficio (Giraldo y Valencia, 2010).

Candelaria *et al.* (2014), menciona que la sustentabilidad es un objetivo para cualquier actividad que genere beneficios económicos; y las actividades del sector agropecuario no son excepción, debido a que en las últimas dos décadas los estudios sobre la permanencia de los recursos bióticos se han incrementado considerablemente, ya que dentro de la noción global de desarrollo sustentable las actividades agropecuarias son prioridades que deben atenderse, dada su contundente influencia en el desarrollo humano, social, económico, así también como la calidad de los recursos naturales.

La sustentabilidad consiste en construir los principios y valores ambientales de manera racional en los pueblos que ocupan un espacio en la tierra, desde su arraigo en su estilo de vida de usos y costumbres existentes dentro de cada territorio, así como también su potencialidad de ser los principales actores en la construcción de movimientos socio-ambientalistas, con el propósito de restaurar y reconstruir desde sus más profundas raíces su identidad cultural y sus prácticas de preservar el patrimonio biocultural para reinventar su vida de manera sustentable. Por lo que de esta manera el territorio es primordial, ya que dentro de este se llevan a cabo practicas económicas y ecológicas en comunidades pertenecientes, teniendo cada una su espacio para reconfigurar su identidad

cultural donde emergen los nuevos actores políticos y movimientos ambientales para la apropiación social de sus territorios donde habitan y viven (Leff, 2015).

La sustentabilidad es todo contrario de la crisis ambiental que ha formado la humanidad debido a la sobreexplotación de los recursos y nivel alto de degradación del medio ambiente, los cuales han sido causa de una racionalidad tecno-económica debido a que se ha desterrado a la naturaleza del campo de la producción y acumulación de capital, la cual ha destruido las bases ecológicas de la producción. Es por ello el planteamiento de una respuesta a esta crisis ambiental, en donde la sustentabilidad se construye desde los procesos de independencia y resistencia de los pueblos dentro de una propiedad trascendental de la vida, teniendo una racionalidad productiva y alternativa construida desde principios ecológicos y culturales de identidad dentro de sus territorios de vida, teniendo de igual manera una trascendencia de la diversidad y una política de diferencia (Leff, 2015).

La sustentabilidad ecológica no solo está enfocada a la preservación de la naturaleza; también toma en cuenta su potencialidad y sus procesos cíclicos de degradación, los cuales están vinculados a modos culturales de apropiación de la naturaleza ya que un ambiente degradado e improductivo genera un círculo de pobreza y a su vez acentúa el deterioro ecológico, por lo que debe de existir una equidad social, solidaridad y compromiso con las futuras generaciones de disponer de estos recursos para el sustento y desarrollo transmitidos de generación en generación con diferentes grupos sociales que actúen con la finalidad de preservar los recursos del planeta de manera sustentable, esto implicara una gestión democrática de su manejo productivo para poder cumplir con los objetivos de la sustentabilidad ambiental.

Donde se tiene una mejor evaluación de stock de recursos dentro de cuentas nacionales y una mejor distribución de ingreso equitativo; por lo que aquí se juega el derecho a la vida y el destino de cada territorio con sus recursos naturales que tiene, así como la distribución de distintas practicas ecológicas y asignación de

precios y formas adecuadas para la explotación adecuada y consiente de los mismos (Leff, 2015).

La sustentabilidad en las comunidades genera condiciones de derechos de propiedad de las poblaciones sobre el patrimonio de sus recursos naturales, así como también de su propia cultura, definiendo su estilo y calidad de vida por sus procesos de producción; esto no lleva a que la sustentabilidad de las comunidades va más allá de la resolución de conflictos ambientales a través de una valoración económica de la naturaleza de manera justa y la concesión de derechos sobre el uso de estos recursos, en este sentido la ecología radical cuestiona el derecho positivo privado como instrumento con la finalidad de disminuir la desigualdad y la justicia social reivindicando nuevos derechos colectivos al patrimonio biocultural de los pueblos y los bienes comunes de la humanidad. (Leff, 2014).

De esta manera, el campo ontológico de la ecología política rompe con el esencialismo, el objetivismo y el subjetivismo del logocentrismo de la ciencia; escapa a las determinaciones del estructuralismo y al holismo sistémico, abriendo la teoría a la expresión política de las identidades híbridas emergentes en el campo de la complejidad ambiental (Leff, 2000).

De acuerdo a Leff (1996), la racionalidad ambiental se funda principalmente en los principios de sustentabilidad, autonomía, equidad y democracia, de diversidad, diferencia y otredad, más allá de los valores de biocentrismo, del conservacionismo y de la gobernanza global del planeta.

Las luchas de las comunidades indígenas y campesinas están asociando los nuevos derechos culturales a reivindicaciones por el acceso y la apropiación de la naturaleza en los que subyacen valores culturales y estrategias de poder que generan practicas productivas alternativas. La emergencia de los derechos socio-ambientales de los Pueblos de la Tierra a su patrimonio biocultural desplaza a los derechos humanos tradicionales y sus procedimientos jurídicos fundados en la igualdad entre los hombres que tan frecuentemente excluyen a los derechos universales a la salud y a la educación hacia los derechos a autogestionar sus condiciones de existencia, lo que implica un proceso de reapropiación de la

naturaleza como base de su supervivencia y condición para generar un proceso endógeno y autodeterminado de desarrollo.

La sustentabilidad va más allá del propósito en que la naturaleza se vea de manera capitalista y de ecologizar el orden económico, simplemente se construye en un proceso de socializar la naturaleza y el manejo de los recursos fundados en principios de diversidad ecológica, en una política de diferencia y una ética de la otredad cultural. En este sentido, la sustentabilidad puede ser redefinida a la democracia y la equidad en términos de los derechos del ser cultural a sus condiciones de existencia, las cuales implican derechos territoriales incluyendo la propiedad de los recursos de su naturaleza; así como también la exigencia de sus entidades culturales y sus espacios étnicos de lenguas y costumbres se encuentran entrelazados con su patrimonio de recursos naturales y culturales conformados en el ambiente que han habitado donde se han desarrollado históricamente, es decir, desde sus inicios, esto a su vez orientado hacia el mejoramiento de sus condiciones de vida definidas por sus valores culturales y sus derechos existenciales. (Descola, 1996).

La sustentabilidad es el territorio que se crea por el arraigo de costumbres y cosmovisiones de los actores que habitan el mismo a través del tiempo, y no de las actividades tecnológicas y económicas que se desarrollan dentro del mismo; por lo que el futuro no es la modernidad sobre la dirección de racionalidad ni siquiera la reflexividad, más bien es la actualización de identidades pertenecientes al arraigo y las prácticas que buscan vencer las diferentes formas de poder que han estado sujetas a través de la historia para redescubrir mundos en el arraigo los cuales contienen practicas ocultas y saberes dominantes para reconducir la historia desde las potencialidades de la vida por los cauces de la diversidad cultural hacia sentidos civilizatorios alternativos. (Leff, 1993, 1994).

Las diferentes estrategias productivas que fueron desarrolladas por diferentes culturas indígenas americanas implicaron el desarrollo de prácticas específicas de uso de los recursos de cada grupo étnico; este tipo de cultura ecológica fue

integrada de relaciones sociales y de fuerzas productivas de las diferentes sociedades rurales tradicionales existentes.

Este tipo de ordenamiento ecológico de estos procesos productivos fue desarrollado a través de complementar diferentes espacios territoriales y ciclos ecológicos para tener un buen manejo sustentable y productivo de los recursos naturales como son: estaciones climatológicas y sequía, distribución anual de diferentes cosechas seleccionadas por diferentes características y patrones de crecimiento diferenciados entre sí y por las condiciones climáticas de cada estación; el uso integral de plantas específicas y el manejo integrado de variedades genéticas de diferentes especies (maíz, frijol, papas, habas, garbanzo etc.), dependiendo de las condiciones y calidad de los suelos; además de diferentes estrategias de uso final ya sea autoconsumo o comercialización e insumos tecnológicos como maquinaria, fertilizantes, paquetes tecnológicos, etc.). (Leff, 1993, 1994).

Estas estrategias de diversificación y complementariedad de funciones ecológicas han generado diferentes prácticas de múltiples cultivos y policultivos, así como de un uso integrado de los recursos naturales en huertos familiares, sembradíos de maíz y acahuales; así como también significaron importantes estrategias de aprovechamiento sustentable del bosque tropical, mediante el manejo de la sucesión secundaria de los ecosistemas y de los procesos de regeneración selectiva de los diferentes recursos; estos estilos arraigados desde la época prehispánica son de desarrollo sustentable caracterizados por la articulación productiva de diferentes ecosistemas ambientales y territorios étnicos, los cuales provenían desde la percepción de la naturaleza como un proceso sinérgico e integrado y no como un stock de recursos discretos. Este tipo de estrategias fueron de gran utilidad para la optimización del tiempo de trabajo a través de la diversificación de la producción, ajustándose a las condiciones ecológicas pertenecientes y al potencial ambiental de cada región, integrando actividades agroforestales con la caza, la pesca y la recolección de diferentes especies vegetales; por lo que este estilo de desarrollo fomento de manera completa los

procesos de trabajo agrícola con las distintas prácticas de cooperación interétnicas para el manejo integrado de los recursos naturales. (Leff, 1993; 1994).

De esta forma la integración de economías familiares y economías comunales permitieron un intercambio y consumo de los diferentes productos dentro de amplios territorios étnicos (mayas, incas, olmecas, mexicas, etc.), al mismo tiempo se tuvieron que establecer reglas sociales para la regulación e intercambio colectivo de la producción a través de largos procesos de mediante la observación de la naturaleza, experimentación productiva, técnicas de innovación e intercambio de saberes de pertenencia; en este sentido las identidades étnicas fueron diseñando y definiendo diferentes sistemas de recursos naturales.

De esta forma la cultura está integrada dentro de la condiciones generales de una producción sustentable, las identidades étnicas, los valores culturales y de apropiación, así como también las prácticas en común para el manejo colectivo de la naturaleza propia, fueron y son la base principal del desarrollo potencial ambiental para el desarrollo sustentable de cada región y de cada comunidad; en donde la cultura se convierte así en un principio activo para el desarrollo y sinergia de las fuerzas productivas de un territorio étnico en un paradigma alternativo de sustentabilidad donde la productividad ecológica y la innovación tecnológica van a la par con procesos culturales de significancia y valoración de la naturaleza de manera consciente que definen la productividad social de cada comunidad, y estas a su vez se enlazan para generar sinergias entre sí, dando como resultado una economía global alternativa fundada en las fuerzas productivas de la naturaleza y en los sentidos creativos de la cultura (Leff, 1993; 1994).

En opinión de Ávila (2018) el uso indiscriminado del término “sostenible” ha generado un agotamiento de su acepción inicial ya que, según los mejores cánones del marketing futurista, en la actualidad todo es sostenible, término que goza de buena aceptación social y está muy relacionado con todo aquello que perdure en el tiempo. Por esta razón y otras más, el autor prefiere asumir el concepto de “sustentable”, porque éste, además de su aspecto temporal, incluye conceptos que interrelacionan aristas muy importantes que preocupan a todos los

seres de la tierra que tienen que ver con la vida humana, principio y esencia del ser, con relaciones presentes y futuras del planeta tierra y su interacción con ella, es decir, se debe entender la construcción de una nueva cultura del individuo dentro de la sociedad.

En otros términos, el concepto de sustentabilidad facilita entender que estamos ante un mundo con recursos naturales escasos y necesidades ilimitadas, una población siempre creciente, un desarrollo económico con base en tecnologías ya obsoletas (consumo energético desorbitante con una gran contaminación). Todo este panorama está generando efectos climáticos devastadores que ha llevado a comprender la existencia limitada de una capacidad de sustentación para el planeta, que se traduce cercanía rápida al colapso del ecosistema (Ávila, 2018).

3.3 Desarrollo Sustentable vs. Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sustentable o sostenible no está definido de manera definitiva, más bien se ha ido construyendo habiendo cambios trascendentales y enriquecidos; más sin embargo esto ha llevado de igual manera a la fragmentación del mismo alejándose de su propio origen; debido al uso indiscriminado por el término “sostenible” se ha generado un alejamiento de su sentido inicial, perdiendo su significado y dificultando su análisis ya que a partir del significado de lo sostenible y sustentable desde hace varios años hasta la actualidad, se presentan ambos conceptos citados por varios autores teniendo el punto de vista de cada uno donde lo sustentable tiene relación con los aspectos de crecimiento económicos, sociales y ambientales, mientras que lo sostenible considera cada uno de dichos subsistemas por separado (ONU, 1987).

La definición de la palabra sustentable considera diversos aspectos muy importantes, entre los cuales contemplan que:

- La sustentabilidad se relaciona en cómo utilizar los recursos que se encuentran en el planeta, así como la escasez de los mismos en la tierra.
- El crecimiento esporádico de su población.
- La producción de la industria y la agricultura limpia.

- La contaminación, el desgaste, agotamiento y la sobreexplotación de los recursos naturales.

Los efectos de la interacción de estos aspectos tienen varias derivaciones como: los recursos naturales, las materias primas y la energía que se utilizan en los procesos productivos son explotados más rápidamente del tiempo en que puedan restablecerse. Por otro lado, la industria y la agricultura utilizan energías provenientes de recursos renovables como el petróleo, el carbón, gas etc., tanto que hoy en día se agota la capacidad natural del planeta de absorción de gases que producen el efecto invernadero para liberarse de los contaminantes generados por las practicas actuales de energías no limpias que se utilizan. (ONU, 1987).

En otros términos, el concepto de sustentabilidad nos permite entender que nos enfrentamos ante un mundo de escasez de recursos naturales y necesidades ilimitadas, debido a que una población que va en crecimiento, con un desarrollo económico que se ha venido dando con tecnologías obsoletas las cuales requieren un consumo energético desmedido que además genera una gran cantidad de contaminación. Esta realidad que se vive en la actualidad está llevando a cabo a la generación de efectos climáticos devastadores, los cuales nos han llevado a comprender que existe un límite de capacidad para poder sustentar el planeta, y que además nos acercamos rápidamente a un colapso del ecosistema. (Meadows *et al.*, 1972).

El desarrollo sustentable tiene capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras (Calvente, 2007).

El desarrollo sustentable tiene que ver con asegurar que alguna medida de bienestar humano es mantenida a lo largo del tiempo, la cual es fundamental para la aproximación al desarrollo económico que cualquier acción tomada en la actualidad tenga alguna probabilidad de dañar significativamente el bienestar futuro debe asociarse a compensaciones reales con vista a este futuro; además el

capital debe proveer la capacidad de generar bienestar a través de la creación de los bienes y servicios de los cuales ese bienestar depende.

En diversos países el desarrollo sustentable se ha propuesto como una estrategia de bienestar para fortalecer su economía, con el propósito de aumentar la calidad de vida generando trabajo y procurando controlar la contaminación con tecnologías, normas y leyes; lo que significa que esta generación se asegura de dejar a las próximas generaciones un stock de capital no inferior al que esta generación ya posee, ya que de otro modo el futuro será peor comparado con el presente, de tal manera que el término además fortalecer la economía, le resuelva a los habitantes de la población un sustento alimenticio y de subsistencia como son vivienda y vestido. (Pearce y Atkinson, 1993).

Según Madrigal (1995), el desarrollo sustentable tiene dos objetivos: el de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de una comunidad, región o territorio; y como segundo objetivo el de no comprometer el futuro de las generaciones actuales y de las futuras.

Mientras que Gómez (1996) menciona que la definición de desarrollo sostenible se ha ido ajustando de manera gradual al irse incrementando condiciones sociales en donde el ser humano actúa como parte de un sistema, mas no es dueño del mismo; analizando este concepto, encontramos que el término de "sustentable" aparece con significados semejantes en diversos artículos, referidos al informe de "Nuestro Futuro Común", como desarrollo sustentable en vez de sostenible, y se traducen como sinónimos, por lo que se hace habitual de referirse a él en América Latina como "desarrollo sustentable", mientras que en España, y en muchas de las traducciones oficiales de organismos internacionales se expresa como "desarrollo sostenible", sin que conste ninguna diferencia de significado aparente.

El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad y de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es decir, nos están advirtiendo que la generación actual que habitamos en el planeta debemos saber administrar los recursos que nos brinda la naturaleza para que las generaciones venideras

puedan desarrollar un nivel de vida con las mismas o mejores posibilidades que las que administramos nosotros; dicho de otra forma se plantea una relación a través del tiempo, que es la relación existente entre la solidaridad intergeneracional con la solidaridad intergeneracional (ONU, 1987, p. 67).

El desarrollo sostenible incorpora la palabra principal que es “sostener”, desde tres enfoques: social, económico y ecológico; considerando que para que sea sostenible significa que desde todos los puntos de vista debe continuar indefinidamente, por lo que propone distintos mecanismos con la finalidad de elevar la calidad de vida de la población, además conservar y restaurar los recursos naturales, así como mantener los procesos ecológicos, la diversidad biológica, la equidad de género, de raza, de credo, la distribución de manera responsable y equitativa de los recursos, etc. Esto implicara un cambio de aspectos éticos y actitudes, así como también aspectos educativos, conciencia, responsabilidades y sobre todo un compromiso de todos los grupos sociales que habitan en el planeta. (Alemán, 2005).

La evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de producción mediante el uso de indicadores y el seguimiento de una metodología, permite observar tendencias claras en desarrollo de los sistemas productivos, ya que la utilidad de este procedimiento establece causas y propone soluciones a mediano plazo; donde un indicador es una señal típicamente medible, el cual puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es importante para hacer juicios sobre condiciones del sistema actual, pasado o inclusive hacia el futuro, ya que en la construcción de indicadores tiene que partir de las necesidades y los problemas de los productores, así como de los proyectos y las acciones propuestos para promover el desarrollo (Bolívar, 2011).

Gómez y Garduño (2020), a través del análisis de datos secundarios de artículos de revistas científicas, libros especializados y bases de datos como Web of Science, Scopus, Taylor & Francis, Scielo, Redalyc, entre otras, establecieron que ambos conceptos se emplean de manera indistinta en las regiones de Latinoamérica y la península Ibérica, observándose una ligera preferencia en el

uso del concepto de desarrollo sostenible sobre desarrollo sustentable, tanto a lo largo del tiempo, como en las disciplinas económica y ambiental.

Con base en los argumentos expuestos, el desarrollo sustentable es utilizado por varios autores con el mismo significado que desarrollo sostenible, otros autores le dan una connotación mucho más abarcadora que lo estrictamente ambiental, y otros más, reconocen que el concepto de desarrollo sostenible ha ido cambiando a través del tiempo, incorporándose componentes sociales (acceso a vivienda, alimentación, educación), para garantizar a las futuras generaciones las mismas o mayores posibilidades de acceder a bienes tangibles e intangibles para mantener su nivel de vida.

3.4 La agroecología como sustento de los sistemas agroforestales

Altieri (2002) define a la agroecología como la ciencia del manejo de recursos naturales para campesinos pobres en ambientes marginales; él afirma que una cuarta parte de la población mundial permanece sin ser tocada por la moderna tecnología agrícola y propone un nuevo manejo de sistemas que puede ser diseñado y adaptado en forma de sitios específicos a las condiciones agrícolas altamente variables y diversas, típicas de los campesinos pobres de escasos recursos económicos.

La agroecología proporciona las bases científicas para dirigir la producción en un agroecosistema con una gran biodiversidad capaz de mantener su propio funcionamiento, lo cual implica grandes cambios institucionales, sociales y políticos. Es claro que los campesinos sin recursos ganaron muy poco de la Revolución Verde; debido a que las nuevas tecnologías estuvieron dirigidas a las condiciones y ambientes de los agricultores con más capital en los países desarrollados. Los campesinos con menos recursos a menudo perdían y las desigualdades en ingresos continuamente se acentuaron; no sólo los campesinos pobres han sido excluidos del acceso al crédito, información, apoyo y asistencia técnica y otros servicios, incluso en áreas en las que se ha tenido acceso al riego y agroquímicos subsidiados, permanecen las desigualdades ya que solo son

privilegiados los agricultores con mayores recursos (Lipton y Longhurst, 1989; Shiva, 1991).

Lampkin (1998), menciona que la agroecología enfatiza un enfoque de ingeniería ecológica que consiste en ensamblar los componentes del agroecosistema (cultivos, animales, árboles y suelos); este tipo de enfoque busca principalmente que las interacciones temporales y espaciales entre los componentes se traduzcan en mejores rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y de relaciones de cadenas tróficas entre plantas, insectos y patógenos, que resalten sinergias tales como los mecanismos de control biológico. De esta manera; a la investigación agroecológica le interesa un aprovechamiento y maximización de la producción de manera particular con una optimización de recursos del agroecosistema en su totalidad; esto tiende a tomar otra dirección el concepto de la investigación agrícola, más allá de la distintas disciplinas hacia interacciones complejas englobando personas, cultivos, suelo y animales.

Los conceptos ecológicos son utilizados para favorecer los procesos naturales y las interacciones biológicas que optimizan sinergias; de forma los campos diversificados son capaces de respaldar su propia fertilidad edáfica, la protección de los cultivos y su productividad, ya que por medio del ensamblaje de cultivos, animales, árboles, suelos y otros factores en esquemas espacio-temporales diversificados, se optimizan diversos procesos; tales procesos son cruciales en la determinación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas (Vandermeer et al., 1998).

La agroecología proporciona las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura; además, juega un rol en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, a manera de alcanzar una producción sustentable; prácticas agrícolas como las rotaciones de cultivos establecen secuencias temporales en las que se obtienen aportes de nutrientes al rotarse los cultivos de cereales con las leguminosas, y se regulan los insectos, malezas y enfermedades, al romper los cultivos en secuencia sus ciclos de vida. Al realizar este tipo de prácticas bien diseñadas se pueden lograr el incremento de los

rendimientos y además reducir los requerimientos de energía, al disminuir la necesidad de fertilizantes químicos, contables beneficios económicos para los agricultores; por ejemplo, la incorporación de alfalfa o haba en una rotación con maíz puede reducir los aportes de energía en 39%, aunque muchas rotaciones no requieren mayores modificaciones de los patrones de producción existentes (Altieri, 1995).

Altieri y Nicholls, 1999 y Francis, 1986, argumentan que pueden diseñarse rotaciones de alto costo en insumos y labores, los estudios sugieren que entre más diversos sean los agroecosistemas y mayor tiempo permanezca afectada esta diversidad, los vínculos más internos se desarrollan para promover mayor estabilidad ante los insectos, evitando que se conviertan en plagas, con costos económicos subsecuentes; estos enfoques agroecológicos incrementan la estabilidad de la producción, como se ha observado en menores coeficientes de varianza en el rendimiento de cultivos con mejores manejos de suelo y agua.

Masera et al. 1999; Bell y Morse 2003; López-Ridaura 2005, mencionan que un agroecosistema se considera sustentable cuando produce en un estado de equilibrio estable, una combinación específica de bienes y servicios, que satisfacen un conjunto productivo de metas, sin degradar sus recursos con los que cuenta de manera estable. Por lo que su nivel de sustentabilidad dependerá de su capacidad confiable de enfrentar y recuperarse desde su resiliencia rápidamente de perturbaciones; así como encontrar nuevos alternativos estados de adaptabilidad con un equilibrio estable; sin comprometer su productividad y reproducibilidad. Toda actividad debe basarse en la organización auto digestiva de los involucrados; evitando al máximo la dependencia del exterior en búsqueda de los mayores beneficios para todos y con el fin de lograr equidad en sus relaciones internas y externas.

Mientras que Krishnamurthy y Ávila, 1999, argumentan que la interacción compleja y estrecha entre la población humana y el capital ecológico (suelo, agua, clima, flora y fauna) son fundamentales para la agricultura, debido a que es la agricultura

la que refleja más que ningún otro sector estas interacciones que incluyen las relaciones y conflictos entre el crecimiento económico, pobreza y medio ambiente.

De acuerdo a Wezel et al. (2009), la agroecología se explica de diferentes maneras como una ciencia que trata de explicar el funcionamiento de los agroecosistemas, la cual se ocupa principalmente de funciones, mecanismos, relaciones y diseños biológicos, sociales, culturales, económicos y políticos; como un conjunto de prácticas que permiten cultivar de manera más sostenible sin utilizar productos químicos peligrosos; así como un movimiento que intenta una agricultura más sostenible ecológicamente con un mejor equilibrio y más justa socialmente.

La agroecología toma en cuenta diversos puntos de entrada a la transformación de un sistema; a pesar de que durante décadas se vieron ignoradas y criticadas las y los agro ecólogos por la corriente dominante de la globalización económica, debido a que creían que eran farsantes e ilusas. Sin embargo, la realidad es que la agroecología es la respuesta a la pregunta de cómo transformar y restablecer un sistema alimentario y un mundo rural, los cuales se han visto devastados por la producción industrial de alimentos y sus llamadas Revoluciones Verde y Azul; por lo que se considera a la agroecología como un modo fundamental de resistencia a un sistema globalizado por la economía que sitúa el beneficio económico por delante de la vida (Giraldo y Rosset, 2016, 2017).

El reto es construir nuestras propias cadenas alimentarias locales con nuevos vínculos desde el campo hacia la ciudad, con base a una producción de alimentos agroecológicos por parte de los actores principales que son las personas del ámbito rural (campesinos, campesinas, pescadores, pueblos indígenas, agricultores urbanos, artesanos, etc.). Ante esto, no se puede permitir que la agroecología se convierta en una herramienta al servicio del modelo de producción industrial de alimentos; de otra manera es considerada como una alternativa esencial a ese modelo y como un medio para transformar el modo en que producimos y consumimos los alimentos en algo mejor para la humanidad y para nuestra Madre Tierra. (Giraldo y Rosset 2016,).

Según la FAO (2015), hace mención que la agroecología sigue creciendo tanto en ciencia como en políticas; ya que en este enfoque de crecimiento ayudará a enfrentar el desafío de la erradicación de la desnutrición y el hambre en todas sus formas, desde el concepto de la adaptación al “cambio climático”; ya que los problemas que el mundo enfrenta son graves, lo que implica la necesidad de explorar todos los enfoques, afirmando que la agroecología representa una opción prometedora y contribuye a una posibilidad entre otras, como los transgénicos y la reducción del uso de plaguicidas y agrotóxicos.

Esta última afirmación que normalmente acuñan el Banco Mundial y Monsanto; es opuesta a la de las y los agro ecólogos que suelen defender que los transgénicos y la agroecología no son compatibles y no pueden coexistir. (Altieri y Rosset, 1999 a, b; Altieri, 2005; Rosset, 2005).

Toledo y Barrera (2009); Ford (2015); argumentan que, las campesinas y campesinos tradicionales guiados por sus conocimientos de la naturaleza han ido conformando pequeñas fincas biológicas y con diversidad genética con la resiliencia y rusticidad necesarias para adaptarse rápidamente al clima variable, a las plagas y enfermedades, y últimamente a la globalización, a la innovación tecnológica, intercambio de conocimientos y saberes, mejoras de prácticas agrícolas entre otras tendencias actuales.

En el mismo orden de ideas, Altieri (2002), menciona la mayoría de agro ecólogos sostienen que los sistemas antepasados indígenas pueden ser más adaptables a crisis complejas, así como ser la inspiración de nuevos modelos de agricultura que la humanidad necesita en esta época de degradación de ecosistemas y cambio climático; esto debido a las virtudes de los sistemas tradicionales, en los que la sostenibilidad y la resiliencia son propiedades emergentes de estos modelos ecológicos complejos, los cuales conforman un recurso muy valioso para que los agro ecólogos puedan entender el funcionamiento de estos agroecosistemas complejos y a su vez identificar los principales principios para diseñar nuevos agroecosistemas.

La agroecología combina los sistemas de conocimiento indígenas tradicionales sobre los suelos, las plantas, la flora, la fauna etc. con distintas disciplinas procedentes de la ciencia moderna ecológica y agronómica; ya que se promueve un dialogo de saberes e integra elementos de las ciencias occidentales y las etnociencias locales, debido a esto surgen una serie de principios que de aplicarse a una región concretamente tomaran diferentes formas tecnológicas, dependiendo del contexto socioeconómico, cultural y medio ambiental.

Es por esto que la agroecología no se basa en recetas técnicas; más bien en principios ya que no se trata de una agricultura de insumos, si no de procesos que suceden para que las tecnologías derivadas de la aplicación de principios se encuentren en constancia con las necesidades y circunstancias de las familias campesinas; donde estos procesos de generación de tecnología deben ser el resultado de procesos de investigación participativo y ejecutado por las campesinas y campesinos, los cuales tengan voz en el planteamiento del diseño y los interrogantes, así como también el desarrollo y la evaluación de los experimentos de campo. Los sistemas agrícolas tradicionales se han ido conformando durante siglos a partir de una coevolución cultural y biológica, y también representan la experiencia acumulada de las campesinas y los campesinos en su interacción con el medio ambiente, sin contar con insumos externos, ni con capitales, ni con el denominado saber científico; además haciendo uso de una autonomía ingeniosa, de un saber vivencial y de recursos cercanos con los campesinos han creado sistemas agrícolas sobre la base de una gran diversidad de cultivos, arboles, animales en el espacio y el tiempo, lo que ha permitido maximizar la seguridad de las cosechas en condiciones marginales y variables con tierra y recursos limitados. (Wilken, 1987).

Brokenshaw et al. (1980), afirman que este tipo de sistemas se han desarrollado a partir de un conocimiento basado en el aprendizaje experimental, este enfoque de conocimiento se ve en la selección de variedades de semillas locales “criollas” y en la experimentación de nuevos métodos de cultivo para superar determinados obstáculos biológicos; es por esto que la mayoría de agricultores tradicionales

poseen un conocimiento íntimo de sus alrededores, especialmente dentro de una extensión geográfica y cultural de un territorio.

A pesar de una muy amplia variedad de sistemas agrícolas y de las particularidades históricas y geográficas, la mayoría de los agroecosistemas tradicionales existentes comparten seis principales características, las cuales son:

1.- existen niveles muy altos de biodiversidad que desempeña un papel en la regulación del funcionamiento del ecosistema y en la provisión de servicios ecosistémicos con relevancia local y global.

2.- son sistemas ingeniosos de conservación y de gestión de recursos edáficos e hídricos a nivel de paisaje que mejoran la eficiencia de los agroecosistemas.

3.- son sistemas agrícolas diversificados que ofrecen una gran variedad de productos para la soberanía alimentaria local y nacional, y la seguridad de los medios de vida.

4.- son agroecosistemas que poseen una resiliencia y una rusticidad para minimizar los riesgos ante la variabilidad y la estocasticidad.

5.- agroecosistemas alimentados por sistemas de conocimiento tradicional con innovaciones constantes de nuevas tecnologías campesinas.

6.- valores culturales fuertes y formas de organización social colectivas, como instituciones consuetudinarias para la gestión agroecológica y acuerdos normativos para el acceso a los recursos y el reparto de beneficios, sistemas de valores, rituales, etc. (Denevan 1995; Koohafkan y Altieri, 2010.).

Verchot et al., 2007, afirma que la función de los árboles en los agroecosistemas es crear condiciones climáticas protegiendo los cultivos y los suelos contra adversidades climatológicas como tormentas o sequías que probablemente aumentarían con el cambio climático. En los sistemas silvopastoriles los cuales están compuestos por árboles y ganadería, la presencia de árboles de la familia de las leguminosas, las cuales cumplen la función de fijar nitrógeno al suelo; mejoran la producción de pastos y el ciclo de nutrientes, haciendo innecesaria la

aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados; ya que los árboles de raíces profundas ayudan a recuperar nutrientes y agua de las capas profundas del subsuelo e incrementan el secuestro de carbono tanto bajo tierra como de manera aérea, está cubierta arbórea también proporciona condiciones ambientales mejoradas y pone más biomasa, nutrientes y sombra a disposición de los animales, reduciendo su estrés y mejorando su producción y condiciones físicas del suelo. (Murgueitio, et al. 2011.).

En los sistemas de policultivo las especies de plantas crecen muy juntas permitiendo a su vez interacciones benéficas y ofreciendo una serie de servicios ecosistémicos a los agricultores; ya que la mayor riqueza de especies mejora el contenido de materia orgánica de los suelos, tanto en su estructura, su capacidad de retención de humedad, protegiendo a los suelos de la erosión y eliminando las plantas no deseadas, así como la mejora de condiciones favorables para la producción. También de igual manera la diversidad de plantas favorece la presencia de organismos benéficos y actividad microbiológica de algunos factores necesarios para la mejora del ciclo de nutrientes, la fertilidad de los suelos y el control de plagas; relacionando la resiliencia frente a los desastres climatológicos con la presencia de mayor biodiversidad en los campos cultivados. (Vandermeer et al. 1998, Altieri et al. 2015.).

Moonen y Barberi (2008) mencionan que la biodiversidad en los agroecosistemas abarca cultivos, ganado, peces, plantas silvestres, pájaros, artrópodos, murciélagos, microorganismos, etc.; específicamente el nivel de biodiversidad por la intervención humana, la situación geográfica y los factores climáticos, edáficos y socioeconómicos, por lo que existen varias clasificaciones de los componentes de la biodiversidad en los agroecosistemas según su papel en el funcionamiento de los sistemas agrícolas.

Con base en los argumentos expuestos, los Sistemas Agroforestales tienen atributos de la agroecología, de hecho, son una de muchas prácticas agroecológicas:

1. Los Sistemas Agroforestales priorizan la biodiversidad con diversas especies vegetales (árboles forestales, árboles frutales, agaves), nativas o de interés productivo.
2. Se contribuye a la protección y recuperación de suelos al plantar árboles al contorno de las parcelas, sirviendo también como cortinas rompe vientos dentro de las mismas para proteger los suelos y disminuir la degradación.
3. Con los árboles se aumenta la captura de carbono y, si son leguminosas, se incrementa también la fijación de nitrógeno en los suelos (Moonen y Barberi, 2008)
4. En términos culturales, tal como argumenta, los sistemas agroforestales son una expresión del conocimiento tradicional campesino, con innovaciones al alcance de sus posibilidades para reducir la vulnerabilidad de los agroecosistemas.

A manera de reflexión final de este apartado, es pertinente señalar que lejos de tener una visión reduccionista de cómo la Agroecología contribuye teórica y empíricamente a la explicación de los sistemas agroforestales, en realidad se trata de uno (entre muchos otros) de los alcances de la Agroecología, se debe asumir en la actualidad como ciencia, como práctica y como movimiento social: tres revoluciones de la agroecología en Latinoamérica (Toledo, 2012).

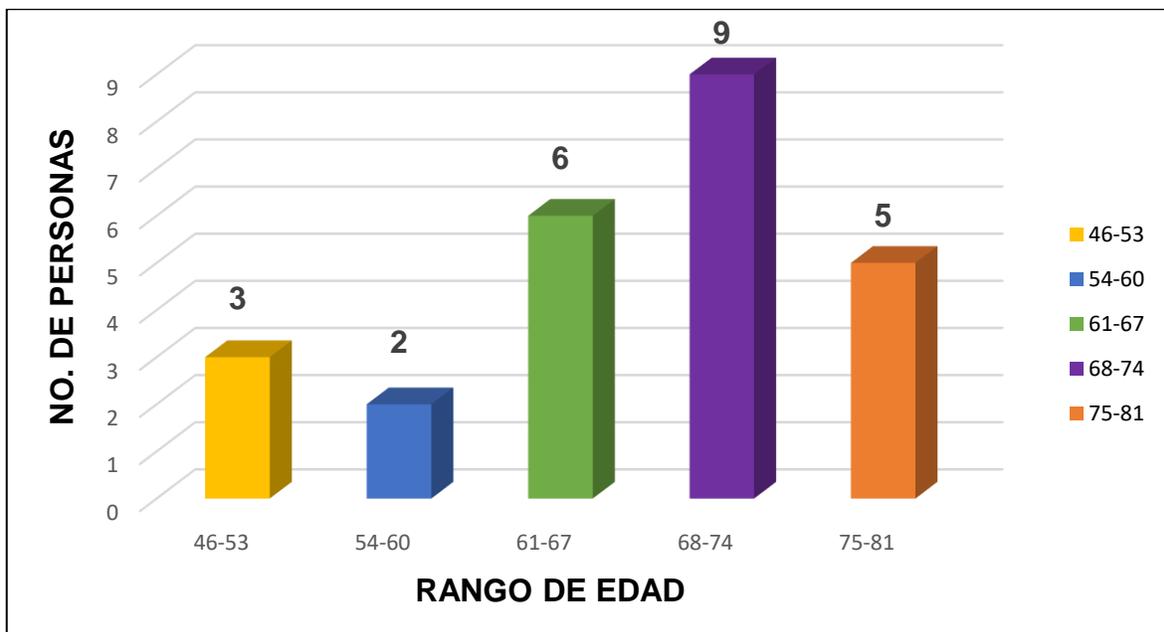
Incluso se trata de una guerra frontal contra el modelo agroindustrial, el cual ha tenido efectos catastróficos sobre la salud humana y la salud del planeta. Este dilema es tema central de debate actual en los principales centros académicos del mundo y en los mayores escenarios internacionales como la FAO. En cada país se realiza esta batalla que es, a la vez, científica, técnica, mediática, jurídica, económica y política (Toledo, 2022: 49).

IV. Análisis y discusión de resultados

4.1 Características generales de los encuestados

De acuerdo al método de investigación cualitativa; respecto a la edad de los ejidatarios, en la figura 5 se observa el número de años de las 25 personas encuestadas correspondientes a la microrregión de Coecillos, donde se aprecia que el 80% tiene más de 60 años, lo cual da muestra que el 20% de los encuestados alcanzas más de los 75 años, mientras que el resto tienen una edad menor, sin embargo, de igual manera en su mayoría son adultos mayores ya que tienen más de 60 años.

Figura 5. Edad de los ejidatarios de la microrregión Coecillos (2022).

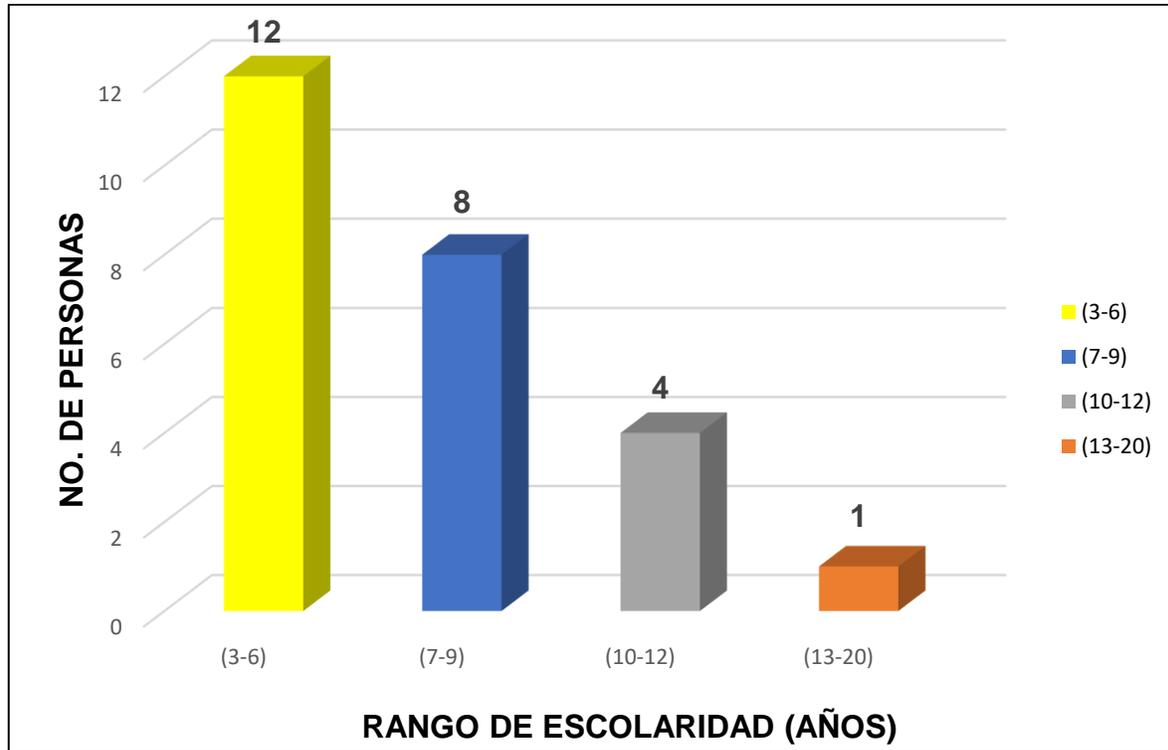


Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

Respecto a la escolaridad, en la figura 6 se observa que en la microrregión de Coecillos se encontró a 12 personas con estudios de primaria concluida (48% del total encuestado de la microrregión), seguidas de otras 8 con estudios de

secundaria, 4 más con preparatoria concluida y un profesionalista. Es decir, el 80% de los ejidatarios tiene solo el nivel de educación básica (primaria y secundaria).

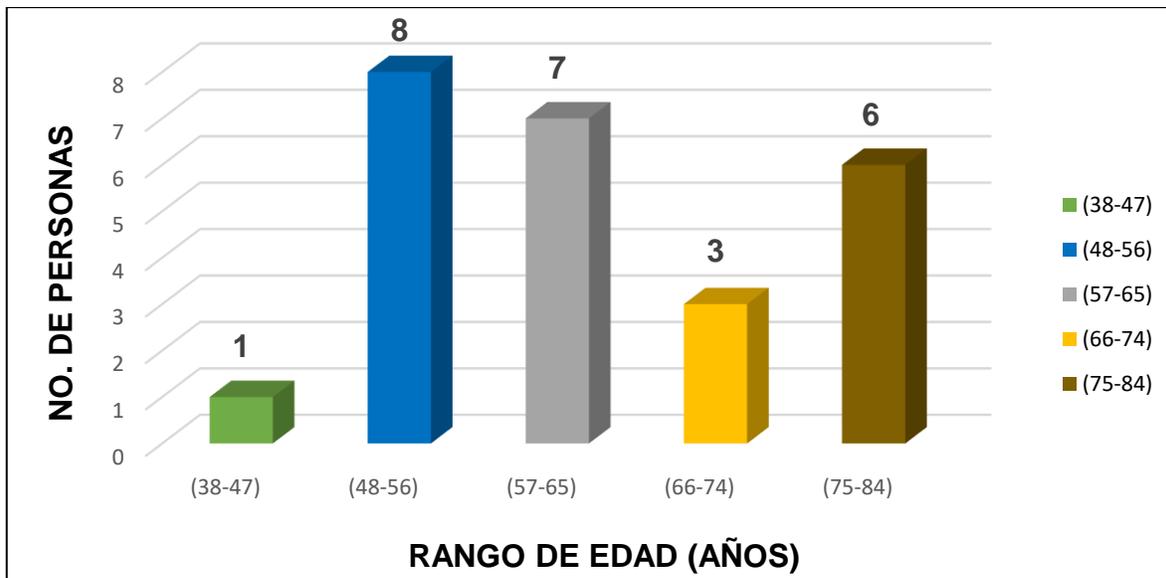
Figura 6. Escolaridad de ejidatarios de la microrregión Coecillos (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

En la figura 7 se observan las edades de 25 personas encuestadas correspondientes a la microrregión San José, donde las personas dedicadas a la implementación de los Sistemas Agroforestales tienen edad desde 38 hasta 84 años; dentro de las cuales 8 de ellos se encuentran entre 48 a 56 años (32%) y 9 personas (36%) tienen más de 66. Esto nos indica que, al igual que en la microrregión de Coecillos, la mayoría de los encuestados se encuentran con edad avanzada y además nos hace ver que fueron los pioneros en establecer Sistemas Agroforestales en sus parcelas.

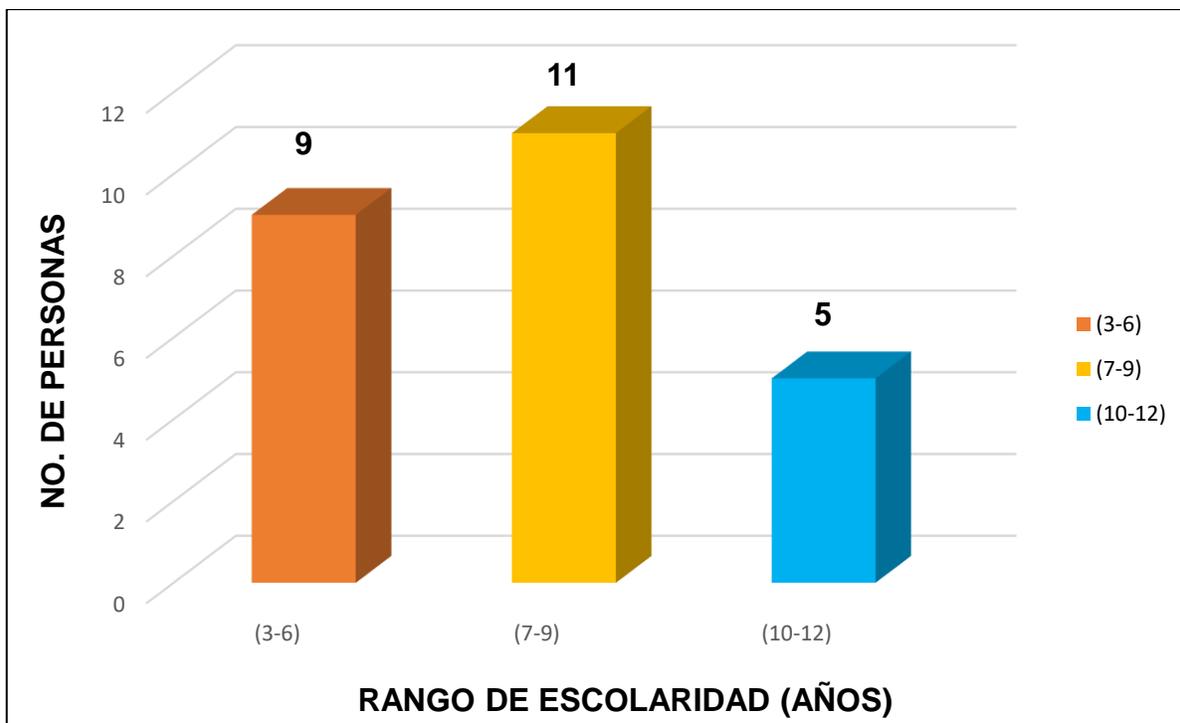
Figura 7. Edad de los ejidatarios de la microrregión San José (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

En la figura 8 se observa la escolaridad de los encuestados correspondientes a la microrregión de San José, en la cual encontramos a 11 personas con estudios de únicamente secundaria concluida (44%), seguidas de otras 9 con estudios de primaria (36%), mientras que 5 más cuentan con preparatoria concluida. esto nos indica que al igual que en la microrregión de Coecillos, la escolaridad de estos encuestados en su mayoría fue con muy pocas posibilidades debido a varios factores (pobreza, marginación, desigualdades, etc.).

Figura 8. Escolaridad de los ejidatarios de la microrregión San José (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

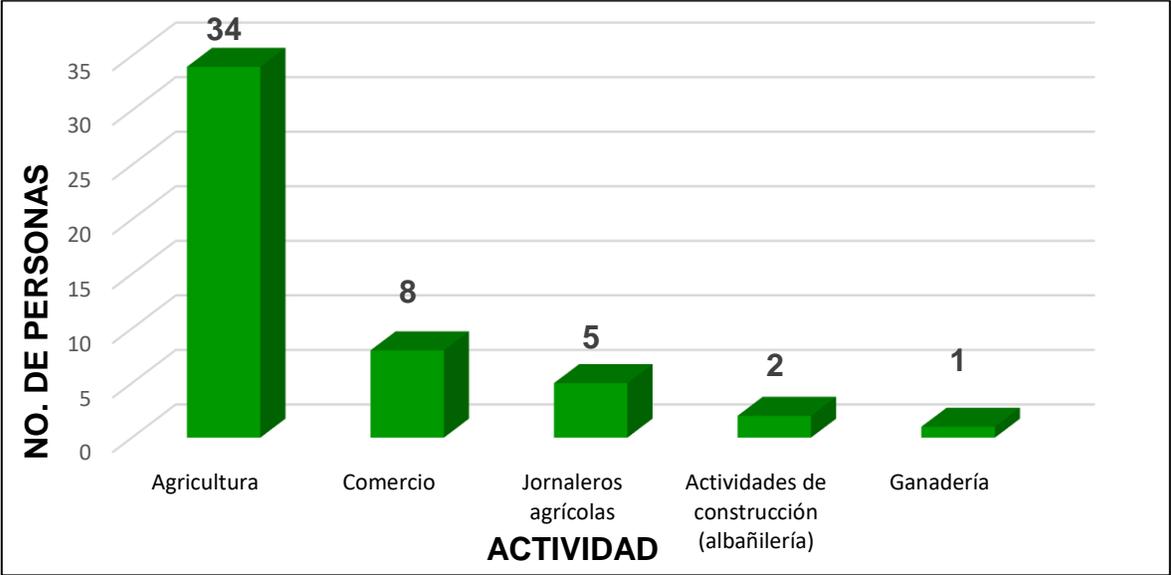
Tal como se señaló en el apartado metodológico, se realizó una entrevista a una muestra no probabilística de 50 ejidatarios de San Antonio Calpulalpan de las microrregiones de San José y Coecillos. El cuestionario incluyó 14 preguntas relacionadas con el establecimiento de Sistemas Agroforestales. La muestra incluyó 25 ejidatarios de la microrregión San José y 25 más de Coecillos.

Los datos arrojados de la encuesta nos dan a saber que existen personas de diversas edades con iniciativas del cuidado del medio ambiente y evitar erosión en los suelos agrícolas, debido a que su actividad principal de la mayoría de los encuestados es la agricultura, es decir, dependen primordialmente de esta actividad, por lo que existe una gran importancia sobre el cuidado de su patrimonio, y sobre todo que siga produciendo para el sustento de sus futuras generaciones. A continuación, se muestran los resultados a manera de graficas de datos.

En la figura 9 se observa la actividad principal a que se dedican los productores entrevistados; donde se aprecia que 34 personas tienen como actividad principal a la agricultura (68% del total); seguidos de 8 personas más que se dedican principalmente al comercio, 5 son jornaleros, 2 se dedican a la construcción y 1 persona más que su principal fuente de ingresos es la ganadería. Sin embargo, a pesar de que existen diversidad de actividades principales, todas las personas encuestadas practican la agricultura, resaltando las 34 antes mencionadas cuyos ingresos dependen del 100% de esta actividad.

Los principales cultivos agrícolas sembrados por los encuestados en el ciclo agrícola 2022 fueron maíz, cebada y trigo, con algunos casos del cultivo de avena y haba. Predomina el uso de semillas criollas para la simbra de maíz, haba y avena, a diferencia de lo que acontece con las semillas para sembrar cebada y trigo. En ambos casos se utilizan híbridos y, particularmente con la cebada, la semilla se ajusta al paquete tecnológico que vende la empresa Cebadas y Maltas, S. A. de C. V., ubicada en Calpulalpan, la cual impone los insumos y materias primas a utilizar.

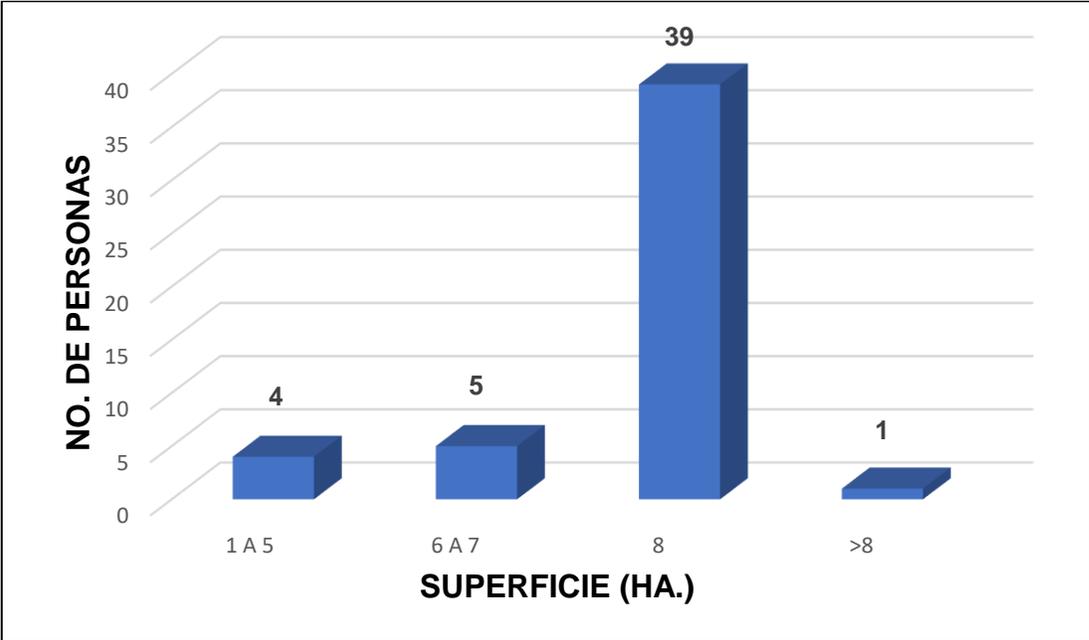
Figura 9. Actividad económica más importante de los encuestados (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

En cuanto a la superficie disponible con sistemas agroforestales, en la figura 10 se observa que 49 de los 50 encuestados por las 2 microrregiones tienen en sus parcelas sistemas agroforestales, 39 de ellos cuentan con predios de superficie de 8 hectáreas establecidas con este tipo de sistemas (78% del total encuestado), el resto de los encuestados tienen menor superficie. Es decir, aun cuando el 68% de los encuestados mantiene como principal actividad a la agricultura, el 98% mantiene sistemas agroforestales en sus terrenos agrícolas, dato relevante porque la tecnología de producción (sobre todo en cebada y trigo), es mecanizada, con el uso abundante de agroquímicos y bajo esquemas de agricultura por contrato. Entonces, son dos mensajes aparentemente contrastantes que expresan los productores: 1) un mensaje de estar convencidos de los beneficios de los sistemas agroforestales, que contribuyen a la sustentabilidad de la agricultura, pero 2) otro mensaje de que se adaptan al uso de tecnología moderna, altamente depredadora con el ambiente, con el propósito de mantenerse como agricultores y conservar sus fuentes de ingresos.

Figura 10. Superficie de cada ejidatario con sistemas agroforestales (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

A lo cual nos indica que prevalece el interés por mantener en las tierras agrícolas los sistemas agroforestales, lo cual coincide con la postura de la FAO (2005), instancia que hace énfasis en que la agroforestería es importante principalmente para productores dueños de sus parcelas y para pequeños agricultores, ya que se obtienen diversos productos y servicios en una cierta zona de tierra limitada como son los bordos y el contorno de las parcelas. Asumido así, Vandermeer et al., (1998), señala que estos espacios son utilizados para favorecer las interacciones biológicas con los procesos naturales donde a través de la interacción en este proceso, estos agroecosistemas son capaces de respaldar su propia fertilidad del suelo, así como la protección de los cultivos que se establecen dentro de estos sistemas y además aumentan su productividad, ya que por medio de la interacción con árboles, especies endémicas, animales benéficos y textura del suelo se optimizan diversos procesos y determinan un sistema agrícola sustentable.

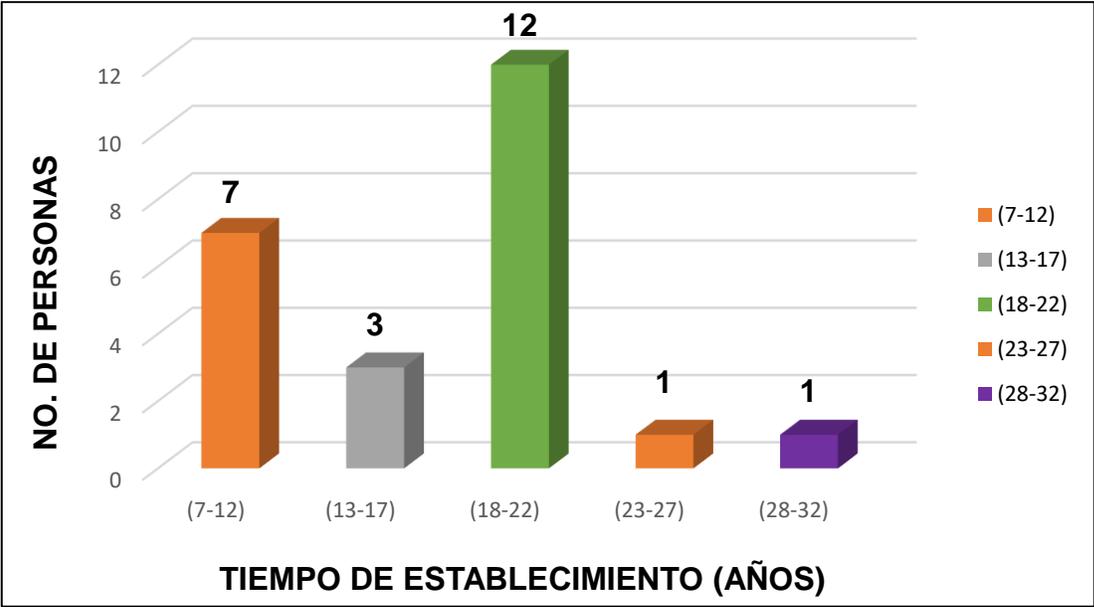
4.2 Establecimiento de los sistemas agroforestales

En este apartado podemos apreciar dos gráficas, las cuales nos mencionan en base a la encuesta realizada la cantidad de encuestados de las microrregiones de San José y Coecillos que han establecido a través del tiempo Sistemas Agroforestales para la reducción de erosión en suelos agrícolas y el cuidado del medio ambiente.

De los 50 ejidatarios encuestados, 49 reportaron la presencia de sistemas agroforestales en sus parcelas, con antigüedades y arreglos diversos. Solo un ejidatario de la microrregión de Coecillos no reportó el establecimiento de algún tipo de sistema agroforestal.

En la figura 11 se observa que el tiempo de establecimiento de sistemas agroforestales en la microrregión Coecillos es diverso, con un promedio de 18.5 años, el 70% de los ejidatarios tienen sistemas agroforestales de 18 años y más, incluso una persona tiene 32 años que lo estableció. El 30% de los ejidatarios reportaron que sus sistemas agroforestales tienen 12 años o menos.

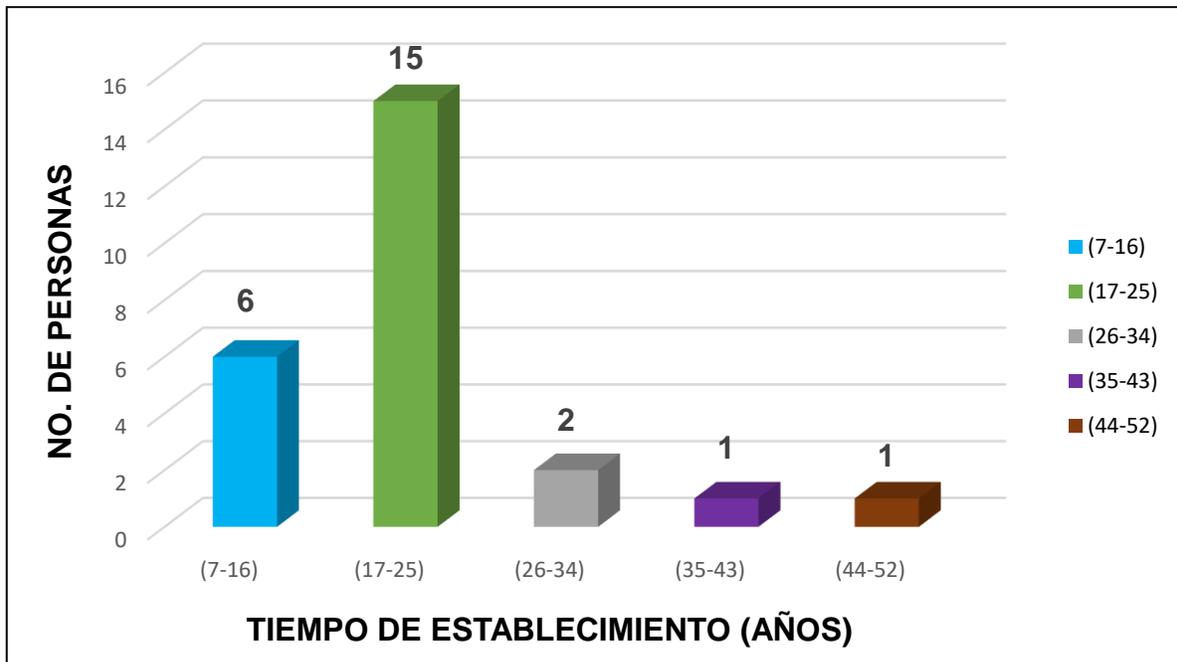
Figura 11. Tiempo de establecimiento de los sistemas agroforestales en la microrregión Coecillos (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

En la microrregión de San José el tiempo promedio de los sistemas agroforestales es de 21.5 años, superior en 3 años a los que existen en Coecillos. En la figura 12 se observa que el 76% de los ejidatarios tienen sistemas agroforestales de 17 años o más, incluso una persona reportó 52 años de establecimiento, mientras que 15 más se encuentran entre los 15 y 25 años de establecimiento, seguidos de otros 6 que se encuentran entre 7 y 16 años en que se establecieron estos sistemas.

Figura 12. Tiempo de establecimiento de los sistemas agroforestales en la microrregión San José (2022)



Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo durante 2022.

Al correlacionar la edad de los ejidatarios con el tiempo de establecimiento de los sistemas agroforestales, el coeficiente de Pearson arrojó que no hay asociación, lo cual evidencia que, no necesariamente, mientras los ejidatarios tienen mayor edad se espera mayor antigüedad de la agroforestería.

Estos resultados coinciden con los argumentos de Alao & Shuaibu (2013: 156–159), de que la Agroforestería se ha practicado desde hace muchos años en numerosas partes del mundo, variando de manera considerable de paisajes distintos, países distintos y regiones variables; así como también distintas funciones de acuerdo a las necesidades humanas que se requieran. Prueba de esto es que en las 2 microrregiones existe el establecimiento de sistemas agroforestales con más de 35 años de antigüedad, desde barbechos y labores culturales mejoradas, plantación de árboles y especies endémicas como el maguey en los bordos de los cultivos, el cultivo de árboles y arbustos multipropósito en tierras agrícolas, la plantación en linderos, las plantaciones de

árboles, las cortinas protectoras, los rompe vientos, los sistemas silvopastoriles y la apicultura con árboles; es por esto que los sistemas agroforestales se adaptan a lo que las personas buscan (condiciones ambientales, culturales y socioeconómicas, etc.).

De acuerdo a la encuesta realizada a los ejidatarios; nueve del total de los encuestados de las dos microrregiones establecieron el sistema agroforestal con arreglo funcional (bordos de contención y cortinas rompevientos), establecimiento de especies perenes y endémicas (maguey pulquero, nopal, cedro blanco) y con especies de cereales anuales (maíz, cebada y trigo). Mientras que 40 encuestados realizaron el establecimiento del sistema agroforestal con bordos de contención, plantación de árboles, principalmente cedro blanco y con especies de cereales anuales como son maíz, cebada y trigo. El arreglo de los 49 sistemas agroforestales encontrados está integrado por: 1) bordos de tierra con plantaciones de especies perennes como frutales (durazno, capulín, tejocote, entre otras especies) y cedro blanco, con la siembra de maíz, cebada o trigo, los cuales representaron el 18%; 2) bordos de tierra con plantaciones perennes de magueyes y nopales, con la siembra de maíz, cebada o trigo, los cuales representan el 80% del total de ejidatarios encuestados (cuadro 1).

Cuadro 1. Características de los sistemas agroforestales de Coecillos y San José

Arreglo del sistema agroforestal	Frecuencia	Porcentaje
Bordos, frutales (capulín, tejocote, durazno, entre otros), cedro blanco, maíz, cebada, trigo (tipo 1)	9	18
Bordos, maguey, nopal, maíz, cebada, trigo (tipo 2)	40	80
Total	49	98

Fuente: elaboración propia con trabajo de campo durante 2022.

Estos hallazgos nos lleva a reflexionar sobre lo que menciona Lin (2011), quien afirma que un agroecosistema como lo son los sistemas agroforestales, contiene un alto grado de diversidad funcional debido a los servicios ecosistémicos que proveen por la variedad de especies cultivadas, así como también existe una

variedad de organismos para mejorar el medio ambiente y combatir problemáticas como lo es la erosión de suelos, teniendo una gran resiliencia a este tipo de perturbaciones medioambientales. Así como también la diversidad de especies en un sistema agroforestal funciona como amortiguador, para evitar el fracaso de este sistema ante las fluctuaciones medioambientales, incrementando la capacidad compensatoria del agroecosistema, en el cual, si cae o falla alguna especie, otras pueden asumir su papel, lo que origina unas propiedades del ecosistema más predecibles (Lin, 2011, Rosset et al. 2011).

La presencia del sistema agroforestal tipo 1 representa el 18% del total de ejidatarios encuestados con sistemas agroforestales, mientras que el sistema agroforestal 2 alcanzó el 82% (cuadro 2). Los sistemas agroforestales con bordos o cortinas rompevientos con especies endémicas como el maguey pulquero y nopales, así como la siembra de cereales (cebada, maíz y trigo), son los que prevalecen en ambas microrregiones, siendo más alta la presencia en la microrregión San José (el 88%).

Según Nicholls, Altieri, y Vázquez (2016) mencionan que la diversificación y cuidado sucede de muchas formas y maneras en la parcela como son: siembra de policultivos (maíz, habas, frijol, cebada, trigo, avena, etc.), rotaciones de cultivos, agrosilvicultura, interacción agropecuaria, etc. y el paisaje desde cercas, corredores, bordos de contención, etc. otorgando a los agricultores toda una diversidad y combinaciones distintas. Así surgen las propiedades ecológicas en los agroecosistemas diversificados, los cuales permiten que el sistema funcione manteniendo la fertilidad del suelo, la producción de los cultivos y la regulación de plagas sin necesidad de aplicar plaguicidas; las fincas biodiversas bien diseñadas optimizan la aplicación de los principios agroecológicos, con lo que incrementan la diversidad funcional del agroecosistema como base para la calidad de los suelos, la salud de las plantas, la productividad de los cultivos y la resiliencia del sistema.

Cuadro 2. Tipos de sistemas agroforestales por microrregión (2022)

Microrregión	Sistema agroforestal 1	Sistema agroforestal 2	Total
Coecillos	6	18	24
San José	3	22	25
Total	9	40	49

Fuente: elaboración propia con trabajo de campo (año 2022).

También tomando en cuenta los principios ecológicos de Altieri (1995), los sistemas agroforestales como los encontrados en el ejido de Calpulalpan, tiene las siguientes funciones:

- 1.- fortalecer el sistema inmunológico de los sistemas agrícolas, mediante el incremento de la biodiversidad funcional creando hábitats apropiados.
- 2.- incrementar el reciclaje de la biomasa con el fin de optimizar con el tiempo la descomposición de la materia orgánica y la optimización de nutrientes.
- 3.- proporcionar las condiciones del suelo más favorables para el crecimiento y desarrollo vegetativo, principalmente mediante el manejo de materia orgánica y mediante el aumento de la actividad biológica de los suelos.
- 4.- minimizar las pérdidas de energía, agua y recursos genéticos mediante la conservación y regeneración de los recursos hídricos edáficos y la agrobiodiversidad.
- 5.- diversificar las especies y los recursos genéticos del agroecosistema en el tiempo y en el espacio a nivel de los campos y a nivel del paisaje.
- 6.- mejorar las interacciones biológicas y sinergias beneficiosas entre los componentes de la agrobiodiversidad fomentando los procesos y servicios.

Figura 13. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (1) y San José (2).



(1)



(2)

Fuente: trabajo de campo (2022).

De manera adicional, se encontró que 34 de los 50 encuestados realizan diferentes actividades para el manejo del sistema agroforestal, como son: control de malezas manual (escardas), aplicación de fertilizantes foliares en cultivos anuales (maíz, cebada, trigo, habas), cosecha mecánica, fertilización orgánica de los cultivos anuales, labores agrícolas con uso de maquinaria y plantación de árboles forestales. Mientras que 16 más realizan actividades diferentes como son: control de malezas químico, cosecha mecánica, fertilización química de los cultivos anuales (maíz, trigo, cebada, habas), labores agrícolas con uso de maquinaria.

Esto lleva a recapitular en lo que mencionan Cabell y Oelofse (2012), quienes argumentan que la biodiversidad mejora las funciones del ecosistema, debido a que los componentes pueden parecer redundantes, sin embargo, son importantes ante un cambio medioambiental inesperado, ante estas situaciones las redundancias permiten que el sistema agroforestal siga funcionando y proporcionando servicios benéficos ecosistémicos. Los sistemas diversos fomentan las redes tróficas complejas, y ello a su vez aumenta las conexiones e interacciones potenciales entre sus miembros, creando muchas vías alternativas para el flujo de energía y de materia.

Figura 14. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (1) y San José (2)



(1)

(2)

Fuente: trabajo de campo (2022).

Dentro de los beneficios que los encuestados manifestaron haber obtenido del establecimiento de sistemas agroforestales, el 10% argumentó que se han beneficiado en la obtención de diversos productos, aumento en el ingreso por la venta de productos derivados de los mismos sistemas, aumento de la fertilidad de los suelos, aumento de producción de cultivos anuales, así como también la obtención de alimentos para autoconsumo (como frutas o pulque).

Estas características coinciden con lo mencionado por Altieri (1995), Gliessman (1998), en la Gestión de Estrategias Espaciales y Temporales, las cuales corresponden a lo siguiente:

Rotaciones de cultivos: la diversidad temporal en forma de secuencias de cereales con leguminosa, en las que se conservan los nutrientes y quedan disponibles para la siguiente temporada y se interrumpen los ciclos vitales para las malezas, enfermedades y plagas de insectos.

Policultivos: sistemas de cultivo en los que se plantan dos o más especies con cierta proximidad espaciales, lo que redundará en complementariedades biológicas que mejoran la eficiencia en el uso de los nutrientes y la regulación de las plagas aumentando así la estabilidad de la producción.

Sistemas agroforestales: plantando arboles junto a cultivos anuales, además de modificarse el microclima, se mantiene y mejora la fertilidad de los suelos, ya que algunos árboles ayudan a fijar nitrógeno y optimizar los nutrientes desde los horizontes edáficos más profundos, a la vez que las hojas secas contribuyen a restituir los nutrientes al suelo, conservan la materia orgánica y mantienen las complejas redes tróficas del suelo.

Cultivos de cobertura: el uso de combinaciones herbáceas y leguminosas bajo frutales puede reducir la erosión, proporcionar nutrientes al suelo y aumentar el control biológico de las plagas. El aplastar las coberturas verdes en la agricultura de conservación reduce la erosión y las fluctuaciones en la humedad de los suelos, mejorando su calidad y fomentando la eliminación de las malezas.

Integración de cultivos y animales: puede obtenerse una elevada producción de biomasa y un óptimo reciclaje de los nutrientes mediante la integración de cultivos y animales, debido a que la producción animal integra arbustos forrajeros plantados muy densamente e intercalados con pastos mejorados altamente productivos y arboles madereros. Todo ello combinado es un sistema objeto de pastoreo directo por el ganado, con aumento de la productividad total sin necesidad de insumos externos.

Figura 15. Fotos de los sistemas agroforestales en Coecillos (izquierda) y San José (derecha)



Fuente: trabajo de campo (2022).

El 90% restante (45 de los encuestados) menciona que solo han visto beneficios en aumento de la fertilidad de los suelos y aumento en la producción de cultivos anuales, ya que no han establecido árboles frutales, pero si tienen plantaciones de especies endémicas, como el maguey, para la obtención de distintos subproductos.

Contrastando con Vandermeer, et al. (1998), afirman que capitalizando los mecanismos ecológicos que fomentan los procesos naturales y las interacciones biológicas favorables inertes a la agricultura tradicional, las y los agro ecólogos tienen como principal misión la de ensamblar plantas cultivadas, animales y árboles en esquemas espacio temporales nuevos para que esos diseños diversificados permitan que cada finca pueda subsidiar la fertilidad de los suelos, la salud de sus cultivos y su productividad.

Teniendo en cuenta que Loreau, et al. (2001) menciona que el principio fundamental de la agroecología es la diversificación de un agroecosistema que favorece la diversidad de los campos a la vez que la heterogeneidad de los paisajes; este principio principalmente se basa en observaciones y en evidencias experimentales que demuestran las siguientes tendencias:

1.- cuando los agroecosistemas se simplifican, desaparecen grupos funcionales completos de especies desviando el equilibrio del sistema desde un estado funcional deseado a otro menos deseado, lo que afecta la capacidad del ecosistema para responder a los cambios y generar servicios.

2.- cuanto más alta sea la diversidad vegetal de los agroecosistemas, mayor será su capacidad de amortiguar los daños de las plagas y enfermedades, así como también de enfrentar los patrones cambiantes de pluviosidad y temperatura.

Los agroecosistemas diversificados pueden revertir la tendencia negativa de disminución de la producción y la eficiencia a largo plazo la cual se ha observado en sistemas de monocultivo, ya que la variedad de cultivos desplegada en esquemas temporales y espaciales responde de manera diferente a las conmociones externas. Por lo que en base a un estudio, investigadores

descubrieron que si se comparaban con los monocultivos convencionales, los sistemas agrícolas diversificados albergan más biodiversidad, mejor calidad de suelos y además una mayor capacidad de retención de agua, presentando una mayor eficiencia en el uso de la energía y una resiliencia superior al cambio climático; en relación con los monocultivos convencionales, los sistemas agrícolas diversificados también mejoran la regulación de las plantas no deseadas, las enfermedades y las plagas de artrópodos, a la vez que aumentan los servicios de polinización (Kremen y Miles, 2012).

La información obtenida en campo también evidencia que el 100% de los encuestados están convencidos que los sistemas agroforestales tienen efecto en la reducción de la erosión de los suelos, ya que tiene como evidencias las siguientes: mayor rendimiento en los cultivos, la reducción de uso de fertilizantes químicos, reducción de uso de plaguicidas y sobre todo mayor retención de humedad.

No obstante, también mencionan que los problemas principales que han tenido en el establecimiento de los sistemas agroforestales es la falta de asistencia técnica y la falta de dinero, debido a que una vez que se establece un sistema agroforestal no existe seguimiento adecuado para el manejo del mismo y otro factor importante es la inversión monetaria, ya que todo se debe de comprar desde los árboles y las especies endémicas, hasta los arreglos que se realizan en la tierra como son bordos de contención y cortinas rompevientos.

Hainzelin (2013) menciona que la explotación de las interacciones facilitadas por la biodiversidad en situaciones reales exige estrategias de diseño y gestión conducentes a optimizar la biodiversidad funcional a través de estos tres enfoques:

- 1.- incrementar la biodiversidad sobre el suelo a diferentes escalas de espacio y tiempo para intensificar los ciclos biológicos del agua y los nutrientes, que a su vez se persigue aumentar la producción de biomasa obtenida como son: alimentos, fibra, energía, etc. sin insumos externos; esta estrategia permite planificar las combinaciones de los cultivos anuales y perenes con una complementariedad del

dosel vegetal y del sistema radicular entre las diferentes especies con el fin de maximizar la captación de la radiación solar, la conservación del agua y la absorción de nutrientes, a la vez que se da refugio a la biota beneficiosa, como depredadores y polinizadores.

2.- utilizar la diversificación de cultivos en el tiempo y el espacio para reforzar el control biológico natural de las distintas plagas de insectos, fomentar los efectos alelopáticos para eliminar las malas hierbas y, por último, estimular a los antagonistas para reducir los patógenos presentes en el suelo, de forma que con todo ello se reduzcan las pérdidas de la biomasa cosechada sin usar pesticidas.

3.- estimular la biomasa funcional del subsuelo mediante prácticas de manejo orgánico de suelos, los cuales a su vez permiten optimizar los ciclos biogeoquímicos del suelo, reciclando nutrientes desde los perfiles profundos y aumentando la actividad microbiana beneficiosa con el fin de lograr una nutrición y sanidad óptima en los cultivos sin usar fertilizantes químicos.

En este sentido, las opiniones de los ejidatarios coinciden sustantivamente con los planteamientos de Altieri (2002), quien afirma que la agroecología es la ciencia enfocada en el manejo de recursos naturales para campesinos pobres en ambientes marginales, sobre todo de escasos recursos y pocas posibilidades de escolaridad; haciendo énfasis en que una cuarta parte de la población mundial aún no ha llegado a tener el privilegio de tecnología agrícola, por lo que propone un manejo específico de sistemas que es diseñado y adaptado en forma de sitios específicos a las condiciones agrícolas altamente variables y diversas, las cuales son típicas de campesinos pobres y de escasos recursos.

Esto se complementa con lo que nos dice Candelaria et al. (2014), donde la sustentabilidad tiende a ser un objetivo para cualquier actividad económica, principalmente desde el sector agropecuario, ya que dentro del desarrollo sustentable estas actividades son de atención prioritaria debido a que tienen influencia en el desarrollo humano, social, económico, así también como la calidad de los recursos naturales.

En el mismo orden de ideas, las características de los sistemas agroforestales encontradas en ambas microrregiones y las opiniones de los ejidatarios acerca de los beneficios de los mismos, ponen sobre la mesa la reflexión que hace Leff (1993 y 1994a), quien menciona que la sustentabilidad es el territorio en el que se arraiga el ser y el tiempo de la vida, y no la tecno-economización de la naturaleza. El futuro no es la proyección de la racionalidad dominante ni la reflexividad de la modernidad sobre sus ejes de racionalidad; si no la actualización de los imaginarios, las identidades y las prácticas que buscan vencer las formas de poder que han cercado y sujetado los sentidos de la historia para redescubrir los mundos ocultos, las practicas sepultadas y los saberes subyugados, para reconducir la historia desde las potencialidades de la vida por los cauces de la diversidad cultural hacia sentidos civilizatorios alternativos.

4.3 Sistemas agroforestales en Coecillos y San José en el contexto del Desarrollo Regional

Dentro del establecimiento de los sistemas agroforestales en el ejido de San Antonio Calpulalpan, se confirmó con las autoridades ejidales que en la microrregión de San José, existen aproximadamente 1500 hectáreas con sistemas agroforestales desde hace cuando menos cuarenta años, dentro de las cuales existen diferentes tipos como son: bordos de contención, establecimiento de cortinas rompevientos con árboles forestales (ocote, cedro, pino y encino), establecimiento de especies endémicas como el maguey pulquero (*Agave Salmiana*), cercas de nopal tunero (*Opuntia Albicarpa*), árboles frutales de la región (ciruela, chabacano, durazno, manzana, capulín, tejocote, etc.).

Mientras que en la microrregión de Coecillos existe un aproximado de 1000 hectáreas con Sistemas Agroforestales teniendo una antigüedad aproximada de 50 años; destacando los bordos de contención, las cortinas rompevientos con árboles forestales (pino, ocote, cedro blanco, encino, etc.), cercas de nopal y bordos de contención principalmente.

Estos sistemas se han establecido principalmente en el contorno y bordos de las parcelas en ambas microrregiones, en interacción con los sistemas de cultivos anuales establecidos como lo es la cebada, maíz, habas, frijol, trigo y avena; donde se observa que las parcelas con este tipo de sistemas han obtenido varias ventajas como: mayor retención de humedad, suelos con mayor fertilidad, reducción de uso de fertilizantes químicos, menor erosión, aumento en la producción de cultivos, obtención de diversos productos en el caso del maguey y árboles frutales, entre otros.

El manejo de cada sistema agroforestal implica control de malezas químico, principalmente con aplicaciones de herbicidas, además realizando labores agrícolas con uso de maquinaria como son tractores para el establecimiento de cultivos anuales, además la actividad de cosecha de igual forma se realiza con maquinaria en cultivos anuales principalmente cereales (maíz, cebada, avena, trigo). Al utilizar agroquímicos (fertilizante inorgánico, plaguicidas sintéticos), los principios de la agroecología se violan y deja evidencia de que los sistemas agroforestales de ambas microrregiones tienen mucho camino por recorrer para alcanzar la sustentabilidad. Algunas de las causas a atender son dos problemas principales dentro del establecimiento y manejo de estos sistemas en las dos microrregiones: 1) falta de asistencia técnica para el manejo de los mismos, debido a que actualmente no existe un seguimiento para poder explotar al máximo este tipo de sistemas y 2) es la falta de dinero, lo que obstaculizado que los productores amplíen el establecimiento de más sistemas agroforestales.

Los resultados sobre las características de los sistemas agroforestales demuestran que a pesar de tratarse de dos microrregiones del ejido San Antonio Calpulalpan, con el mismo clima, con tradición en establecer este tipo de plantaciones, existen tres divergencias y convergencias sustantivas vinculadas con el enfoque regional: 1) la presencia de especies endémicas como maguey y nopal es más alta en la microrregión San José (88% versus 75%), a pesar de que la edad promedio de los ejidatarios es de 62 años inferior a los casi 67 años de edad promedio de los ejidatarios de Coecillos, no habiendo diferencia de edades;

2) en ambas microrregiones la edad promedio de los ejidatarios encuestados no está asociada con el número de hectáreas con sistemas agroforestales; 3) a pesar de que en Coecillos la edad promedio de los encuestados es superior en 4 años, la antigüedad promedio del establecimiento de los sistemas agroforestales es inferior en 3 años a la de San José.

El hecho de encontrar más sistemas agroforestales con especies de maguey pulquero y nopales no es casualidad, es una expresión de las tradiciones y costumbres de la región poniente, ya que el maguey como planta emblemática de la misma, el conocimiento tácito de los ejidatarios ofrece alternativas para conservar las tradiciones de elaboración de pulque y otros derivados, o incluso para usar las pencas de la planta en la cocción de barbacoa. Es decir, la valoración del maguey está vinculada a la gastronomía del territorio de estudio.

Por otro lado, los ejidatarios se encuentran frente a una contradicción productiva regional, que han sabido enfrentar, pero que sigue ocasionando estragos ambientales y sociales. La producción de cebada en la región, no se puede explicar sin la presencia de la empresa Cebadas y Maltas instalada en la periferia de la ciudad de Calpulalpan desde los años setenta del siglo XX, la cual compra malta de cebada e impone precios de compra-venta del grano, así como el paquete tecnológico.

El cultivo de cebada requiere de superficies agrícolas que faciliten el monocultivo, el uso de tecnología moderna mecanizada, la aplicación de herbicidas y otros plaguicidas, lo cual entra en conflicto con los sistemas agroforestales, que son biodiversos, obedecen a tradiciones y costumbres y son poco amigables para el uso maquinaria y equipo pesado (tractores, combinadas).

Estas características agrícolas de ambas microrregiones, requieren de una política regional de fomento agroforestal donde los cereales, particularmente la cebada, se vean como parte de un todo llamado sistema agroforestal. Hay que recordar que Coecillos y San José se eligieron porque hay presencia predominante de sistemas agroforestales, situación que no ocurre en el resto del ejido San Antonio Calpulalpan.

Por lo tanto, en estas dos microrregiones el desarrollo regional se sustenta en obtener ingresos y empleos a través de la siembra de cultivos anuales para consumo humano y ganadero, los cuales forman parte de los sistemas agroforestales existentes, elevando a su vez la productividad con el aumento de los rendimientos obtenidos por hectárea de las especies agrícolas anuales que se cultivan dentro de los mismos como son producción de granos básicos (cebada, maíz, frijol, habas) y así como también el aprovechamiento de algunos árboles frutales que, a través de varias generaciones, se han adaptado a las condiciones climáticas de las microrregiones de estudio.

Este contexto biodiverso favorece que los productores tengan la oportunidad de cuidar el uso de suelo para obtener buenos resultados en el rendimiento de sus cultivos y, a su vez, manejar un sistema de producción de frutales, granos, aguamiel, y nopal; todo esto a pequeña escala, autoempleándose y obteniendo un ingreso extra en caso que haya un excedente de sus especies cultivadas, aumentando la probabilidad de que los ejidatarios obtengan mayores ingresos y una mejor calidad de vida, no solo para la generación actual, sino también para las futuras, además de construir una mayor consciencia sobre el cuidado del medio ambiente.

V. Conclusiones

Los sistemas agroforestales no son una expresión reciente en las microrregiones de Coecillos y San José, ni tampoco son exclusivamente de origen ecológico de la población, son ante todo una expresión territorial donde están inmersas tradiciones y costumbres culinarias (cultura) e intereses por obtener mayores ingresos económicos con el establecimiento de cultivos como la cebada (economía), lo cual genera que la agroforestería sea una actividad que data desde los años cincuenta del siglo XX, aunque varios ejidatarios han incorporado paulatinamente mayor superficie en la última década.

Los principales factores que fomentan el establecimiento de sistemas agroforestales son la recuperación de la fertilidad de los suelos agrícolas, el valor biocultural y económico de las especies vegetales perennes, como el maguey pulquero (*Agave salmiana*), y el conocimiento tácito de los ejidatarios para el diseño y plantación de sistemas agroforestales. En contraparte, los resultados obtenidos evidencian que los principales factores que limitan el establecimiento, son la falta de asesoría técnica especializada y la baja disponibilidad de recursos económicos de los ejidatarios.

Los sistemas agroforestales de ambas microrregiones se caracterizan por tener diversidad de especies, tanto vegetales perennes (algunas endémicas como el maguey pulquero, el tejocote y el capulín) y cereales para consumo humano y animal. Las especies perennes son utilizadas para retener bordos de contención o como cortinas rompevientos para reducir la erosión y contribuir a la fertilidad de los suelos, así como para proveer de alimentos frescos (frutas y pulque) para autoconsumo de los núcleos familiares.

Aunque no hay diferencias sustantivas entre los sistemas agroforestales de ambas microrregiones, en San José hay sistemas agroforestales más antiguos, debido a que fue la primera microrregión en establecer este tipo de sistemas, aunque la edad promedio de los ejidatarios es inferior a la de los ejidatarios de Coecillos.

Los ejidatarios están frente a un contradictorio contexto productivo agrícola regional, que han sabido enfrentar, pero que sigue ocasionando estragos ambientales y sociales en el territorio. El cultivo de cebada requiere de superficies agrícolas que faciliten el monocultivo, el uso de tecnología moderna mecanizada, la aplicación de fertilizantes sintéticos, herbicidas y otros plaguicidas no biológicos, lo cual entra en conflicto con los sistemas agroforestales, que son biodiversos, obedecen a tradiciones y costumbres y son poco amigables para el uso maquinaria y equipo pesado como tractores, combinadas, arados profundos. Por lo tanto, los sistemas agroforestales en ambas microrregiones tienen pendiente mucho camino por recorrer para alcanzar la sustentabilidad.

Las características sociales y agrícolas de ambas microrregiones, requieren de una política regional de fomento agroforestal donde los cereales, especialmente la cebada, se vean como parte de un todo llamado sistema agroforestal, cuya función no solo es mitigar el deterioro ambiental, sino también el conservar tradiciones y costumbres de la población.

Bibliografía

- Alao, J. S. y Shuaibu, R. B. (2013). Prácticas y conceptos agroforestales en sistemas de uso sostenible de la tierra en Nigeria. *Revista de Horticultura y Silvicultura*, 5(10), 156-159.
- Alcorn, J. B. (1990). Sistemas agroforestales autóctonos en el trópico latinoamericano. En M. A. Altieri y S. B. Hecht (Ed.) *Agroecology and Small Farm Development* (pp. 203-218), CRC Press, Boca Ratón.
- Alemán, S. T. (2005). Desarrollo sustentable: Teoría y Práctica. *Ecofronteras. Revista ECOSUR*, 24.
- Altieri, Miguel A. (1995). *Agroecología: La ciencia de la agricultura sostenible*, Westview Press. EU.
- Altieri, Miguel A. (2005). El mito de la coexistencia: por qué los cultivos transgénicos no son compatibles con los sistemas de producción basados en la agroecología, *Boletín de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 25 (4), 361-371.
- Altieri, Miguel y Rosset, P. (1999). La agroecología y la conversión de los sistemas convencionales a gran escala a la gestión sostenible. *Revista Internacional de Estudios Ambientales*, 50 (3-4), 165-185.
- Altieri, Miguel y Rosset, P. (1999a). Diez razones por las que la biotecnología no garantizará la seguridad alimentaria, protegerá el medio ambiente y reducirá la pobreza, en el mundo en desarrollo. *AgBioForum*, 2 (¾), 155-162.
- Altieri, Miguel y Rosset, P. (1999b). Fortaleciendo el caso de por qué la biotecnología no ayudará al mundo en desarrollo: una respuesta a MacGloughlin. *AgBioForum*, 2(¾), 226-236.
- Altieri, Miguel y Nicholls, Clara. (1999). Función del ecosistema de biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. En W. W. Collins y C. O. Qualset (Ed.). *Biodiversidad en agroecosistemas*, CRC Press.
- Altieri, Miguel. (2002). Agroecología: La ciencia de la gestión de los recursos naturales para los agricultores pobres en entornos marginales. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente*, 93, 1-24.

- Altieri, M. Nicholls, C. I., Henao A. y Lana, M. A. (2015). La agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible*, 35, 869-890.
- Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa* 28, 409-423.
- Bell, Simon y Morse, Stephen. (2003). *Sustainability Indicators: Measuring the immeasurable*, Inglaterra: Earthscan.
- Bhagwat S. A., Willis K. J., Birks H. J. B. y Whittaker R. J. (2008). *Agroforestería: ¿refugio de la biodiversidad tropical?* Tendencias en Ecología y Evolución.
- Blancas, J., Casas, A., Rangel Landa S., Moreno Calles, A., Torres I., Pérez-Negrón E., Solís, L., Delgado Lemus, A., Parra, F., Arellanes, Y., Caballero, J., Cortés, L., Lira, R. y Dávila, P. (2010). *Manejo de plantas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Botánica Económica. México.
- Boege, E. (2008). *El Patrimonio Biocultural de los Pueblos Indígenas de México: Hacia la Conservación in situ de la Biodiversidad y Agrodiversidad en los Territorios Indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D. F.
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Red de Revistas Científicas de América Latina el Caribe Redalyc*, 8(1), 1-18.
- Brokenshaw, D. W., Warren, D. M. y Werner, O. (1980). *Indigenous Knowledge, Systems and Development*. Lanham, University Press of America.
- Cabell, J. F. y Oelofse, M. (2012). Un marco de indicadores para evaluar la resiliencia de los agroecosistemas. *Ecología y Sociedad*, 17, 18-23.
- Calvente A. M. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *UAIS sustentabilidad*. Universidad Abierta Interamericana, 1(1), 1-7.
- Candelaria, M.B., Ruiz, R.O., Pérez, H.P., Gallardo, L.F., Vargas, V.L., Martínez, B.A., Flota, B.C. (2014). Sustentabilidad de los agroecosistemas de la microcuenca, Paso de Ovejas I, Veracruz, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, II, 87-104.

- Casanova, F., Ramírez, L., Parsons, D., Caamal, A., Piñeiro, A. T. y Díaz, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22 (3), 269-284.
- Casas, A., Otero Arnaiz, A., Pérez Negrón, E. y Valiente Banuet, A. (2007). Manejo in situ y domesticación de plantas en Mesoamérica. *Anales de Botánica* 1.
- Clayton, Michael y Radcliffe, Nicholas. (1996). *Sustainability: A systems approach*, EUA: Westview Press.
- Conway, Gordon, 1994: "Sustainability in Agricultural Development: Trade-offs Between Productivity, Stability, and Equitability". *Journal for Farming Systems Research and Extension*.
- Denevan, W. M. (1995). Métodos agrícolas prehistóricos como modelos de sostenibilidad. *Fitopatología Avanzada*. 11 (21).
- Descola, P. (1996). *La selva culta. Simbolismo y praxis en la ecología de los Achuar*, Quito, Ediciones Abya Tala.
- Edwards, Clive et al. (1993). El papel de la agroecología y los sistemas agrícolas integrados en la sostenibilidad agrícola. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente*, núm. 46.
- FAO. (2005). *Realización de los beneficios económicos de la agrosilvicultura: experiencias, lecciones y desafíos*. FAO, Roma.
- FAO. (2015). *Agroecología: ciencia y política*. FAO, Roma.
- Francis, C. (1986). *Sistemas de cultivo múltiples*. MacMillan, Nueva York.
- Ford, A. N. R. (2015). *The Maya Forest Garden. Eight Millenia of Sustainable Cultivation of the Tropical Woodlands*. Left Coast Press, United States of America.
- Giraldo, D. R. y Valencia, T.F.L. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios en el corregimiento de Bolo San Isidro Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*. 1 (7).
- Gildardo, O. F. y Rosset P. M. (2016). La agroecología en una encrucijada: entre la institucionalidad y los movimientos sociales. *Guaju*, 2 (1), 14-37.

- Gildardo, O. F. y Rosset P. M. (2017). La agroecología como territorio en disputa: entre institucionalidad y movimientos sociales. *Revista de Estudios Campesinos*, [en línea] DOI:10. 1080/03066150.
- Gliessman, S. R. (1998). *Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible*. Ann Arbor, MI, EE. UU., Ann Arbor Press.
- Gómez, Desider. (1996). *Desarrollo sustentable amazónico. Estudio de las políticas de desarrollo planteadas en el Marco de Cooperación Amazónico (1978-1992)* [Tesis de Maestría, FLACSO]. Repositorio Institucional de FLACSO-Ecuador.
- Gómez, J.A. y Garduño, S. (2020). Desarrollo sustentable o desarrollo sostenible, una aclaración al debate. *Tecnura*, 24(64), 117-133 <https://doi.org/10.14483/22487638.15102>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. INEGI.
- Koohafkan, P. y Altieri, M. A. (2010). *Sistemas importantes del patrimonio agrícola mundial: Un legado para el futuro*. FAO, Roma.
- Kremen, C. y Miles A. (2012). Servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas biológicamente diversificados versus convencionales: beneficios, externalidades y compensaciones. *Ecología y Sociedad*, 17 (4), 1-40.
- Krishnamurthy, L. y Ávila, M. (1999). *Agroforestería básica*. PNUMA-ORPALC RFAALC, México.
- Lampkin, Nick. (1998). *Agricultura ecológica*. Mundiprensa, España.
- Lin, B. B. (2011). Resiliencia en la agricultura a través de la diversificación de cultivos: manejo adaptativo para el cambio ambiental. *BioScience*, 61, 183-193.
- Leff, E. (1993). Marxism and the environmental question: from critical theory of production to an environmental rationality for sustainable development, *Capitalism, Nature, Socialism*, 4 (1), 44-66.
- Leff, E. (1994). *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI Editores, Cd. de México.

- Leff, E. (1996). Los nuevos actores sociales del ambientalismo en el medio rural. En H. Cartón de Grammont y H. Tejera (Coord.), *Los nuevos actores sociales y los procesos políticos en el campo. La sociedad rural frente al nuevo milenio*, vol. 4, UNAM/INAH/UAM/Plaza y Valdez Editores, Cd. de México.
- Leff, E. (2000). *Pensar la Complejidad Ambiental*. Siglo XXI Editores, Cd. de México.
- Leff, E. (2014). Los derechos del ser colectivo y la reapropiación social de la naturaleza. En Belinda Pereira de Cunha, Sergio Agustín, Nálbia Roberta Araújo da Costa (coords.), *Saberes Ambientais, Sustentabilidade e Olhar Jurídico: visitando a obra de Enrique Leff*, Joao Pessoa e Caxias do Sul, Brasil.
- Leff, E. (2015). Political Ecology: a Latin American Perspective. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* (Curitiba: Universidade Federal do Paraná) 35.
- Lipton, Michael y Longhurst, Richard. (1989). *Nuevas semillas y gente pobre*. John Hopkins University Press.
- Loreau, M., Naem, S., Inchausti, P. (2001). Biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas: Conocimiento actual y retos futuros. *Ciencia*, 294, 804-808.
- López Ridaura S. (2005). Multi-scale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, Development and Sustainability* 7 (51).
- Madrigal, P. (1995). La legislación como Instrumento para el desarrollo sostenible. En E. Brown et al. (Coord.) *Derechos Humanos, Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente*. IIDH-BID, 2da. Edición, San José Costa Rica.
- Magdoff, F. y Van Es, H. (2000). Construcción de suelos para mejores cultivos. *Red de Agricultura Sostenible* núm. 4.
- Masera, O., Astier, M. y López, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Mundiprensa-GIRA-UNAM, México.
- Masera, O., Astier, M. y López, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. GIRA, Instituto de Ecología, Mundiprensa, México.

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. y Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento*. FCE, Ciudad de México.
- Moonen, A. C. y Barberi, P. (2008). Biodiversidad funcional: Un enfoque de agroecosistemas. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente*, 127 (7).
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribea, F. (2011). Árboles y arbustos nativos para la rehabilitación productiva de tierras ganaderas tropicales. *Ecología Forestal y Medio Ambiente*, 67,1-22.
- Narváez, A. U., Cruz, A. y Sangerman, D. M. (2020). Servicios ambientales: sistema agroforestal tradicional con plantas de maguey pulquero en la Altiplanicie, Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (8), 1957-1969.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A. y Vázquez, L. (2016). Agroecología: Principios para la reconversión y rediseño de los sistemas agropecuarios. *Revista de Ecosistemas y Ecografía*, DOI:10. 4172/2157-7625. S5-010.
- Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de investigación UNED*, 11 (1), s55-s61.
- ONU. (1987). *Nuestro Futuro Común*, Alianza, Madrid.
- Pearse, D. y Atkinson, G. (1993). Midiendo el Desarrollo Sustentable. *Ambiente y Desarrollo*, 9, 55-60.
- Riechmann, J. (1995). Desarrollo sostenible: La lucha por la interpretación. En *De la economía a la ecología*, editores Trotta, España, 11-36
- Rosset, P. M., Machín, B., Jaime, A. M. y Lozano, D. R. (2011). El movimiento agroecológico campesino a campesino de la ANAP en Cuba: metodología de procesos sociales en la construcción de agricultura campesina sostenible, y soberanía alimentaria. *Revista de Estudios Campesinos*, 38 (1), 161-191.
- Rosset, P. M. (2005). ¿Transgénicos, cultivos para combatir el hambre en el Tercer Mundo? Un análisis crítico. *Boletín de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 25 (4), 306-313.

- Shiva, V. (1991). The violence of the green revolution: Third world agriculture, ecology and politics. *Third World Network*, 56.
- Schroth, G., da Fonseca, G. A. B., Harvey, C. A., Gascón, C., Vasconcelos, H. L. e Izac, A. N. (2004). *Agroforestería y Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Tropicales*. Island Press, Washington, DC.
- Simons, A. J. y Leakey, R. R. B. (2004). Domesticación de árboles en agroforestería tropical. *Sistemas Agroforestales*, 61, 167-181.
- Suez, L. S. (2020). Manejo ecológico del suelo. En A. H. Barchuk, *Manual de buenas prácticas para diseños agroecológicos* (pp. 241-308). Editorial Brujas, Argentina.
- Taylor, S. J. y Bodgan, R. (1984). *La observación participante en el campo. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Paidós Ibérica, Barcelona.
- Toledo, V. M. (1990). La racionalidad ecológica de la producción campesina. En M. A. Altieri y S. B. Hecth (Eds.), *Agroecology and small-farm development* (pp. 51-58). CRC Press, Boca Ratón.
- Toledo, V. M., 2002. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En J. R. Stepp, F. S. Wyndham y Zarger R. K. (eds.), *Ethnobiology and Biocultural Diversity* (pp. 511-522). International Society of Ethnobiology, Georgia, USA.
- Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols (2009). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Editorial ICARIA, Barcelona.
- Toledo, V. M. (2012). La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología*, 6, 37-46.
- Toledo, V. M. (2022). El big bang de la agroecología en México. En Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural Maya, A. C. y Subsecretaría de Autosuficiencia Alimentaria de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Eds.), *Revoluciones agroecológicas en México* (pp. 49-52). Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural Maya, A. C. y Subsecretaría de Autosuficiencia Alimentaria de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

- Vandermeer, J., van Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C., & Perfecto, I. (1998). Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *Agriculture ecosystems & environment*, 67(1), 1-22.
- Verchot. L. V., van Noordwijk, Kandii, M. S., et al. (2007). Cambio climático: vinculación, adaptación y mitigación, a través de la agrosilvicultura. *Estrategias de Mitigación y Adaptación al Cambio Global*, 12, 901-918.
- Villa, P.M., Martins, S.V., de Oliveira Neto, S.N., Rodrigues, A.C., Hernández, E.P., and Kim, D.G. (2020). Policy forum: Shifting cultivation and agroforestry in the Amazon: Premises for REDD+. *Forest Policy and Economics*, 118. DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102217.
- Wezel, A., Bellon, S., Dore, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C. (2009). La agroecología, como ciencia, movimiento y práctica. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible*, 29 (4), 503-515. <http://dx.doi.org/10.1051/AGRO/2009004>.
- Wilken, G. C. (1987). *Buenos agricultores: recursos agrícolas tradicionales. Gestión en México y Guatemala*. University of California Press, Berkeley.
<https://www.calpulalpan.gob.mx>
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios/29006a.html>
https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me&e=29
<http://calpulapan.gob.mx/tu-municipio/medio-fisico>.
- PNUD. «Indicadores de Desarrollo Humano y Género en México 2010».

Otras () Ganadería()

Actividad secundaria_____

Establecimiento de Sistemas Agroforestales

1.- ¿Qué conocimiento tiene sobre la plantación de árboles?

2.- ¿Usted ha establecido en su parcela algún sistema agroforestal?

Si () No ()

Si la respuesta es negativa, favor de pasar a la pregunta 13

3.- ¿A qué se debió que usted decidiera establecer un Sistema Agroforestal?

4.- ¿De qué forma estableció el sistema agroforestal?

Especies perenes

() maguey pulquero

() nopal

() encino

() cedro blanco

Arreglo funcional

() bordos de contención

() cortinas rompevientos

Especies anuales

() árboles frutales

() maíz

() cebada

() trigo

() otras ¿cuáles?

5.- ¿Cuándo estableció el sistema agroforestal?

año_____

6.- ¿Cuanta superficie tiene con y sin sistemas agroforestales?

con_____

sin_____

total_____

7.- ¿Qué actividades realiza para el manejo del sistema agroforestal?

Control de malezas manual (escardas) ()

Control de malezas con maquinaria ()

Control de malezas químico ()

Aplicación de fertilizantes foliares en cultivos anuales ()

Cosecha manual ()

Cosecha mecánica ()

Fertilización química de los cultivos anuales ()

Fertilización orgánica de los cultivos anuales ()

Labores agrícolas con uso de maquinaria ()

Arboles Forestales ()

8.- ¿Qué beneficios ha obtenido con los Sistemas Agroforestales?

Aumento de producción de cultivos anuales ()

Obtención de diversos productos ()

Aumento en el ingreso por venta de productos ()

Alimentos para autoconsumo ()

Aumento de la fertilidad de los suelos ()

Ninguno ()

Otros ()

¿Cuáles?

9.- ¿considera que los Sistemas Agroforestales tienen efecto en la reducción de la erosión de los suelos?

Si () No ()

¿Por qué?

10.- ¿Qué evidencias tiene de la reducción de la erosión de los suelos agrícolas?

Mayor rendimiento en los cultivos ()

Reducción de uso de fertilizantes ()

Reducción de uso de plaguicidas ()

Mayor retención de humedad ()

Ninguna ()

Otras ()

¿Cuáles?

11.- ¿Que problemas ha tenido en el manejo del sistema agroforestal?

Falta de asistencia técnica ()

Falta de dinero ()

Mayor dificultad para el control de plagas y enfermedades ()

Mayor dificultad para el control de malezas ()

Disminución de la producción ()

Otros ()

¿Cuáles?

12.- ¿Recomendaría usted la implementación de los sistemas agroforestales con los demás agricultores?

Si () No ()

¿Por qué?

13.- ¿Qué información tiene acerca de los sistemas agroforestales?

14.- ¿Ha intentado en alguna ocasión establecer un sistema agroforestal?

Si () No ()

¿Qué limitaciones tuvo para establecerlo?

Falta de asesoría ()

Renta de la tierra ()

Falta de dinero y maquinaria ()

Otro ()

¿Cuál?

15.- ¿Le interesaría ahora establecer un sistema agroforestal?

Si () No ()

¿Por qué?

16.- ¿Aplica usted en el Sistema Agroforestal insumos organicos?

Si () No ()

Composta ()

Lombricomposta ()

Abonos organicos ()

Plaguicidas biológicos ()

Otros ()

¿Cuáles?

Observaciones
