



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIO  
EN SUELOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE

SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE Y SUS  
APORTES SOCIOECONÓMICOS A COMUNIDADES CAMPESINAS  
DE ESPAÑITA, TLAXCALA

## TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:  
MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE

Presenta:

**JOSÉ ELIAS MÉNDEZ CERVANTES**

Bajo la supervisión de:

DRA. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ

DR. MIGUEL URIBE GÓMEZ

DR. JULIO CÉSAR BUENDÍA ESPINOZA




Chapingo, Estado de México, enero de 2022

**SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE Y SUS  
APORTES SOCIOECONÓMICOS A COMUNIDADES CAMPESINAS  
DE ESPAÑITA, TLAXCALA**

Tesis realizada por **JOSÉ ELIAS MÉNDEZ CERVANTES** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

DIRECTORA:



---

**DRA. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ**

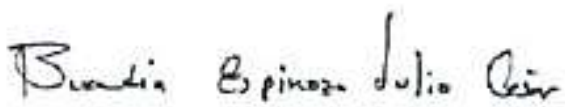
COORDIRECTOR:



---

**DR. MIGUEL URIBE GÓMEZ**

ASESOR:



---

**DR. JULIO CÉSAR BUENDÍA ESPINOZA**

## I. CONTENIDO

II.	ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
III.	ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
IV.	DEDICATORIAS .....	ix
V.	AGRADECIMIENTOS .....	x
VI.	DATOS BIOGRÁFICOS.....	xi
VII.	RESUMEN GENERAL .....	xii
VIII.	GENERAL ABSTRACT .....	xiii
1.	INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	General .....	3
2.2.	Específicos .....	4
3.	MARCO TEÓRICO.....	4
3.1.	Sistemas agrícolas tradicionales en tierras de laderas .....	4
3.1.1.	Sistemas Agroforestales con metepantle en Tlaxcala .....	5
3.2.	Caracterización.....	6
3.2.1.	Ámbito biofísico.....	8
3.2.2.	Ámbito socioeconómico .....	8
3.3.	Clasificación de sistemas agroforestales .....	9
3.3.1.	Criterio estructural .....	9
3.3.2.	Criterio funcional.....	10
3.3.3.	Criterio ambiental .....	10
3.3.4.	Criterio socioeconómico.....	11
3.4.	Evaluación socioeconómica.....	11

3.4.1.	Indicadores para el análisis de la eficiencia económica .....	13
3.4.2.	Indicadores para el análisis de la racionalidad campesina .....	15
3.4.3.	Medición de la pobreza .....	16
3.5.	Literatura citada.....	17
4.	<b>CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE EN ESPAÑITA, TLAXCALA .....</b>	<b>20</b>
4.1.	Resumen .....	20
4.2.	Abstract .....	21
4.3.	Introducción.....	22
4.4.	<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>23</b>
4.4.1.	Área de estudio.....	23
4.4.2.	Caracterización de las unidades de paisaje.....	24
4.4.3.	Caracterización socioeconómica de las localidades .....	25
4.4.4.	Caracterización de los SAF con metepantle .....	25
4.4.5.	Clasificación de los SAF con metepantle y pre tipología .....	26
4.5.	<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>26</b>
4.5.1.	Caracterización de las unidades de paisaje.....	26
4.5.2.	Caracterización socioeconómica de las localidades .....	36
4.5.3.	Historia agraria .....	38
4.5.4.	Caracterización de los sistemas de producción.....	40
4.5.5.	Clasificación de los SAF y pre tipología.....	42
4.6.	<b>Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
4.7.	Literatura citada.....	46

<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE EN LOCALIDADES DE ESPAÑITA, TLAXCALA .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1.</b>	<b>Resumen .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2.</b>	<b>Abstract.....</b>	<b>50</b>
<b>5.3.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.</b>	<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>52</b>
<b>5.4.1.</b>	<b>Tipología de unidades de producción familiar (UPF) .....</b>	<b>53</b>
<b>5.4.2.</b>	<b>Caracterización de las UPF.....</b>	<b>53</b>
<b>5.4.3.</b>	<b>Cálculo de indicadores económicos.....</b>	<b>54</b>
<b>5.5.</b>	<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>55</b>
<b>5.5.1.</b>	<b>Tipología de las unidades de producción familiar (UPF) .....</b>	<b>55</b>
<b>5.5.2.</b>	<b>Caracterización de las UPF .....</b>	<b>57</b>
<b>5.4.3.</b>	<b>Cálculo de indicadores económicos para la UPF categoría I .....</b>	<b>61</b>
<b>5.4.4.</b>	<b>Cálculo de indicadores económicos para la UPF categoría II .....</b>	<b>66</b>
<b>5.4.5.</b>	<b>Cálculo de indicadores económicos para las UPF categoría III ..</b>	<b>71</b>
<b>5.5.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>76</b>
<b>5.1.</b>	<b>Literatura citada.....</b>	<b>77</b>

## II. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie por rango de pendientes el área de estudio.....	26
Cuadro 2. Geoformas delimitadas en el área de estudio. ....	27
Cuadro 3. Temperatura media anual y mensual en el área de estudio.....	29
Cuadro 4. Valor estimado de precipitación anual y mensual por rango de precipitación en el área de estudio.....	30
Cuadro 5. Climas encontrados en el área de estudio.....	31
Cuadro 6. Uso de suelo y vegetación delimitados para el área de estudio en Españita, Tlaxcala. ....	32
Cuadro 7. Distribución de los tipos de suelos del área de estudio. ....	34
Cuadro 8. Pre tipología de los SAF con metepantle.....	42
Cuadro 9. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría I. ....	61
Cuadro 10. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I. ....	61
Cuadro 11. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> del monocultivo de haba UPF categoría I. ....	62
Cuadro 12. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría I. ....	62
Cuadro 13. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I. ....	63
Cuadro 14. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I. ....	63
Cuadro 15. Valor Agregado Bruto ha <sup>-1</sup> de la UPF categoría I. ....	64
Cuadro 16. Valor Agregado Neto de la UPF categoría I. ....	64
Cuadro 17. Ingreso Familiar Total de la UPF categoría I. ....	65
Cuadro 18. Valor del jornal familiar de la UPF categoría I. ....	65
Cuadro 19. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> del monocultivo de maíz UPF categoría II. ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 20. Producto Bruto de 100 magueyes UPF categoría II. ....	67
Cuadro 21. Producto Bruto de 5 árboles multipropósito UPF categoría II. ....	67
Cuadro 22. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> del monocultivo de maíz UPF categoría II. ....	67

Cuadro 23. Consumos Intermedios de 5 árboles multipropósito UPF categoría II.	68
Cuadro 24. Consumos Intermedios de 100 magueyes UPF categoría II. ....	68
Cuadro 25. Valor Agregado Bruto ha <sup>-1</sup> de la UPF categoría II. ....	69
Cuadro 26. Valor Agregado Neto de la UPF categoría II. ....	69
Cuadro 27. Ingreso familiar total de la UPF categoría II.....	69
Cuadro 28. Valor del jornal familiar de la UPF categoría II. ....	70
Cuadro 29. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría III. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro 30. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> del monocultivo de haba UPF categoría III. .	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro 31. Producto Bruto ha <sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría III. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro 32. Producto Bruto de 25 árboles de uso múltiple UPF categoría III. ....	72
Cuadro 33. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría III. ....	72
Cuadro 34. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> del monocultivo de haba UPF categoría III. ....	73
Cuadro 35. Consumos Intermedios ha <sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría III. ....	73
Cuadro 36. Consumos Intermedios de 25 árboles multipropósito UPF categoría III. ....	74
Cuadro 37. Valor Agregado Bruto ha <sup>-1</sup> de la UPF categoría III. ....	74
Cuadro 38. Valor Agregado Neto de la UPF categoría III. ....	75
Cuadro 39. Ingreso Familiar total de la UPF categoría III. ....	75
Cuadro 40. Valor del jornal familiar de la UPF categoría III. ....	75



### III. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el municipio de Españita, Tlaxcala. ....	24
Figura 2. Rangos de pendiente en el área de estudio. ....	27
Figura 3. Mapa fisiográfico del área de estudio. ....	28
Figura 4. Mapa de temperatura anual del área de estudio. ....	29
Figura 5. Mapa de precipitación media anual del área de estudio. ....	30
Figura 6. Mapa climático del área de estudio. ....	31
Figura 7. Mapa de uso de suelo y vegetación de Españita, Tlaxcala. ....	33
Figura 8. Tipos de suelo en el área de estudio. ....	35
Figura 9. Unidades de paisaje relativamente homogéneas en Españita, Tlaxcala. .....	36
Figura 10. Distribución del trabajo de la UPF categoría I. ....	58
Figura 11. Distribución del trabajo de la UPF categoría II. ....	59
Figura 12. Distribución del trabajo de la UPF categoría III. ....	60
Figura 13. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría I. ....	66
Figura 14. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría II. ....	70
Figura 15. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría III. ....	76

#### **IV. DEDICATORIAS**

A mi esposa Pahola y mi hija Haramara, quienes me motivaron para culminar este proceso formativo y de superación profesional.

A mi mamá, papá, hermanos y sobrinas, que en todo momento me han apoyado.

## **V. AGRADECIMIENTOS**

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

A la Universidad Autónoma Chapingo, por la calidad de educación que me brindó.

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

A los productores de las diferentes localidades del municipio de Españita, Tlaxcala, que me apoyaron con su conocimiento y experiencia, cruciales para esta investigación.

## VI. DATOS BIOGRÁFICOS



### Datos personales

Nombre	José Elias Méndez Cervantes
Fecha de nacimiento	07 de diciembre de 1994
Lugar de nacimiento	Tlaxcala, Tlaxcala
No. Cartilla militar	2758214
CURP	MECE941207HTLNRL07
Profesión	Ingeniero en Agroecología
Cédula profesional	11967168

### Formación académica

Preparatoria	Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
Licenciatura	Ingeniería en Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo.
Posgrado	Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.

## VII. RESUMEN GENERAL

### SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE Y SUS APORTES SOCIOECONÓMICOS A COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESPAÑITA, TLAXCALA<sup>1</sup>

En Españita Tlaxcala, se localizan procesos erosivos por pérdida de la cubierta vegetal. Los sistemas agroforestales (SAF) con metepantle representan una propuesta apropiada para la conservación del recurso suelo en regiones que limitan sus actividades agrícolas por orografías accidentadas. Se requiere conocer las problemáticas específicas que presentan los sistemas agroforestales y sus aportes económicos, sociales y ecológicos a las familias campesinas para retomar y/o promover dichos sistemas. El objetivo de esta investigación fue evaluar socioeconómicamente los principales SAF con metepantle en Españita, Tlaxcala a partir de su caracterización, clasificación y evaluación para desarrollar propuestas de intervención específicas a los intereses de cada productor. Se utilizó la metodología de análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural, mediante la consulta constante de fuentes secundarias, la elaboración de mapas y la aplicación de entrevistas. Mediante el proceso de caracterización se determinaron 3 categorías de unidades de producción familiar (UPF) con sistemas de tipo agrisilvícola y especial, y tecnologías como cultivos en callejones y árboles en linderos. La evaluación se realizó para cada categoría de UPF a partir de los siguientes indicadores económicos consumos intermedios (CI), producto bruto (PB), valor actual bruto (VAB), valor actual neto (VAN), ingreso familiar total (IFT), productividad de la tierra y la mano de obra, comparándolos con el salario mínimo (SM), la línea de pobreza por ingresos (LPI) y la línea de pobreza extrema por ingresos (LPEI) emitidas por el CONEVAL, y así determinar el nivel de reproducción social (NRS) de las UPF. Se obtuvo que sólo el valor del IFT de la categoría III superó los valores del SM y LPEI, quedando aún por debajo de la LPI, mientras que los SAF pertenecientes a las otras dos categorías se quedaron por debajo incluso del SM.

**Palabras clave:** metepantles, evaluación socioeconómica, ingreso familiar total.

---

<sup>1</sup> Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.  
Autor: Méndez-Cervantes José Elías  
Directora de tesis: Dra. Rosa María García Núñez

## **VIII. GENERAL ABSTRACT**

### **AGROFORESTRY SYSTEMS WITH METEPANTLE AND ITS SOCIOECONOMIC CONTRIBUTIONS TO PEASANT COMMUNITIES OF ESPAÑITA, TLAXCALA<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.  
Author: Méndez-Cervantes José Elias  
Advisor: Dra. Rosa María García Núñez

In Españita Tlaxcala, there are erosion processes due to loss of vegetation cover. Agroforestry systems (AFS) with metepantle represent an appropriate proposal for soil resource conservation in regions that limit their agricultural activities due to rugged terrain. It is necessary to know the specific problems presented by agroforestry systems and their economic, social and ecological contributions to farmer families to retake and/or promote these systems. The objective of this research was to socioeconomically evaluate the main AFS with metepantle in Españita, Tlaxcala based on their characterization, classification and evaluation to develop intervention proposals specific to the interests of each producer. The methodology of analysis and diagnosis of production systems in rural areas through the constant consultation of secondary sources, the elaboration of maps and the application of interviews was used. Through the characterization process, 3 categories of family production units (FPU) with agrisilvicultural and special type systems, and technologies as alley crops and trees on borders were determined. The evaluation was carried out for each category of FPU based on the following economic indicators: intermediate consumption (IC), gross product (GP), gross present value (GPV), net present value (NPV), total family income (TFI), land productivity and labor, comparing them with the minimum wage (MW), the income poverty line (IPL) and the extreme income poverty line (EIPL) issued by the CONEVAL, and thus determine the level of social reproduction (LSR) of the FPU. It was found that only the IFT category III value exceeded the values of the MW and EIPL remaining still below the IPL, while the FPU belonging to the other two categories remained below even the MW.

**Keywords:** metepantles, socioeconomic evaluation, total family income.

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los sistemas agrícolas tradicionales se caracterizan por la variedad de plantas, en forma de policultivos y patrones agroforestales. Cuando se siembran varios cultivos como táctica para restar riesgo se afirma una variabilidad en la dieta y se esparcen los réditos. En los lugares donde impera la agricultura tradicional, el uso mínimo de insumos industriales ha producido paisajes múltiples y variados, más que si fuesen nativos. En esos ambientes, parte del medio natural y semi-natural incluso en el paisaje puede cambiar a una reserva del agroecosistema, ayudando así a conservar la rectitud de los medios naturales (Altieri, 2000).

Dichos sistemas tradicionales que practican las comunidades indígenas y campesinas están en estrecha relación con el medio geográfico (Pérez, Moctezuma, Sales, Reyes, & Juan, 2017). En Mesoamérica las tierras de ladera son el rasgo dominante en la topografía, por ello, los agricultores remodelaron la superficie natural de las montañas con el fin de conservar y manejar el agua de la lluvia, o en su caso, de riego (Rojas, 1990); implementando sistemas de producción que les favorezcan con la retención de suelo como es el caso de los SAF con metepantle. Diferenciados de las terrazas por tener un bordo o muro de contención de tierra donde se cultivan árboles frutales, maderables y magueyes, su función es retener el suelo y controlar la erosión. Los árboles evitan que los cultivos sean golpeados por el agua de lluvia, acumulan materia orgánica que sirve como abono natural y es devuelta al terreno para conformar suelo agrícola. Son de pequeña escala, la producción se destina al auto consumo, no depende de grandes insumos químicos, la fuerza de trabajo depende en gran medida de la organización familiar. Sigue contando con una diversidad natural y se caracteriza porque los campesinos han acumulado conocimiento tradicional (Pérez, 2012). Tienen las bases para implementar manejos sostenibles para la protección y conservación de la biodiversidad, así como ampliar estrategias de seguridad alimentaria para las familias campesinas (Pérez *et al.*, 2017).

A pesar de las atribuciones que presentan estos SAF, Pérez (2012) menciona que ya no proveen el sustento de los campesinos, por lo que recurren a otras

actividades no agrícolas de tipo urbano-industrial para cubrir necesidades de alimentación, y vestido, entre otros. Debido a que la estructura de estos sistemas está definida en función de las condiciones biofísicas y las necesidades socioeconómicas del productor, por lo que, hay mucha heterogeneidad, incluso dentro de una misma región. Por lo tanto, no todos los SAF con metepantle presentan la misma estructura y problemática. Los trabajos relacionados con su caracterización y clasificación han sido abordados desde el punto de vista etnográfico, limitándose a un análisis cualitativo. Pérez (2012), identificó el uso y manejo de los elementos que integran el sistema agrícola, y de la vegetación (cultivada, secundaria y silvestre), para conocer su importancia en la subsistencia de familias campesinas. Pérez-Sánchez y Juan-Pérez (2013) documentaron, caracterizaron y analizaron los componentes, funciones e importancia de sistemas de terrazas agrícolas para conocer su distribución geográfica y situación actual. Pérez *et al.* (2017) realizaron una investigación cualitativa para la descripción del paisaje y el funcionamiento de cada componente (muros de contención, zanjas, vegetación, tipos de cultivos y depósitos de agua) en diferentes terrazas agrícolas. Por otra parte, Galán (2018) se enfocó en diferenciar y caracterizar variedades de agave y los taxa vegetales asociados, así como las propiedades del suelo con base en el conocimiento local y científico para su posterior manejo sustentable. Estos trabajos se han desempeñado más en la comprensión de la relación entre el ámbito biofísico y social, careciendo de datos económicos cuantitativos que permitan realizar propuestas de manejo integrales de los SAF con metepantle, lo que ayudará a comprender su dinámica e interacciones.

En el estado de Tlaxcala predomina la agricultura de laderas: terrazas y metepantles (Pérez *et al.*, 2017). Las terrazas son uno de los agroecosistemas más antiguos que han encontrado los arqueólogos. Están construidos mediante terraplenes escalonados, en los cerros, altozanos y lomeríos que abundan en la entidad (González, 2016). La entidad Tlaxcalteca se encuentra dentro de los estados más afectados por erosión apreciable, donde el 33% del suelo está en un rango de fuerte a muy fuerte. En la subregión natural de Españita se localizan procesos erosivos por pérdida de la cubierta vegetal (Lima, 2018). Bajo estas

circunstancias, se debe convenir y vincular el desarrollo de prácticas agropecuarias de uso de suelo compatibles con la conservación y protección en áreas críticas de perturbación de este recurso. Para el establecimiento de cultivos agrícolas los campesinos hacen frente a las condiciones del entorno por medio del sistema de “metepantles” (Pérez, 2012). A pesar de que la palabra metepantle deriva de las raíces náhuatl *metl*-maguey y *pantli*-fila o hilera, “hilera de maguey” (Bravo, 2014). Este término es conocido por los campesinos de Tlaxcala como un tipo de semiterrazas localizadas en pendientes suaves (Pérez *et al.*, 2017).

Los SAF con metepantle representan una propuesta apropiada para la conservación del recurso suelo en regiones que limitan sus actividades agrícolas por orografías accidentadas, como es el caso de la subregión natural de Españaita en el estado de Tlaxcala. Aun sabiendo que pueden ser replicados en la región, estos sistemas han ido en decadencia. Son varios los supuestos que explican este fenómeno, como la falta de interés de los jóvenes en actividades agrícolas, la falta de asesoramiento técnico en el cultivo de agave, el desapego al consumo de productos derivados del maguey, la inseguridad derivada del robo de plantas por parte de los mixioteros, la dificultad para realizar labores con maquinaria agrícola que facilite el trabajo, o los periodos prolongados de desarrollo en las plantas de maguey, entre otros. Por lo tanto, se requiere conocer las problemáticas específicas que presentan los SAF y sus aportes económicos, sociales y ecológicos a las familias campesinas para determinar de qué manera se pueden retomar y promover estos sistemas de producción. Por lo que, el propósito de este trabajo fue evaluar socioeconómicamente los principales Sistemas Agroforestales (SAF) con metepantle en Españaita, Tlaxcala a partir de su caracterización y clasificación para el desarrollo de propuestas de intervención específicas a los intereses de cada productor.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Evaluar socioeconómicamente los principales Sistemas Agroforestales con metepantle en Españaita, Tlaxcala, a partir de su caracterización, clasificación y

análisis socioeconómico para el desarrollo de propuestas de intervención específicas que respondan a los intereses de cada productor.

## **2.2. Específicos**

- Caracterizar el ámbito biofísico y socioeconómico de los SAF con metepantle para comprender su funcionalidad y manejo.
- Clasificar los SAF con metepantle a partir del criterio estructural, funcional, ambiental y socioeconómico para entender la forma de aprovechamiento de los recursos y los intereses de producción.
- Evaluar los SAF con metepantle a partir de la metodología de diagnóstico agrario para generar un acercamiento a las condiciones socioeconómicas que se presentan en cada uno de los SAF con metepantle y dar paso al desarrollo de propuestas de intervención para su desarrollo.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Sistemas agrícolas tradicionales en tierras de laderas**

Los sistemas agrícolas tradicionales se caracterizan por la variedad de plantas, en forma de policultivos y patrones agroforestales. En los lugares donde impera la agricultura tradicional, el uso mínimo de insumos industriales ha producido paisajes múltiples y variados, más que si fuesen nativos (Altieri, 2000). Dichos sistemas, que practican las comunidades indígenas y campesinas están en estrecha relación con el medio geográfico (Pérez *et al.*, 2017).

En Mesoamérica las tierras de ladera son el rasgo dominante en la topografía. La carencia de fuerza animal de tracción propició la adopción de sistemas intensivos, en este caso mediante la construcción de terrazas y, cuando fue posible, en combinación con riego (Rojas, 1990). En México se reconocen tres tipos de terrazas: (1) tenamitl (muro), tecinta, terraza de ladera, besana, cerca, flat terrace o bench terrace, en la cual el muro o retén de la terraza es de piedra, tepetate o tierra; son construidas en laderas escarpadas con la finalidad de retener sedimentos y humedad; (2) presa, trinchera, atajadizo, lama y bordo, tecercas o check dams, las cuales se construyen en el interior de barrancas, cárcavas o pequeños arroyos, son muros de piedra o represas en los que se acumulan

sedimentos y humedad; y (3) los metepantlis, terrazas en laderas suaves, bancales, melgas, semiterrazas o slope terraces, las cuales se construyen en laderas de pendiente suave, modificando levemente la superficie con el levantamiento de bordos que son estabilizados con plantas, con la finalidad de reducir la erosión y absorber la humedad (Moreno-Calles, Toledo, y Casas, 2013).

### **3.1.1. Sistemas Agroforestales con metepantle en Tlaxcala**

La entidad tlaxcalteca está dividida en ocho regiones naturales donde se practica la agricultura de secano y de riego debido a las condiciones de clima, suelo, vegetación y corrientes de agua. Predomina la agricultura de laderas: terrazas y metepantles. El paisaje lo dominan diferentes sistemas de topofomas: cerros, laderas, altozanos y barrancas; además tiene un clima templado-frío que hace propicio el desarrollo de ciertos cultivos anuales (Pérez *et al.*, 2017). Los bancales, también llamados metepantles, melgas o semiterrazas, se hicieron en laderas de suave pendiente (Rojas, 1990). Los elementos que lo integran son: bordos de tierra, zanjas y cajetes, vegetación y jagüeyes (Pérez *et al.*, 2017).

En los bordos se cultivan árboles frutales, maderables y magueyes, su función es retener el suelo y controlar la erosión (Pérez, 2012). En ocasiones se encuentran combinados con zanjas excavadas atrás de ellos, en las cuales se acumula el agua de lluvia sirviendo además para frenar la corriente y aminorar la erosión (Rojas, 1990). Los árboles evitan que los cultivos sean golpeados por el agua de lluvia, acumulan materia orgánica que sirve como abono natural y es devuelta al terreno para conformar suelo agrícola. Son de pequeña escala, la producción se destina al auto consumo, no depende de grandes insumos químicos, la fuerza de trabajo depende en gran medida de la organización familiar. Sigue contando con una diversidad natural y se caracteriza porque los campesinos han acumulado conocimiento tradicional (Pérez, 2012).

El sistema agrícola conocido por los campesinos de Tlaxcala como metepantle (Pérez *et al.*, 2017), es en realidad la superficie de cultivo que se forma y, hasta donde se sabe, para la práctica de la agricultura de temporal (Rojas, 1990). Éstos tienen las bases para implementar manejos sostenibles para la protección y

conservación de la biodiversidad, así como ampliar estrategias de seguridad alimentaria para las familias campesinas

### **3.2. Caracterización**

La caracterización de sistemas agroforestales es un proceso que consiste en la identificación analítica de características de sistemas y tecnologías, en contextos regionales, de finca y/o territorios comunitarios. Debe brindar con suficiencia elementos de análisis para la toma de decisiones, en sistemas de uso de la tierra de alta complejidad en composición, arreglos, manejo, productos y servicios (Ospina, 2006). Permite analizar estructural y económicamente el SAF y discutir la información generada en el marco de la investigación. Ayuda a comparar sistemas de producción en términos de estructura espacial, composición de especies, productos obtenidos y cantidades comercializadas (Villavicencio-Enríquez, 2013).

Tras la caracterización de las condiciones biofísicas y socioeconómicas de sistemas agroforestales, se propone contribuir al mejoramiento de éstos. Es necesario definir la forma de obtención de información y su posterior análisis. La caracterización puede mostrar que los SAF presentan asociaciones con otras especies cultivadas y silvestres; además, los múltiples beneficios se presentan en las dimensiones social, económica y ambiental. Las características de los sistemas se verán reflejadas en beneficios ecológicos, agronómicos, económicos y sociales para el desarrollo sostenible del área de estudio (Krishnamurthy, Buendía, Morán, y Uribe, 2002).

Dentro de las formas de abordar el proceso de caracterización de SAF Krishnamurthy *et al.* (2002) caracterizaron el sistema tradicional agrisilvícola café-plátano-cítricos. Dividieron su trabajo en tres fases: 1) elaboración de una guía semiestructurada para obtener información mediante entrevistas directas con productores, a fin de hacer un diagnóstico del estado actual de los sistemas tradicionales agrisilvícolas en la zona de estudio; además de la revisión de literatura sobre las características generales del municipio. 2) visitas de campo a fincas y entrevistar a los propietarios, con el fin de obtener información sobre el establecimiento y manejo de plantaciones con los componentes específicos de

interés para el trabajo. 3) análisis y discusión de la información obtenida en campo para su posterior síntesis.

Checa, Ramos, y Grijalva (2010) emplearon una estrategia metodológica para caracterizar sistemas agroforestales en la subregión Sierra centro del Ecuador. Esta consistió en: 1) búsqueda de información secundaria, 2) identificación de actores clave a nivel institucional en los sitios de estudio, 3) ejecución de talleres de socialización del proyecto e identificación de actores clave, 4) socialización del proyecto con líderes comunitarios, 5) identificación de los sistemas agroforestales y toma de información en campo. De esta manera plantearon promover el incremento y la diversificación de la producción y el manejo sostenible de los recursos naturales en el área de estudio.

Barajas (2017) analizó la unidad de producción agroforestal familiar en los municipios de Venado y Charcas del Altiplano Potosino. Partió de la hipótesis de que, si el campesino recibió beneficios técnicos y sociales del modelo técnico agroforestal que adoptó y adaptó, es un caso de éxito. Obtuvo la información mediante el método cualitativo: observación directa y entrevistas a profundidad, para conocer la perspectiva de los actores sociales participantes de nueve unidades de producción agroforestal.

Sánchez, Ocampo, Sánchez, y Martínez (2008) analizaron los factores que explican el proceso de autogestión de la comunidad campesina Vicente Guerrero, en comparación a otra comunidad campesina llamada La Reforma. Para el análisis utilizaron el enfoque agroecológico que se sustenta en la racionalidad entre la naturaleza y los grupos sociales. La información se generó con técnicas cuantitativas y cualitativas.

A nivel de sistema productivo, (Rosas, Romero, Uribe, Romo, y Cruz (2016) estudiaron el sistema agroforestal orgánico de una familia campesina en condiciones de temporal, en la comunidad de Vicente Guerrero, municipio de Españita, Tlaxcala, para identificar los flujos de materiales, la satisfacción de requerimientos nutrimentales de la familia y la conservación del recurso suelo, para demostrar su eficiencia e impacto en la soberanía alimentaria y generar un

modelo posible de replicar en condiciones agroecológicas similares. Identificaron los componentes del SAF a través de visitas de campo. Estimaron los rendimientos de cada cultivo sembrado en 2011 y 2012. Calcularon el contenido de carbohidratos y proteínas de cada cultivo para considerar su aporte total y compararlo con el requerimiento nutrimental humano. Determinaron pH, MO, N, P y K en muestras de suelo antes de la siembra y después de la cosecha.

### **3.2.1. Ámbito biofísico**

En el ámbito biofísico Pérez (2012) incluye la descripción del paisaje rural, conteniendo las características geográficas del área de estudio; del medio donde se encuentra, como geología, tipos de suelos, topoformas, cuerpos y corrientes de agua, tipo de vegetación presente o del que se tuvo registro y el uso de suelo.

Por otro lado, CATIE (1984) describe las características geográficas y geológicas: ubicación, delimitación del área de estudio, límites territoriales, hidrología, orografía, geología y suelos, clima (radiación y luz solar, temperatura, humedad relativa, precipitación, evapotranspiración del agua, viento y zonas de vida), vegetación original y uso actual del suelo.

### **3.2.2. Ámbito socioeconómico**

Para Pérez (2012) en este ámbito se incluye una descripción de los servicios con los que cuenta la comunidad del área de estudio (drenaje, transporte, educación, salud, agua potable), las principales actividades económicas, el tipo de organización social y los principales problemas socioeconómicos que se presentan.

De manera desarrollada, CATIE (1984) realiza la descripción de la agricultura: aprovechamiento de la tierra, granos básicos (monocultivos, cultivos asociados, producción total), explotaciones con cultivos permanentes, cultivos industriales, otros cultivos temporales, explotaciones con riego, ganadería (ganado bovino, porcino, aves, otras especies pecuarias), productos agropecuarios exportados, productos de autoconsumo, asistencia técnica, mercadeo de los productos, fuentes de insumo), y otros servicios (escuelas, salud, otros servicios).

### **3.3. Clasificación de sistemas agroforestales**

La clasificación de los sistemas agroforestales toma en cuenta los componentes que los conforman y la distribución que tienen estos en el tiempo y el espacio. De acuerdo con los tipos de combinaciones de los componentes que los conforman, los sistemas se clasifican en tres tipos: 1) Sistemas agroforestales o silvoagrícolas, 2) Sistemas agrosilvopastoriles y 3) Sistemas silvopastoriles. En función del tiempo y el espacio, los sistemas agroforestales se clasifican en: 1) Sistemas agroforestales secuenciales, 2) Sistemas agroforestales simultáneos y 3) Cercas y cortinas rompeviento (López, 2007).

El proceso de clasificación radica en la denominación de categorías para la comprensión sistematizada y el análisis agroforestal. Un primer elemento consiste en diferenciar los términos: sistemas, tecnologías y prácticas agroforestales. Se jerarquizan las categorías, de tal manera que las mayores contengan otras de menor "rango". Es necesario que cada categoría esté determinada por elementos comunes. En la categoría sistemas agroforestales, se considera el tipo biológico de componentes presentes en el conjunto de asociaciones; en la siguiente, se encuentran las tecnologías agroforestales, según el tipo de arreglos espacio-temporales de los componentes; y la categoría de prácticas agroforestales, está determinada por las especificidades locales de manejo (Ospina, 2006).

#### **3.3.1. Criterio estructural**

Este criterio hace referencia a la naturaleza y acomodo espacio-temporal de los componentes de la tecnología agroforestal. La naturaleza de los componentes son sus características biológicas. El acomodo es la organización horizontal y la estratificación vertical, así como la dinámica temporal de los componentes en el área de uso de la tierra (Ospina, 2006).

A partir de su estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera (Farrell & Altieri, 1999):

- Agrosilvicultural: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

- Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas agrosilvopastoriles: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas de producción forestal de multipropósito: en los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

Mendieta y Rocha (2007) añaden a esta agrupación los sistemas especiales, en los que los árboles son utilizados para criar insectos útiles, o como suplemento alimenticio para peces, generando diversos productos y servicios a partir de estos nuevos componentes.

### **3.3.2. Criterio funcional**

Se refiere a la denominación del carácter de producción o servicios de la tecnología agroforestal, lo cual está determinado por sus productos o servicios principales. Tal denominación se realiza para la tecnología agroforestal en su conjunto (Ospina, 2006). En otras palabras, al producto principal y al papel de los componentes, en particular los arbolados. Estos pueden ser funciones productivas (producción de las necesidades básicas, como alimento, forraje, leña, otros productos) y roles protectores (conservación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, protección ofrecida por los rompevientos y los cinturones de protección) (Farrell & Altieri, 1999).

### **3.3.3. Criterio ambiental**

Aquí se analiza la selección de las tecnologías agroforestales, de acuerdo con principios conservacionistas de los ecosistemas locales y regionales. Se hace necesario manifestar los propósitos de una propuesta de clasificación agroforestal, que contribuya a identificar la correspondencia e interacción de las tecnologías agroforestales con el ecosistema local y regional. Se incluye la consideración de su potencial protector de determinados recursos estratégicos, tales como suelos

(principalmente en laderas y zonas expuestas a erosión eólica), conservación del agua (en cuencas y microcuencas), y la biodiversidad local o regional (las denominadas zonas de amortiguamiento) (Ospina, 2006).

#### **3.3.4. Criterio socioeconómico**

La escala socioeconómica de producción es el nivel tecnológico de cada tecnología agroforestal (Ospina, 2006). Además, el nivel de manejo de los sistemas se puede utilizar para designar a los sistemas como comerciales, intermedios o de subsistencia (Farrell & Altieri, 1999).

#### **3.4. Evaluación socioeconómica**

La base de la información disponible sobre los sistemas agroforestales tradicionales en su mayor parte es experimental. No obstante, la falta de metodologías apropiadas para evaluar los diversos tipos de sistemas agroforestales ha sido un serio impedimento para la evaluación realista de sus méritos. Son necesarios criterios que pueden emplearse en las evaluaciones y que pueden evaluar de manera convincente los méritos y ventajas de este tipo de sistemas en comparación con otro u otros sistemas de uso de la tierra. En otras palabras, la elaboración de criterios y procedimientos de evaluación ampliamente aplicables es de importancia crucial para el desarrollo agroforestal. Toda evaluación debe basarse en un conjunto específico de criterios que, a su vez, se apliquen a los atributos que se están examinando (Nair, 1993).

Se han desarrollado diversos estudios de evaluación de SAF donde se recurre a la aplicación de diferentes metodologías. La evaluación socioeconómica involucra aspectos relacionados directamente con el actor principal que se encarga de promover el funcionamiento del sistema, que es el campesino. Toda evaluación comienza con la caracterización, ya que de esta manera se obtienen los datos necesarios para su análisis en función de los objetivos establecidos. Por ejemplo, Trinidad, Sol, y Galindo (2016) estudiaron los gastos e ingresos monetarios del SAF Cacao utilizando los precios de la mano de obra contratada y los insumos comprados. Obtuvieron los ingresos de los productos ofertados para calcular la utilidad que los cacaotales brindan a los productores. Concluyeron que el nivel de

rentabilidad está determinado por factores como el rendimiento productivo ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) y los costos de producción (mano de obra e insumos).

O'Farrill-Colebrook, Revés-Leonard, y Calzadilla-Zaldívar (2012) ejecutaron el análisis del SAF "El Zapote" como una primera aproximación al cálculo del valor económico total (VET), utilizando métodos deterministas calcularon físicamente los costos, ingresos, la utilidad bruta disponible y la inversión inicial. Concluyeron que el principio de evaluación económico total ofrece una imagen más completa de la importancia del sistema agrisilvícola.

Para proponer modificaciones y diseños agroforestales en un área donde se simplificó la diversidad de componentes a monocultivos, (Romo-Lozano, García-Cruz, Uribe-Gómez, & Rodríguez-Trejo (2012) estudiaron los SAF existentes en la zona mediante su evaluación financiera, considerando los indicadores principales utilizados en la evaluación de proyectos (VAN, R B/C y TIR) para un periodo de 20 años; mostrando que los sistemas estudiados presentan los ingresos económicos necesarios para aminorar la pobreza y la migración, y conservar los recursos naturales.

Pocas veces se da continuidad a proyectos que comprendan periodos de tiempo prolongados, o que presenten beneficios a mediano y largo plazo. Tal es el caso de la implementación de sistemas agroforestales, aunque una manera de saber si han tenido éxito es verificarlo mediante una evaluación. Cruz, Leos, Uribe, y Rendón Medel (2016) realizaron la evaluación financiera del SAF café-plátano-cítricos mediante el análisis del sistema a 30 años del establecimiento de los componentes, caracterizando socioeconómicamente dicho sistema de producción. Utilizaron los indicadores económicos de R B/C, VAN, y TIR; además de los indicadores socioeconómicos referentes a los Costos Intermedios (CI), PB, Valor Agregado Bruto (VAB), Valor Agregado Neto (VAN), Productividad de la Mano de Obra (PMO y Productividad de la Tierra (PT). Los resultados obtenidos tras la aplicación de los indicadores contribuyeron a explicar las razones por las que el sistema agroforestal se siga reproduciendo y los productores no lo abandonen. Otro es el de Moran, Herrera, y López (2014) quienes evaluaron tres tipos de SAF

después de 6 años de haberse implementado, clasificando e identificando los aportes socioeconómicos, ambientales y tecnologías con mayor adopción, para generar elementos de planificación y toma de decisiones específicas en nuevas inversiones de proyectos.

Independientemente del objetivo de la evaluación, las características socioeconómicas de un sistema de producción contribuyen a entender su funcionamiento. Además, el cálculo económico de indicadores ayuda a precisar las racionalidades económicas campesinas (Apollin & Eberhart, 1999).

A partir de los días de trabajo familiar  $ha^{-1}$  y VAN  $ha^{-1}$ , se puede ubicar con claridad los niveles de intensificación de los diferentes productores. La comparación entre el Valor del Jornal Familiar y la remuneración del día de trabajo, fuera de la explotación, a la cual el productor tiene acceso, nos permite entender mejor por qué un productor vende o no vende su fuerza de trabajo. Tal comparación nos lleva a utilizar el concepto de costo de oportunidad. El ingreso agropecuario por Unidad de Trabajo Hombre (UTH), permite ver cuál es la mejor opción de la remuneración del trabajo. Calcular el porcentaje de lo que se destina al consumo y a la venta, permite precisar y confirmar las racionalidades económicas (Apollin & Eberhart, 1999).

#### **3.4.1. Indicadores para el análisis de la eficiencia económica**

Apollin y Eberhart (1999) describen los siguientes indicadores económicos empleados para el análisis de la eficiencia económica de sistemas de producción:

##### **Producto Bruto**

Por medio de su trabajo, un productor obtiene anualmente una determinada producción en su finca; toda esta producción tiene un determinado valor que se denomina el Producto Bruto de la finca. La parte auto consumida por la familia, también hace parte del Producto Bruto de la finca. Para calcular el valor de los productos que se consumen, se considera el costo de oportunidad, es decir, el precio que tendría que pagar el productor para comprar los mismos productos, si no los produjera.

### **Consumos Intermedios**

Para producir, los agricultores utilizan ciertos productos como, fertilizantes, semillas, pesticidas, etc. que son totalmente transformados en el proceso de producción. Estos insumos son incorporados en la producción final, o sea consumidos en el proceso de producción. Por ello, se dice que los insumos constituyen un consumo intermedio de la producción. El trabajo familiar o asalariado, el costo de alquiler de la tierra, el transporte de los productos, etc. no constituyen consumos intermedios.

### **Depreciación**

Para producir, el agricultor utiliza también herramientas (barreta, pala, pico ...), equipos (arado, bomba de fumigar, silos ...) y edificios (corrales, galpón). Estos materiales no se gastan en una sola producción anual. Sin embargo, cada año se consumen una pequeña parte en la producción, hasta que no valgan nada y haya que reemplazarlos. Por ejemplo, una bomba de fumigar dura 5 años (vida útil) para gastarse totalmente; cada año se gasta una quinta parte de la bomba. Esta proporción del material que se gasta en el proceso productivo del año, se llama depreciación.

### **Valor Agregado**

El Valor Agregado se calcula, restándole al Producto Bruto, el costo del Consumo Intermedio (insumos) y el costo de depreciación de los medios de producción. El Valor Agregado es un indicador económico de la riqueza creada por el trabajo (familiar y asalariado). Cuando no se considera las depreciaciones, se habla de Valor Agregado Bruto (VAB). Cuando se toma en cuenta la depreciación, obtenemos el Valor Agregado Neto (VAN). Ambos indicadores muestran el nivel de eficiencia económica (o sea la riqueza producida) del conjunto de actividades de producción agropecuaria, que desarrolla un productor. La diferencia entre ambos resultados, representa el costo de la depreciación, de acuerdo con el capital invertido en medios de producción duraderos. En este sentido, la diferencia entre VAB y VAN es un indicador del grado de intensificación en capital de un productor.

### **Ingreso Familiar Total**

Cuando el ingreso agropecuario no alcanza para vivir, los productores se ven obligados a vender su fuerza de trabajo para complementarlo. La capacidad de reproducción de la familia campesina y su finca, depende también de este ingreso no agrícola. Cuando existen oportunidades de trabajo, fuera de la finca, el productor compara lo que gana en un día de trabajo en su finca, con lo que podría ganar afuera. Este análisis por parte de los productores, pueden influir en las estrategias productivas familiares, cuando la remuneración del trabajo es más alta, fuera de la finca.

### **Valor del jornal familiar**

Al dividir el Ingreso Agropecuario entre los días aportados por la familia, durante el proceso de producción, se llega a un Valor del Jornal Familiar. El Valor del Jornal es un indicador económico que se compara con la remuneración del trabajo fuera de la finca, a la cual tiene acceso el productor. Si el Valor del Jornal de un productor es inferior a la remuneración, de un día de trabajo en una fábrica cercana, puede aparecer una competencia entre las dos actividades. El interés del productor será el de privilegiar su actividad no agrícola y desarrollar un sistema de producción más extensivo. En el peor de los casos, esta situación puede conducir al abandono de la actividad agrícola, y la desaparición del campesino como productor. Cuando el Valor del Jornal es superior a la remuneración del trabajo en las actividades no agrícolas accesibles al productor, al productor no le interesa vender su fuerza de trabajo.

#### **3.4.2. Indicadores para el análisis de la racionalidad campesina**

Apollin y Eberhart (1999) describen a continuación las consideraciones para el cálculo de los indicadores para el análisis de la racionalidad campesina:

#### **Trabajo invertido y valor agregado por ha**

Permiten medir el grado de intensificación de un sistema de producción. Se aplican dos indicadores: Días de trabajo familiar  $ha^{-1}$  y Valor agregado  $ha^{-1}$

### **Valor del jornal familiar**

Permite entender mejor la estrategia de los campesinos que maximizan la remuneración del trabajo. Se obtiene: Ingreso Agropecuario/días aportados por la familia durante el proceso de producción.

### **Ingreso agropecuario/UTH**

Permite comparar el ingreso por trabajador en la finca, con el ingreso de un trabajador en la ciudad o en una hacienda.

### **Ingreso total/UTH**

Sirve para analizar la capacidad de reproducción del sistema de producción familiar.

### **Ingreso agropecuario ha<sup>-1</sup>**

Mide la eficiencia del sistema de producción desde el punto de vista del productor. También es un indicador de intensificación del sistema de producción.

### **3.4.3. Medición de la pobreza**

Con la publicación de los lineamientos en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2010, se dieron a conocer los criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza en México. Estos lineamientos son de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en la ejecución de los programas de desarrollo social que tengan como fin o propósito la superación de la pobreza o la atención de la población en dicha situación. Con el fin de asegurar que las mediciones efectuadas permitan ofrecer cierta continuidad, es indispensable que los criterios metodológicos que la sustentan permanezcan inalterados por un periodo razonable, de forma que se consoliden las mediciones y su aceptación por el público en general. Por eso, las posibles modificaciones a los criterios metodológicos deberán realizarse con un intervalo no menor de diez años (CONEVAL, 2018).

Las líneas de la pobreza por ingresos son definidas como un umbral monetario dentro del espacio analítico del bienestar económico de la medición multidimensional de la pobreza. El ingreso de los hogares se compara con estas

líneas que representan el costo de las canastas de consumo, con la finalidad de identificar si el ingreso de la población es suficiente para adquirir los bienes y servicios que las componen. Cada hogar tiene un patrón de consumo distinto de acuerdo con el tamaño del hogar, su composición, lugar de residencia, acceso a los mercados, disponibilidad de recursos económicos, así como a las necesidades y preferencias de cada integrante (CONEVAL, 2019).

### **3.5. Literatura citada**

- Altieri, M. A. (2000). Biodiversidad multifuncional en la agricultura tradicional latinoamericana. *LEISA*, 15(15), 3-4.
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. Quito-Ecuador: CAMAREN.
- Barajas Tejeda, S. (2017). Análisis de unidades de producción agroforestal familiar en el Altiplano Potosino. (Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, San Luis Potosí).
- Bravo Vargas, G. (2014). Vocabulario náhuatl del maguey y el pulque (Primera ed.). Zempoala, Hidalgo: Asociación de amigos del museo del maguey y el pulque A.C.
- CATIE. (1984). Caracterización ambiental y de los principales sistemas de cultivo en fincas pequeñas de Jocoro El Salvador. Turrialba, Costa Rica: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Checa, X., Ramos, R., & Grijalva, J. (2010). Caracterización de sistemas agroforestales (SAF's) en la subregión Sierra centro del Ecuador. Santo Domingo: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo.
- CONEVAL. (2018). [webdrp.coneval.org.mx](http://webdrp.coneval.org.mx). Recuperado el 06 de diciembre de 2020, de [webdrp.coneval.org.mx](http://webdrp.coneval.org.mx): [http://webdrp.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineamientos\\_DOFA.aspx](http://webdrp.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineamientos_DOFA.aspx)
- CONEVAL. (2019). Construcción de las Líneas de Pobreza por Ingresos. Documento metodológico (Primera ed.). Ciudad de México: CONEVAL.
- Cruz Aguilar, R., Leos Rodríguez, J. A., Uribe Gómez, M., & Rendón Medel, R. (2016). Evaluación financiera y socioeconómica del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en Tlapacoyan. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (16), 3287-3299. doi:10.29312/remexca.v0i16.397

- Farrell, J. G., & Altieri, M. A. (1999). Sistemas agroforestales. En M. A. Altieri, *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable* (págs. 229-243). Montevideo: nordan comunidad.
- Galán Reséndiz, M. (2018). Contribución al entendimiento del sistema agroforestal con metepantle en Tepetlaoxtoc. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México).
- González Jácome, A. (2016). Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En I. Moreno Calles, A. Casas, V. M. Toledo, & M. Vallejo Ramos, *Etnoagroforestería en México* (Primera ed., págs. 111-145). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Krishnamurthy, L., Buendía Nieto, A., Morán Valente, M. A., & Uribe Gómez, M. (2002). Caracterización del sistema tradicional agrisilvícola café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. En L. Krishnamurthy, & M. Uribe Gómez (Edits.), *Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible* (Primera ed., págs. 18-48). México: PNUMA-SEMARNAT.
- Lima, J. (22 de abril de 2018). *elsoldetlaxcala.com.mx*. Obtenido de *elsoldetlaxcala.com.mx*: <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/con-erosion-el-90.7-de-la-superficie-estatal-1632330.html>
- López Tecpoyotl, G. (2007). *agronegocios.catie.ac.cr*. Recuperado el 9 de noviembre de 2020, de *agronegocios.catie.ac.cr*: <http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/Sistemas%20Agroforestales.pdf>
- Mendieta López, M., & Rocha Molina, L. R. (2007). *Sistemas Agroforestales* (Primera ed.). Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Moran Moreno, B., Herrera, A., & López Benavides, K. (2014). Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense. *Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*, 3(11), 13-26.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Nair, P. K. (1993). Section V. Design and evaluation of agroforestry systems. In P. K. Nair, *An Introduction to Agroforestry* (pp. 347-438). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers-ICRAF.
- O'Farrill-Colebrook, A., Revés-Leonard, F., & Calzadilla-Zaldívar, E. (2012). Evaluación económica del sistema agrosilvícola el zapote. *Revista Forestal Baracoa*, 31(1), 59-65.

- Ospina Ante, A. (2006). *Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal* (Segunda ed.). Santiago de Cali: Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano.
- Pérez Sánchez, J. M. (2012). Terrazas y metepantles: Manejo de tierra y agua en una comunidad del Altiplano Mexicano. *Perspectivas Latinoamericanas* (9), 99-111.
- Pérez Sánchez, J. M., Moctezuma Pérez, S., Sales Colín, J., Reyes Montes, L., & Juan Pérez, J. I. (2017). Manejo del suelo en la agricultura tradicional de laderas en Tlaxcala y el Valle de Toluca, México. En F. Carreño Meléndez, C. Rodríguez Soto, & J. A. Castellanos Suárez, *Patrimonio biocultural. Experiencias integradoras* (Primera ed., págs. 79-100). Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Pérez-Sánchez, J. M., & Juan-Pérez, J. I. (2013). Caracterización y análisis de los sistemas de terrazas agrícolas en el valle de Toluca, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4), 397-418.
- Rojas Rabiela, T. (1990). La agricultura en la época prehispánica. En T. Rojas Rabiela, *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días* (Primera ed., págs. 15-138). México, D.F.: CONACULTA.
- Romo-Lozano, J. L., García-Cruz, Y. B., Uribe-Gómez, M., & Rodríguez-Trejo, D. A. (2012). Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, Municipio de Atzalan, Ver. *Revista Chapingo*, 18(1), 43-55.
- Rosas Castelán, J. I., Romero Lima, M. d., Uribe Gómez, M., Romo Lozano, J. L., & Cruz León, A. (2016). Sistema agroforestal y alimentación familiar en Vicente Guerrero, municipio de Española, Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(spe 16), 3197-3206.
- Sánchez Morales, P., Ocampo Fletes, I., Sánchez Hernández, M., & Martínez Saldaña, T. (2008). Proceso autogestivo para la conservación de suelos y agua en sistemas campesinos sustentables. Los casos de Vicente Guerrero y La Reforma, Tlaxcala. *Ra Ximhai*, 4(002), 165-182.
- Trinidad Félix, W., Sol Sánchez, Á., & Galindo Alcántara, A. (2016). Evaluación de la rentabilidad económica y captura de carbono en plantaciones de cacao en el plan Chontalpa, Tabasco. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 53-71.
- Villavicencio-Enríquez, L. (2013). Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México. *Revista Chapingo*, 19(1), 676-80. doi:10.5154/r.rchscfa.2010.08.051

## 4. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE EN ESPAÑITA, TLAXCALA

### 4.1. Resumen

La caracterización y clasificación de sistemas agroforestales son elemento clave para la planeación y evaluación de las tecnologías agroforestales, para solucionar problemas, desarrollar el potencial agroforestal, fortalecer la identidad cultural y mejorar el autoabastecimiento de productos sanos. El objetivo de esta investigación fue caracterizar y clasificar los principales SAF con metepantle en tres localidades de Españita, Tlaxcala a partir de la metodología de análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Se aplicó el método de bola de nieve para definir el número de productores a entrevistar con el guión elaborado previamente. La caracterización incluyó la consulta de fuentes secundarias, la elaboración de mapas de climas, uso de suelo y vegetación, fisiografía y tipos de suelos. La clasificación de sistemas y tecnologías se desarrolló mediante los criterios estructural, funcional, ambiental y socioeconómico. En la caracterización biofísica se generaron 33 unidades de paisaje dentro de las que se localizaron los SAF. Para entender la situación actual de dichos sistemas de producción y su trayectoria en el área de estudio, se generó la historia agraria. Una vez caracterizados, se clasificaron en sistemas agrisilvícolas y especiales, y las tecnologías en cultivos en callejones y árboles en linderos. Se diferenciaron tres categorías de unidades de producción que incluyeron las UPF destinadas al autoconsumo principalmente, que dependen de la mano de obra familiar y el trabajo fuera de la unidad, otras que implementan herramientas e insumos meramente convencionales para obtener la mayor producción y que su finalidad no es satisfacer sus necesidades alimentarias de manera directa y, como tercera categoría, las unidades de producción que trascendieron a un esquema alternativo en el que obtienen beneficios sociales, económicos y ecológicos, involucrándose en cadenas productivas con certificación orgánica.

**Palabras clave:** unidades de paisaje, agrosilvicultura, cultivos en callejones, categorización.

## CHARACTERIZATION AND CLASSIFICATION OF AGROFORESTAL SYSTEMS WITH METEPANTLE IN ESPAÑITA, TLAXCALA

### 4.2. Abstract

The characterization and classification of agroforestry systems (AFS) are key for the planning and evaluation of agroforestry technologies, to solve problems, develop agroforestry potential, strengthen cultural identity and improve the self-sufficiency of healthy products. The objective of this research was to characterize and classify the main AFS with metepantle in three localities of Españita, Tlaxcala based on the methodology of analysis and diagnosis of production systems in rural areas. The snowball method was applied to define the number of producers to be interviewed with the previously elaborated script. The characterization included the consultation of secondary sources, the preparation of mapping climates, land use and vegetation, physiography, and soil types. The classification of systems and technologies was developed using structural, functional, environmental and socioeconomic criteria. In the biophysical characterization, 33 landscape units were generated within which the AFS were located. To understand the current situation of these production systems and their trajectory in the study area, the agrarian history was generated. Once characterized, they were classified into agroforestry and special systems, and technologies in alley crops and trees on borders. Three categories of production units were differentiated, including the FPU destined for self-consumption mainly, which depend on family labor and work outside the unit, others that implement merely conventional tools and inputs to obtain the highest production and that their purpose is not to satisfy their food needs directly and, as a third category, production units that transcended to an alternative scheme in which they obtain social, economic and ecological benefits, getting involved in productive chains with organic certification.

**Keywords:** Landscape units, agroforestry, alley crops, categorization.

### **4.3. Introducción**

Los sistemas agroforestales son agroecosistemas cuyos componentes pueden estar comprendidos por árboles, cultivos y/o animales, que interactúan de manera compleja y dinámica, presentando características estructurales y funcionales. Se encuentran interactuando con otros agroecosistemas, formando una parcela o finca (Jiménez & Muschler, 1999). En este sentido se requiere de la caracterización de SAF para identificar el patrón de uso de la tierra en la tradición agroforestal de la región a estudiar, incluyendo los componentes, su distribución, prácticas de manejo y el objetivo de producción (Krishnamurthy, Buendía, Morán, & Uribe, 2002). Este proceso consiste en la identificación analítica de características de sistemas y tecnologías agroforestales, en contextos regionales, de finca y/o territorios comunitarios y brindar elementos de análisis para la toma de decisiones, en sistemas de uso de la tierra de alta complejidad en composición, arreglos, manejo, productos y servicios agroforestales. Además, permitir descifrar la importancia de las tecnologías agroforestales para solucionar problemas, desarrollar el potencial agroforestal, fortalecer la identidad cultural y mejorar el autoabastecimiento de productos sanos (Ospina, 2006).

Para comprender, evaluar y desarrollar planes de acción para mejorar los SAF, es necesario clasificarlos según algunos criterios comunes, proporcionando así un marco práctico para la síntesis y el análisis de la información sobre estos sistemas y el desarrollo de otros nuevos y prometedores (Nair, 1993). El proceso de clasificación consiste en la denominación de categorías para la comprensión sistematizada y el análisis agroforestal (Ospina, 2004). La complejidad de estos sistemas hace difícil su clasificación bajo un solo esquema, por ello los criterios de clasificación más frecuentes son: la estructura del sistema, la función del sistema, las zonas agroecológicas donde el sistema existe o es adoptable y el escenario socioeconómico (escalas de producción y nivel de manejo del sistema). Sin embargo, estos criterios no son independientes ni excluyentes (Jiménez & Muschler, 1999).

Cabe señalar que los sistemas tradicionales que practican las comunidades indígenas y campesinas están en estrecha relación con el medio geográfico

(Pérez, Moctezuma, Sales, Reyes, & Juan, 2017). Por lo que para el caso de los SAF con metepantle su estructura y diseño se ven influenciados por condiciones de relieve, pendiente, altitud, clima, tipos de suelo, etc. A pesar de que este tipo de sistemas presentan el mismo objetivo fundamental que es la conservación de suelo y agua en lugares de tierra de ladera, dentro de una misma región o área, se presentan variaciones en cuanto a su estructura y funcionamiento debido a que también hay influencia del ámbito socioeconómico, adecuándolos para cumplir objetivos específicos, considerando sus intereses y alcances. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar y clasificar los principales SAF con metepantle en Españita, Tlaxcala a partir de la metodología del diagnóstico agrario, generando elementos de análisis y dar paso al proceso de evaluación.

#### **4.4. Materiales y métodos**

##### **4.4.1. Área de estudio**

El municipio de Españita se encuentra ubicado a entre los 19° 22' y 19° 30' N y 98° 20' y 98 °31' W, presenta altitudes que van de los 2400 a los 2900 msnm. Colinda al norte con los municipios de Nanacamilpa de Mariano Arista, Sanctórum de Lázaro Cárdenas y Hueyotlipan; al este con los municipios de Hueyotlipan e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros; al sur con el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros y el estado de Puebla; al oeste con el estado de Puebla y los municipios de Sanctórum de Lázaro Cárdenas y Nanacamilpa de Mariano Arista (INEGI, 2009). El área de estudio cuenta con una superficie de 1451.17 ha, que va de 2385 a 2790 msnm. Dentro de ella se ubican las localidades de Álvaro Obregón con longitud 19° 27' 51.0" N y latitud -98° 28' 27.0" W; San Francisco Mitepec con longitud 19° 26' 15.0" N y latitud -98° 26' 38.0" W; y San Miguel Pipiyola con longitud 19° 24' 49.0" N y latitud -98° 26' 24.0 W" (Figura 1).

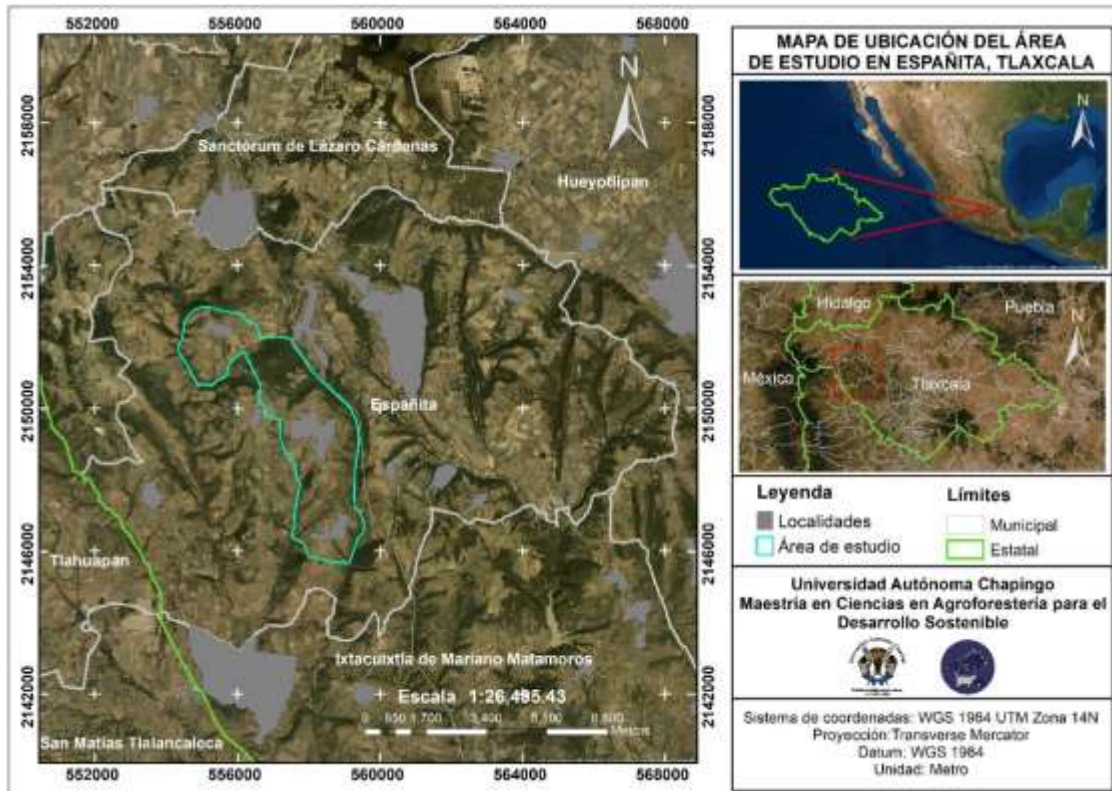


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el municipio de Españaita, Tlaxcala.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2. Caracterización de las unidades de paisaje

Se utilizó la metodología propuesta por Gómez *et al.* (2008) para la elaboración de mapas de fisiografía, clima, uso de suelo y vegetación, y tipo de suelo, con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcMap 10.

##### Mapa fisiográfico

Se descargó el modelo de elevación digital del estado de Tlaxcala en la página de Alaska Satellite Facility, en formato bil, para obtener las curvas de nivel a 50 m y las pendientes. El triangulated irregular network (TIN) sirvió para conocer las altitudes del área de estudio. Los rangos de pendiente se delimitaron siguiendo el criterio establecido en un estudio realizado en la Cuenca del río Platanar por la Comisión Nacional del Agua y el Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo (CONAGUA-UACH, 2009).

##### Mapa Climático

Se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas de 13 estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio y 25 estaciones para la precipitación,

con el uso del Extractor Rápido de Información Climática (ERIC) versión 3.

#### ***Mapa de temperatura***

Se utilizaron los datos de máximas y mínimas de las 13 estaciones meteorológicas extraídas del ERIC III para elaborar los mapas de isotermas mensuales y anual, utilizando el Sistema de Información Geográfico ArcMap 10.5.

#### ***Mapa de precipitación***

Fueron utilizados los datos de 25 estaciones meteorológicas extraídas del ERIC III y, con el uso del Sistema de Información Geográfico ArcMap 10.5 se procedió a realizar el mapa de isoyetas a cada 100 mm y la interpolación de las estaciones, para conocer el rango de precipitación en el que se encontraba el área de estudio.

#### ***Delimitación de las áreas de influencia climática (AIC)***

Una vez generados los mapas de temperatura y precipitación media anual, se procedió a unirlos en el ArcMap 10.1. para crear áreas de influencia climática. A cada área se le estimó los valores mensuales y anual de temperatura y precipitación para determinar el tipo de clima utilizando el Sistema de Clasificación de Köppen modificado por García (1964).

#### **Mapa de uso del suelo y vegetación**

Se elaboró a partir de la Serie VI de INEGI, obtenida del geoportal de CONABIO.

#### **Mapa de tipos de suelo**

Se utilizó el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional.

#### **4.4.3. Caracterización socioeconómica de las localidades**

Se consultó la información de las tres localidades incluidas en el área de estudio.

#### **Historia agraria**

Mediante la consulta de fuentes de información secundaria, se describió la historia agraria relacionada con los sistemas de producción agroforestal con metepantle, así como los acontecimientos relacionados con el cultivo del maguey.

#### **4.4.4. Caracterización de los SAF con metepantle**

Se utilizó un muestreo de tipo *bola de nieve*, que de acuerdo con Martín-Crespo y Salamanca (2007), se basa en la idea de red social. Se aplicó un guión de entrevista semiestructurada a 14 productores de las 3 localidades, elaborado a

partir de los factores expuestos en la metodología de Apollin y Eberhart (1999), incluyendo las unidades de trabajo hombre (UTH), que se calcularon multiplicando el número de integrantes para cada grupo de edades por el factor de corrección.

#### **4.4.5. Clasificación de los SAF con metepantle y pre tipología**

Se realizó la clasificación de sistemas y tecnologías agroforestales definida por Ospina (2006), a partir de los criterios estructural, funcional, ambiental y socioeconómico.

La pre tipología de los sistemas de producción se desarrolló mediante el análisis de las combinaciones de sistemas de cultivo, de crianza y no agrícolas practicados por las unidades de producción; los procesos de acumulación diferenciada en capital y el nivel de intensificación (Apollin & Eberhart, 1999).

### **4.5. Resultados y discusión**

#### **4.5.1. Caracterización de las unidades de paisaje**

##### **Mapa fisiográfico**

Se delimitaron cinco rangos de pendientes, el que cubre mayor superficie es el moderadamente escarpado (15-40% de pendiente) cubriendo el 44.60% de la superficie total del área de estudio, seguido por los terrenos inclinados y moderadamente inclinados, con 32.18% y 18.97%, respectivamente (Cuadro 1 y Figura 2).

Cuadro 1. Superficie por rango de pendientes el área de estudio.

<b>Rango de pendientes (%)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
0-2	Plano	26.91	1.85
2-8	Moderadamente inclinado	275.22	18.97
8-15	Inclinado	466.91	32.18
15-40	Moderadamente escarpado	647.17	44.60
>40	Escarpado	34.95	2.41

Fuente: Elaboración propia.

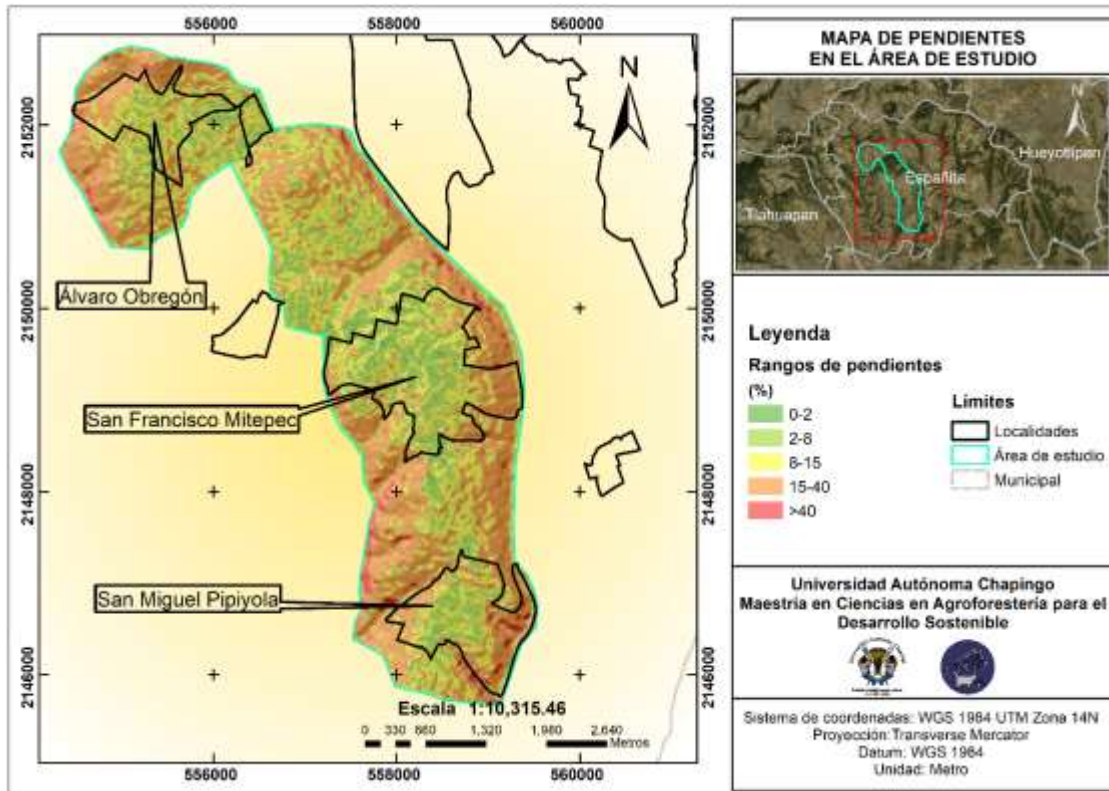


Figura 2. Rangos de pendiente en el área de estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

El rango altitudinal del área de estudio oscila entre 2385 y 2790 msnm. En total se delimitaron cuatro geoformas distintas que se describen en el Cuadro 2 y se ilustran en la Figura 3. Las laderas son la geoforma más representativa ya que ocupa el 51.99% del área de estudio, mientras que la menor superficie es ocupada por las cimas con sólo un 4.22% de la superficie.

Cuadro 2. Geoformas delimitadas en el área de estudio.

Geoforma	Rango de pendientes (%)	Rango altitudinal (msnm)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Laderas	0-40	2461.001 - 2723.5	754.51	51.99
Laderas escarpadas	0->40	2461.001 - 2723.5	519.63	35.81
Cima	0-40	2527 - 2723.5	115.82	7.98
Valle	0-40	2396.001 - 2461.501	61.26	4.22

Fuente: Elaboración propia.

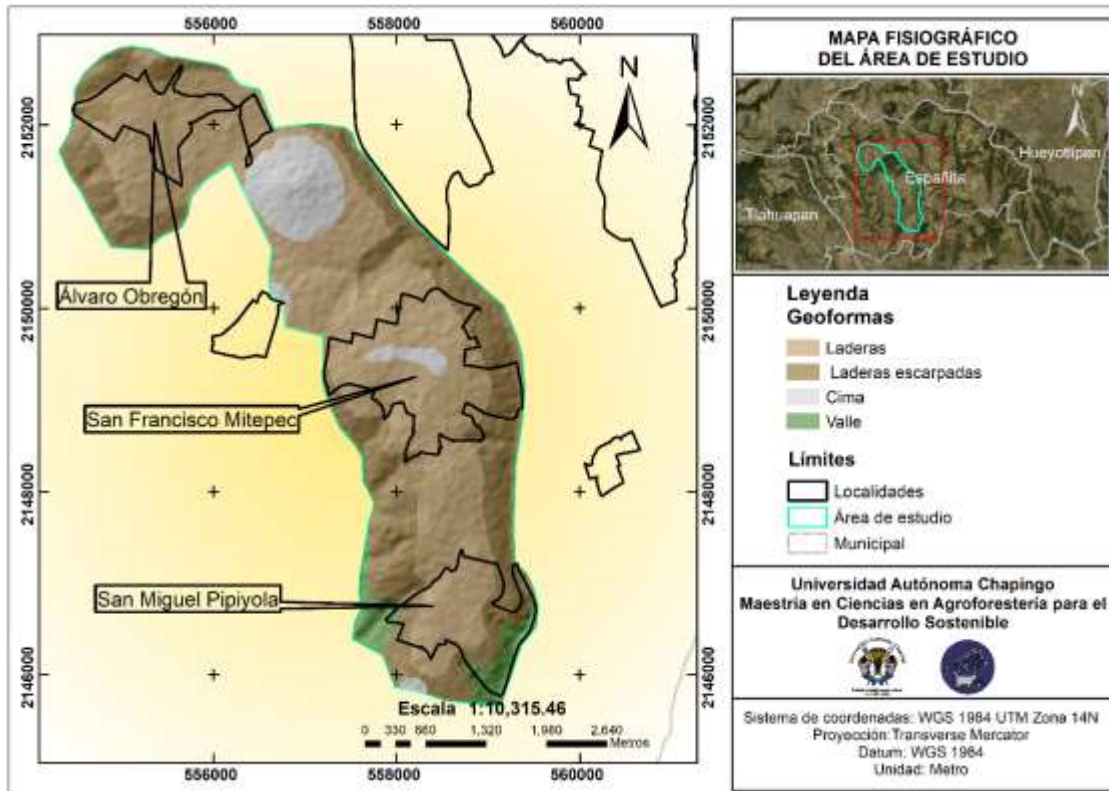


Figura 3. Mapa fisiográfico del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

El área de estudio pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico (INEGI, 2009), el cual es un sistema montañoso no del todo continuo. Incluye las prominencias topográficas más altas de México. La mayor parte de los amplios valles que se intercalan entre estas montañas se sitúan a altitudes cercanas a 2000 m (Rzendowski, 2006). Se ubica dentro de la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 2009), la cual se encuentra integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres (Fernández, Rodríguez, Arreguín, & Rodríguez, 1998).

## Mapa climático

### *Mapa de temperatura*

Con las ecuaciones de regresión lineal simple se realizó el mapa de temperatura media anual (Figura 4). De esta manera, en el Cuadro 3 se puede observar que los meses más fríos son enero y diciembre con temperaturas medias de 11.83°C y 11.84, mientras que los meses más calurosos son mayo y junio con temperaturas de 17.50°C y 17.32°C respectivamente.

Cuadro 3. Temperatura media anual y mensual en el área de estudio.

Rangos de T°	T_Media Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
15-16	15.09	11.83	12.94	15.37	16.84	17.50	17.32	16.40	16.30	16.01	15.06	13.50	11.84
14-15	14.41	11.47	12.54	14.63	16.02	16.71	16.44	15.52	15.45	15.17	14.30	12.98	11.64
13-14	13.37	10.92	11.93	13.48	14.74	15.47	15.08	14.16	14.13	13.88	13.13	12.18	11.32
12-13	12.54	10.47	11.44	12.57	13.73	14.49	14.00	13.08	13.09	12.85	12.21	11.54	11.07

Fuente: Elaboración propia.

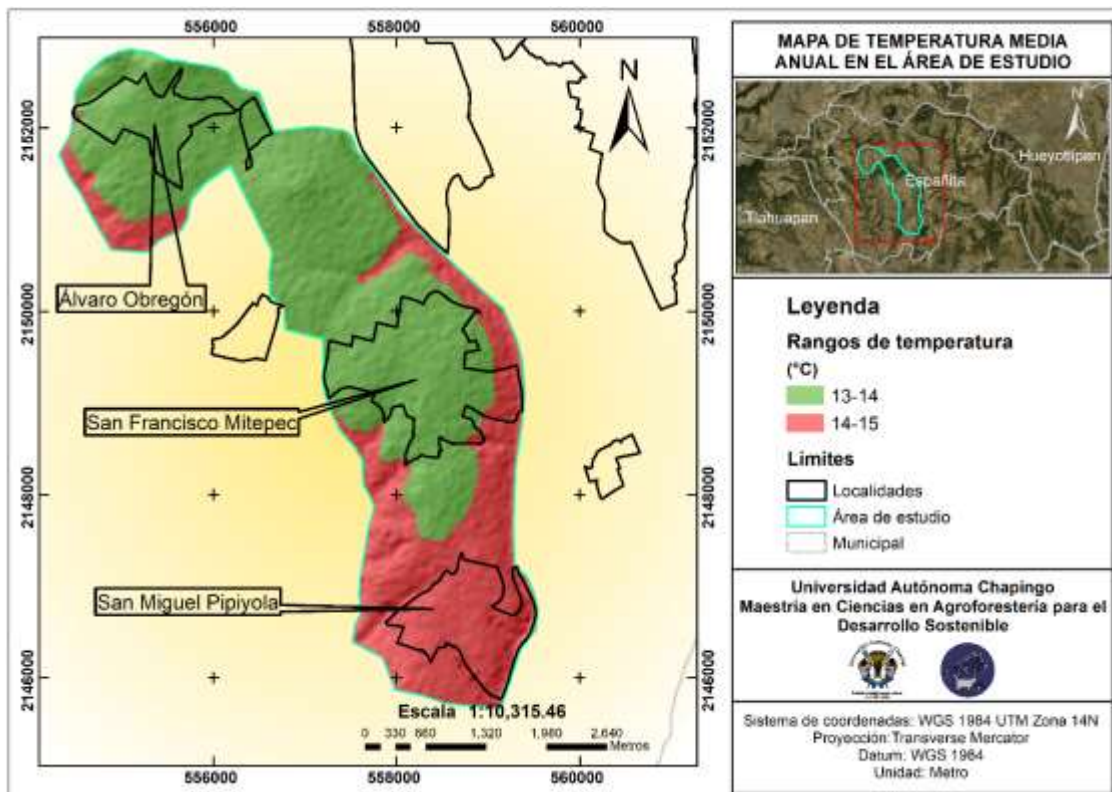


Figura 4. Mapa de temperatura anual del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

### Mapa de precipitación

En el Cuadro 4 se muestra el valor estimado de precipitación media anual y mensual por cada rango que se determinó para la zona de estudio y en la Figura 5 se presenta el mapa de precipitación, donde podemos observar que el mes lluvioso es julio con 138.8 mm, mientras que el mes seco es diciembre con 6.4 mm. Cabe señalar que de acuerdo con datos de INEGI (2009), el rango de precipitación en el municipio es de 700-800 mm, coincidiendo con la precipitación

media anual del área de estudio con un valor de 749.14 mm.

Cuadro 4. Valor estimado de precipitación anual y mensual por rango de precipitación en el área de estudio.

Rangos anuales	Parámetro	P <sub>anual</sub>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
700-800	Valor estimado	749.14	8.1	8.4	14.3	36.8	73.0	135.4	138.8	136.1	118.1	57.6	16.2	6.4

Fuente: Elaboración propia.

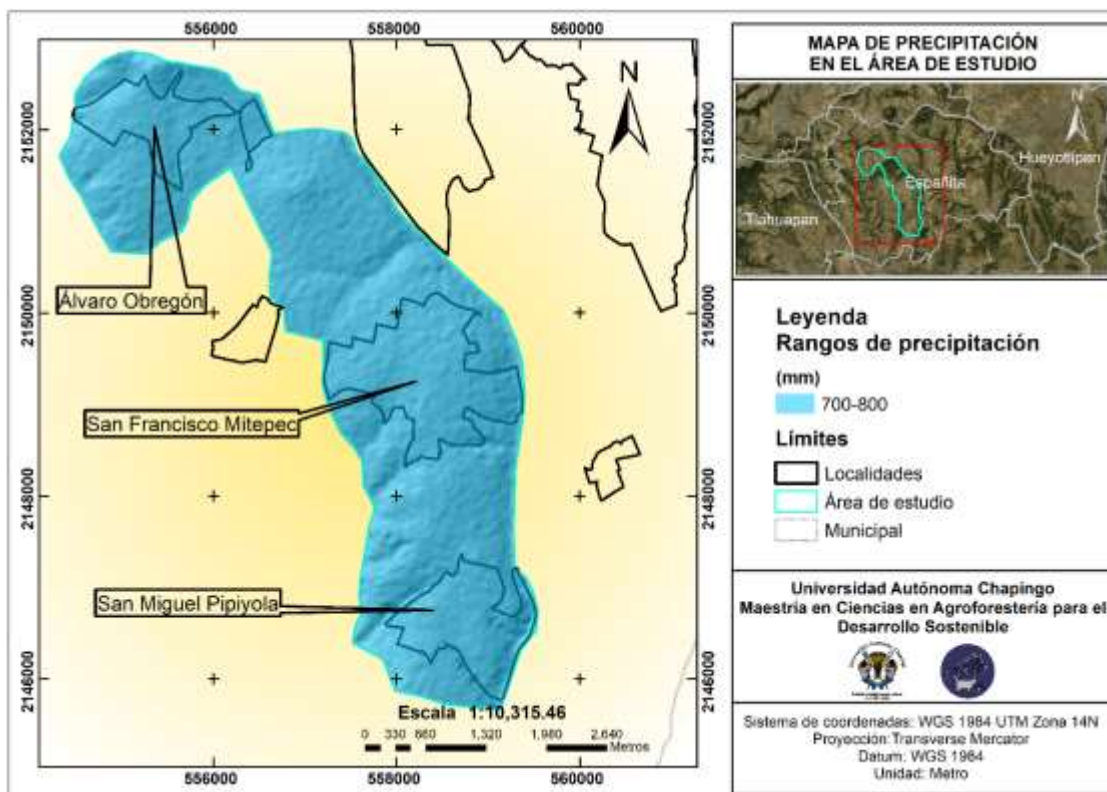


Figura 5. Mapa de precipitación media anual del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

### Mapa de áreas de influencia climática (AIC)

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por García (1964), en la AIC se encontraron dos unidades climáticas diferentes, las cuales se describen en el Cuadro 5. Predomina el clima Cb ( $w_2$ ) (w) i g, con un porcentaje de 92.39% del área total. En la Figura 6 se muestra la distribución de los climas encontrados en Españita. Las unidades climáticas determinadas coinciden con el tipo de clima a nivel municipal, que de acuerdo con INEGI (2009) es templado subhúmedo con lluvias en verano.

Cuadro 5. Climas encontrados en el área de estudio.

Clima	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cb (w <sub>1</sub> ) (w) (i') g	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, verano fresco y largo con poca oscilación, marcha de la temperatura de tipo Ganges.	110.37	7.61
Cb (w <sub>2</sub> ) (w) i g	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, verano fresco y largo, isotermal, marcha de la temperatura de tipo Ganges.	1340.80	92.39

Fuente: Elaboración propia.

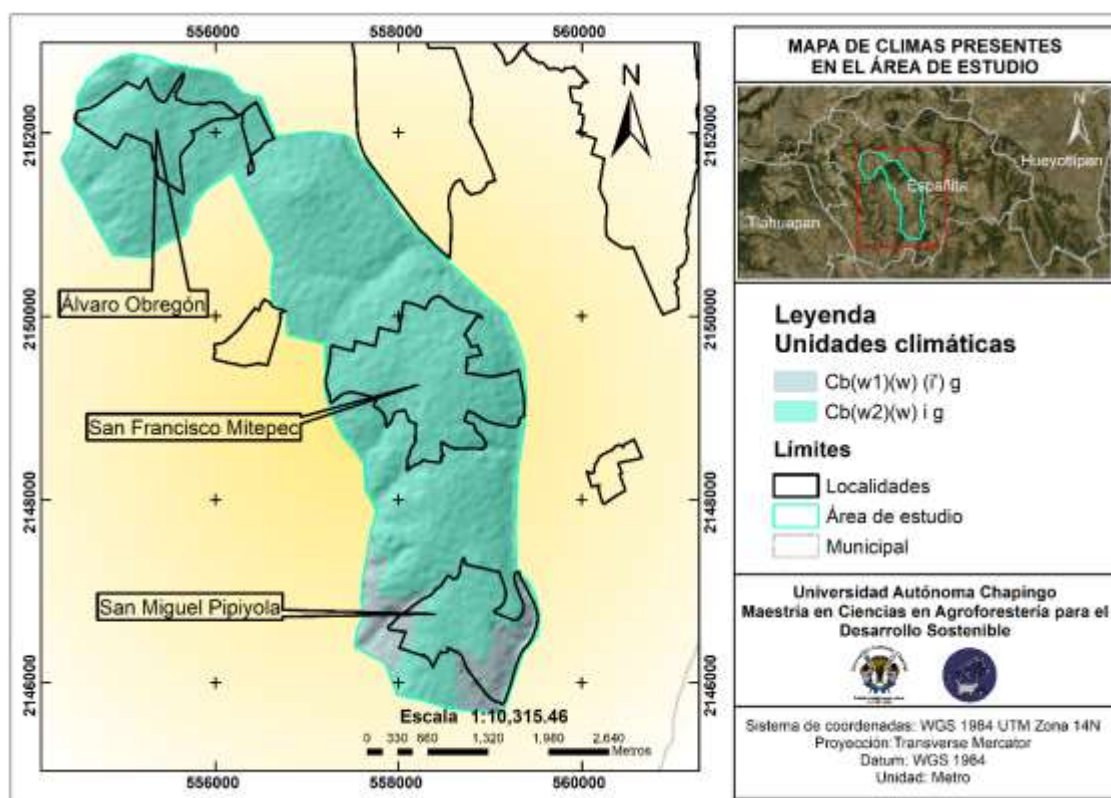


Figura 6. Mapa climático del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

### Mapa de uso de suelo y vegetación

En el área de estudio predomina la Agricultura de temporal anual y permanente con un 70.75%, que de acuerdo con INEGI (2017) para ser clasificada como de temporal deberá permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un

mosaico complejo, difícil de separar.

En segundo lugar, con un 12.54% se presenta el Pastizal inducido, comunidad dominada por gramíneas o graminoides que aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia (INEGI, 2017). Se presenta bajo condiciones de intensa perturbación humana y fuerte pastoreo, en áreas ocupadas con anterioridad por asociaciones xerófitas (Miranda & Hernández., 1963).

También se presenta Bosque de Encino-Pino casi en la misma proporción que el pastizal inducido, con un 12.02% de la superficie total. Este tipo se define como una comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano. Estas comunidades están conformadas por árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año (INEGI, 2017).

Por último y en menor proporción se presenta la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino con apenas el 4.69%, la cual se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por solo una (INEGI, 1998).

En el Cuadro 6 se muestran los usos de suelo y vegetación encontrados en la zona de estudio y en la Figura 7 se muestra la distribución espacial de los mismos. De acuerdo con datos de INEGI (2009) a nivel municipal son 4 tipos de uso de suelo y vegetación: agricultura, zona urbana, bosque y pastizal. Por lo que, en comparación con los datos obtenidos mediante la caracterización biofísica, hay diferencia entre la zona urbana y Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino.

Cuadro 6. Uso de suelo y vegetación delimitados para el área de estudio en España, Tlaxcala.

<b>Tipo de uso de suelo y vegetación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
--	------------------------	-----------------------

Agricultura de temporal anual y permanente	1026.71	70.75
Bosque de Encino-Pino	174.40	12.02
Pastizal inducido	182.01	12.54
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino	68.04	4.69

Fuente: Elaboración propia.

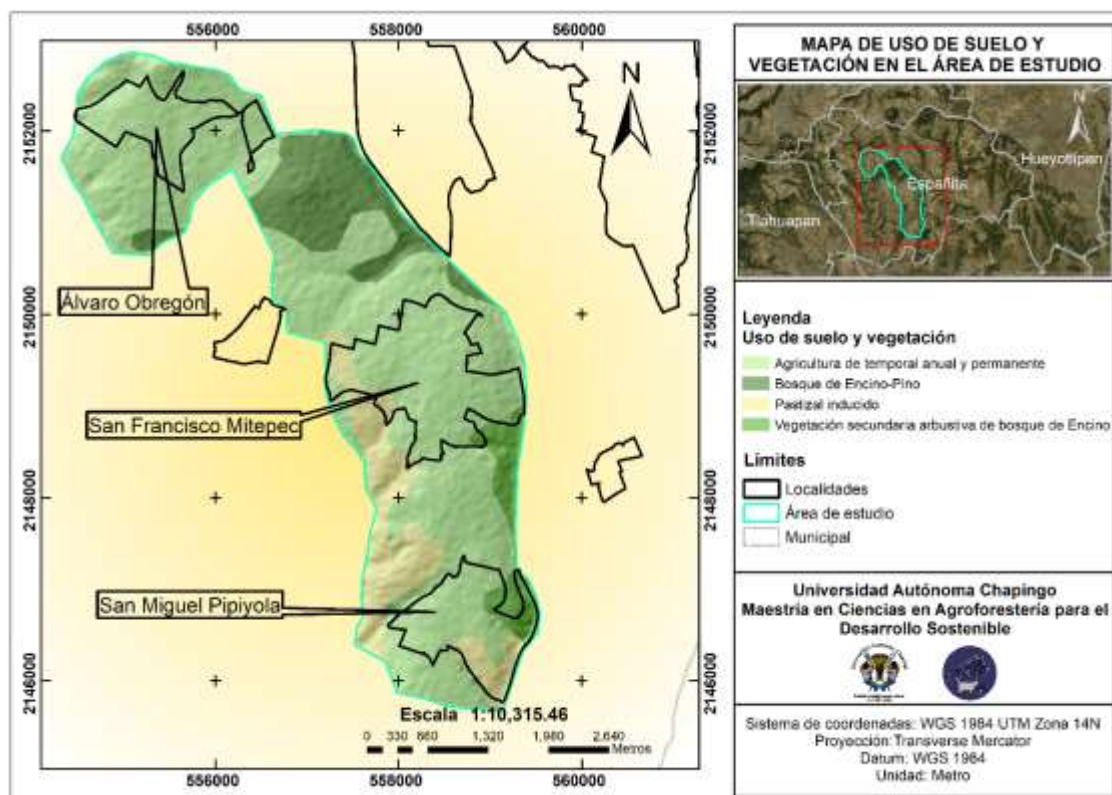


Figura 7. Mapa de uso de suelo y vegetación de Españaita, Tlaxcala.

Fuente: Elaboración propia.

### Mapa de tipos de suelos

Se presentan 2 tipos de suelo dentro del área de estudio (Cuadro 7) y su distribución (Figura 8). En primer lugar, el litosol con 866.04 ha lo que representa el 59.99%. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Se caracterizan por tener como material parental varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados. Se presentan principalmente en ambientes con tierras en altitud media o alta, con

topografía fuertemente disectada, en áreas fuertemente erosionadas, tienen roca continua en o muy cerca de la superficie. La erosión es la mayor amenaza en las áreas con suelos dentro del grupo de los leptosoles. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas. La agroforestación parece promisorio, pero está todavía en una etapa experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos leptosoles puede causar sequía aún en ambientes húmedos (FAO, 2008).

En segundo lugar, está el cambisol éutrico, con una superficie de 577.67 ha lo que equivale al 40.01% del área de estudio. Generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente. En pendientes escarpadas es mejor conservarlos bajo bosque; esto es particularmente válido para los cambisoles de zonas montañosas. Las principales características de este grupo de suelos son que tienen material parental de textura media a fina, derivado de un amplio rango de rocas; su meteorización es ligera a moderada y presentan ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe (FAO, 2008).

A pesar de que se encontraron 2 tipos de suelos mediante la caracterización biofísica, INEGI (2009) menciona que a nivel municipal se presentan 3 tipos de suelos: leptosol, durisol y phaeozem, por lo que sólo coincide la presencia de leptosoles.

Cuadro 7. Distribución de los tipos de suelos del área de estudio.

<b>Descripción</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Cambisol éutrico	577.67	40.01
Litosol	866.04	59.99

Fuente: Elaboración propia.

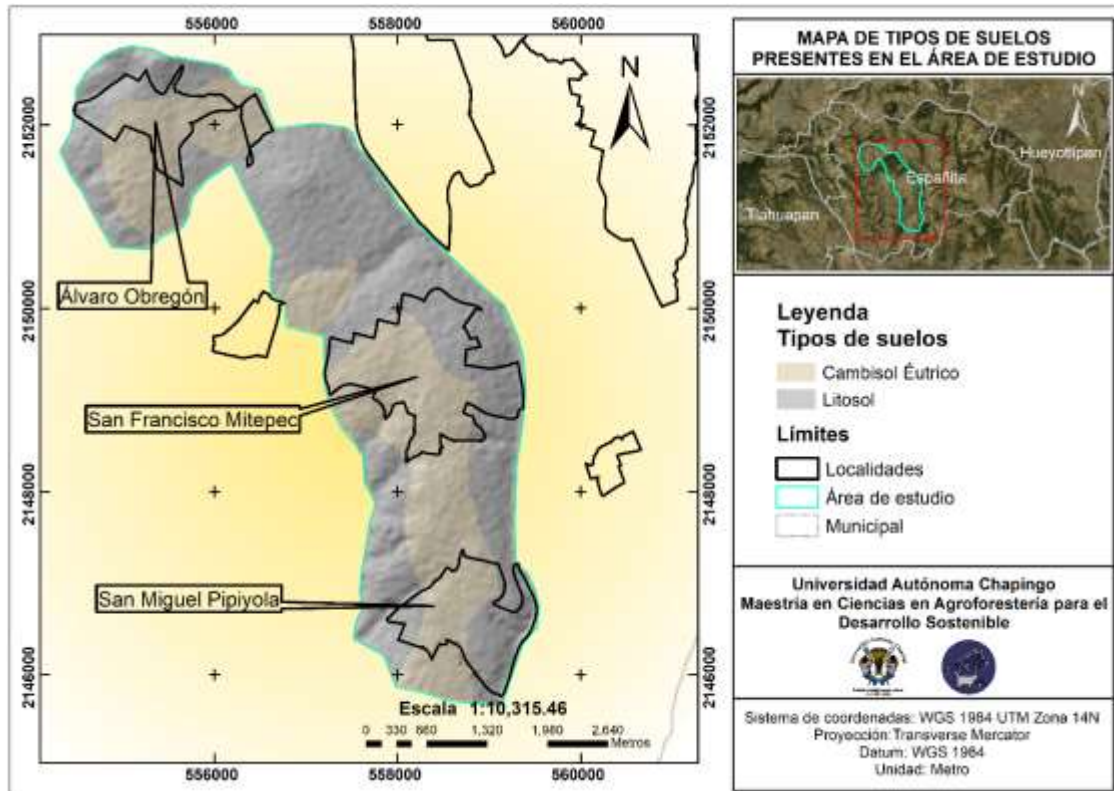


Figura 8. Tipos de suelo en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

### Mapa de Unidades de Paisaje

En la Figura 9 se muestra el mapa con las 33 unidades de paisaje delimitadas en el área de estudio. Predomina la unidad representada por la clave AT\_LD\_CE\_Cb(w<sub>2</sub>), que se refiere a la Agricultura de temporal anual y permanente en laderas, con suelo cambisol éútrico y clima Cb (w<sub>2</sub>) (w) i g con un 30.26% de la superficie total. La unidad de paisaje con menor representatividad es la que tiene la clave AT\_LD\_LT\_Cb(w<sub>1</sub>) o bien, la Agricultura de temporal anual y permanente en laderas, con suelo litosol y clima Cb (w<sub>1</sub>) (w) (i) g con apenas el 0.002%.

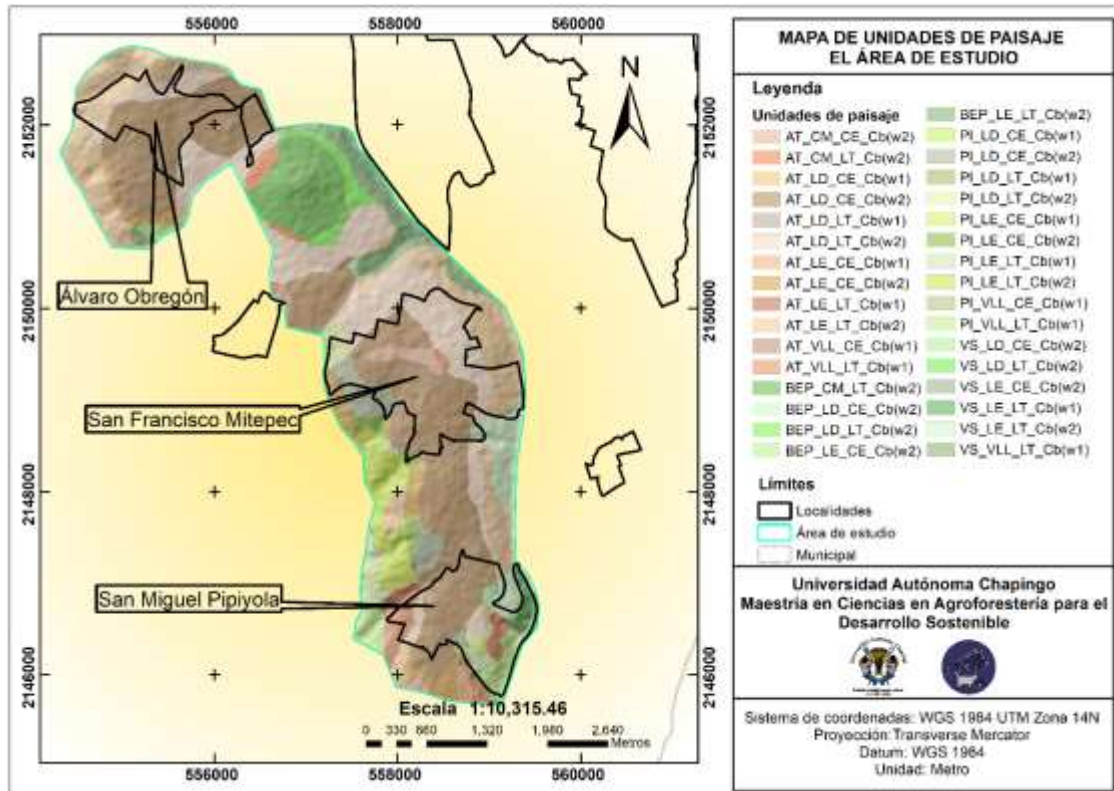


Figura 9. Unidades de paisaje relativamente homogéneas en Españaíta, Tlaxcala. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2. Caracterización socioeconómica de las localidades

De acuerdo con información presentada por INEGI (2020a) las tres localidades incluidas en el área de estudio presentan las siguientes características socioeconómicas.

En la localidad de Álvaro Obregón los alimentos con los que se abastecen son maíz, frijol, arroz, leche, huevo, frutas y verduras. Se encuentran comercios como tiendas de abarrotes, tienda diconsa y papelerías. La principal actividad económica es la agricultura, bajo la producción principalmente de maíz; también se lleva a cabo la cría y explotación de animales y minas. Dentro de las autoridades locales se encuentran la municipal y el comisariado ejidal o de bienes comunales. Se han presentado daños por sequía, heladas o granizo, incendios forestales y ciclones o huracanes; el principal problema socioeconómico es la carencia de equipamiento y servicios de otro tipo. La población total es de 162 personas, de las cuales la tercera parte se encuentra en un rango de edad de 30 a 59 años. Presentan 89 viviendas particulares, en las que algunas cuentan con

recubrimiento de piso, energía eléctrica, drenaje y servicio sanitario. La mitad de la localidad cuenta con calles recubiertas, hay una plaza o jardín público y una cancha deportiva. Está disponible una red pública de drenaje que llega a una planta de tratamiento, además cuentan con el servicio de recolección de basura domiciliaria que tiene como destino un centro de transferencia o acopio. Se presenta una red de tuberías subterráneas con disponibilidad de red de agua proveniente de pozo. Hay una clínica de salud, también un curandero; dentro de los servicios de telecomunicaciones está el teléfono público, señal de telefonía celular y servicio de televisión de paga. El principal medio de transporte hacia la cabecera municipal es micro, combi o taxi colectivo, con una frecuencia de 6 a 14 salidas.

San Francisco Mitepec es un poblado tradicional, cuenta con abasto de frijol, maíz, arroz, leche, huevo, carne de puerco, pollo, frutas y verduras. En el aspecto comercial hay un tianguis o mercado sobre ruedas, tienda diconsa, farmacia, papelería, ferretería o tlapalería, tienda de ropa o calzado, tienda de materiales de construcción y venta de gas. La principal actividad económica es la agricultura, representada por la producción de maíz, también se presenta la cría y explotación de ganado, la minería y el comercio. Dentro de las autoridades locales se encuentran la municipal y el comisariado ejidal o de bienes comunales. Se han presentado daños por sequía, helada o granizada, incendio forestal y temblor. El principal problema socioeconómico es la falta de empleo. La población total es de 740 habitantes, de los cuales la mayor parte se ubican en un rango de edad de 30 a 59 años. Hay un total de 295 viviendas particulares, algunas de ellas presentan recubrimiento de piso, energía eléctrica, agua entubada, drenaje y servicio sanitario. Menos de la mitad de las calles de la localidad cuentan con recubrimiento; se cuenta con una plaza o jardín público, cancha deportiva, parque con juegos infantiles y salón de usos múltiples. La localidad cuenta con una red de tuberías subterráneas, en la que la fuente de abastecimiento es agua de pozo. En su mayoría se cuenta con alumbrado público. Se encuentra disponible la red pública de drenaje, con destino a una planta de tratamiento; también se cuenta con el servicio de recolección de basura domiciliaria, en este caso la basura es

enterrada. Hay una clínica o centro de salud, también un consultorio médico particular, al igual que un curandero. Se presentan servicios de telecomunicaciones como internet público, señal telefónica de celular y servicio de televisión de paga. El principal medio de transporte a la cabecera municipal es el micro, combi o taxi colectivo con frecuencia de 6 a 14 salidas.

En San miguel Pipiyola hay abasto de alimentos como maíz, frijol, huevo, frutas y verduras. Dentro de los comercios que se presentan están tienda de abarrotes, tienda diconsa, y venta de gas. La principal actividad económica es la agricultura con la producción principal de maíz, también se presenta la cría y explotación de animales. La autoridad municipal y el comisariado ejidal o de bienes comunales están presentes en esta localidad. Se han presentado daños por lluvia o desbordamientos, ciclones y huracanes. El principal problema socioeconómico es la carencia de equipamiento y servicios de otro tipo. Cuenta con una población total de 382 habitantes, de los que la mayoría se encuentran en un rango de edad de 30 a 59 años. Hay un total de 166 viviendas particulares, algunas cuentan con recubrimiento de piso, energía eléctrica, agua entubada, drenaje y servicio sanitario. Menos de la mitad de la localidad cuenta con calles pavimentadas; hay espacios públicos como plaza o jardín y cancha deportiva. Se dispone de una red pública de drenaje, además de la limpieza de áreas públicas y recolección de basura domiciliaria que es llevada a un centro de transferencia o acopio. Se cuenta con una red de tuberías subterránea en donde el agua disponible proviene de un pozo. Se cuenta con un centro de salud y de los servicios de telecomunicaciones sólo con televisión de paga. Hay servicio de transporte público, principalmente micro, combi o taxi colectivo con frecuencia de 6 a 14 salidas.

#### **4.5.3. Historia agraria**

Durante los primeros siglos de vida sedentaria la agricultura era raquíca y los cultivos se efectuaban tanto en las barrancas con humedad más frecuente, como en las vegas de los arroyos y ríos; en menor proporción se cultivó en las laderas bajas de los cerros. A partir del 1500 antes de nuestra era, la población aumenta notablemente, lo mismo que la ocupación de áreas hasta ese momento

desocupadas por el “hombre” y por su actividad. Se inician nuevas formas de cultivo, surge el terracedo y con él los cultivos en la huerta familiar (García, 1968).

Durante el virreinato la conversión de terrenos agrícolas en zonas de pastoreo para los rebaños de ovejas no ayudó a la recuperación del suelo (González, 2016).

En la agricultura indígena del siglo XVI las plantas de origen foráneo, especialmente frutales, se incluyeron para completar la dieta de los pobladores tlaxcaltecas; lo mismo ocurrió con la tecnología y los animales de especies menores que pasaron a formar parte de las unidades de producción domésticas. En este rubro participaron los frailes que en sus conventos instalaron huertos y proporcionaban enseñanza a los nativos (González, 2006).

En el siglo XIX las haciendas pulqueras fueron relevantes en el control de la erosión de los suelos y para la economía regional y estatal. Las haciendas pulqueras manejaron una combinación de cultivos comerciales (trigo/maguey o cebada/maguey) a través del sistema agrícola de bancales (González, 2016).

La gran propiedad rural en Tlaxcala, conoce quizá su máxima época de esplendor a finales del siglo XIX con la aparición de los ferrocarriles. A partir de 1940, las haciendas sobreviven con muchos sobresaltos, pero de todas formas mantienen una cierta importancia en la economía local (Ramírez, 1990).

A finales del siglo XIX y principalmente en el XX, varias zonas erosionadas del Bloque Tlaxcala fueron utilizadas como minas, para la obtención de cantera, arena y minerales no metálicos. En las décadas de 1970 y 1980, la extracción de bórax las convirtió en zonas de extracción indiscriminada de minerales no metálicos para la industria, como ocurrió con los cerros blancos y otros lugares del Bloque Tlaxcala. Áreas con suelos laterizados, se usaron en la obtención de cantera, grava y arena. La construcción inadecuada de caminos incrementó el proceso de formación de barrancas, principalmente en la zona Hueyotlipan-Apizaco y, junto con la introducción de maquinaria agrícola pesada, la deforestación creciente, el monocultivo y el pastoreo, se acentuaron los procesos de erosión del suelo en Tlaxcala. Aquí podría incluirse el hecho de que agroecosistemas como el de

terrazas, dejan al suelo sin la capa de vegetación que lo protege, para instalar en las plataformas los cultivos, pero cuando se abandonan se degradan rápidamente (Werner, 2012, citado por González, 2014).

Desde la década de 1960 surgió una disminución en la demanda del pulque debido a un incremento en el cultivo de cerveza (Muñiz-Márquez *et al*, 2013). A lo largo del siglo XX, procesos de modernización agrícola del campo se expresaron en prácticas como la aplicación indiscriminada de insumos químicos fertilizantes y herbicidas que alteran la vegetación natural. Las semillas criollas han sido sustituidas por variedades híbridas. La disminución o la pérdida de variedades locales, más resistentes a plagas, enfermedades, sequías o excesos de agua, incrementan la necesidad de adquirir insumos tecnológicos, que además de costos dependen de recursos no renovables (González, 2003).

Durante el periodo 1940 a 2012, la superficie de plantaciones de *Agave salmiana* y *A. mapisaga* ha disminuido en más del 80% en el valle de México y esta tendencia continúa. El robo del mixiote, el tiempo de cultivo del maguey y la comercialización son las principales situaciones que desmotivan a los productores que dejan de plantar la cantidad suficiente de agaves. La disminución del consumo de esta bebida también es por cuestiones de cultura (Aguilar, Enríquez, Rodríguez-Ortiz, Granados, & Martínez, 2014).

En el 2018 es emitida la *Ley para el fomento y conservación del maguey y sus derivados del estado de Tlaxcala* por el Gobernador en turno Mariano González Zarur.

#### **4.5.4. Caracterización de los sistemas de producción**

La unidad de paisaje en la que se presentan con mayor frecuencia los SAF es la de agricultura de temporal anual y permanente en laderas, con suelo cambisol éutrico y clima Cb ( $w_2$ ) (w) i g, esto se puede explicar debido a que es la unidad que presenta mayor superficie en el área de estudio (30.26%). De acuerdo con la información obtenida en campo, la estructura familiar de cada productor es diferente, no sólo en el número de miembros, sino también en los grupos de edades a los que pertenecen dichos miembros. Esto es determinante para poder conocer la mano de obra disponible por familia. En promedio, las unidades de

producción familiar (UF) cuentan con 4 integrantes, valor que se encuentra por encima a lo que presenta INEGI (2020b), que corresponde a 3.6 ocupantes por vivienda a nivel estatal. De acuerdo con datos de la CONAPO (2010), el municipio de Españita cuenta con un grado de intensidad migratoria bajo, presentando que sólo el 2.4% de las viviendas a nivel municipal reciben remesas del extranjero. Este dato coincide con el hecho de que ninguno de los productores o su familia migran al extranjero para vender su fuerza de trabajo, pero si se emplean dentro del municipio o en otros estados del país, con la finalidad de complementar los requerimientos económicos que surgen a través del año. La edad promedio del jefe de la unidad de producción es de 57 años, el productor más joven tiene 42 años y el más viejo 85 años, dato distinto al promedio de edad a nivel municipal que es de 27 años (INEGI, 2020b). La superficie promedio es de 4.7 ha, el mínimo de superficie que se presenta entre los productores es de 1 ha, mientras que la mayor superficie es de 10 ha. La diversificación de cada sistema no está relacionada con la superficie de producción, esto se puede observar debido a que uno de los productores tiene 11 componentes distintos en una superficie de 2.25 ha, mientras que otro presenta la misma cantidad de componentes en 6 ha. Por otra parte, el productor con mayor superficie (10 ha) presenta apenas 3 componentes, mientras que el que cuenta con 1 ha presenta 5 componentes. Predominan los agricultores que poseen propiedad privada y ejidal. En su mayoría, los productores dedican la mayor parte de su producción a la venta, son menos los que optan principalmente por el auto abasto. Sólo una persona cuenta con producción de riego y temporal, el resto es meramente de temporal. Dentro de los productores que tiene como propósito la venta y el autoconsumo hay quienes distribuyen sus productos en mercados convencionales, mientras que hay otros que se incorporaron a mercados alternativos, ya sea agroecológicos u orgánicos, buscando un sobreprecio en sus productos. De los 14 productores entrevistados 6 utilizan insumos convencionales, haciendo referencia a un esquema de producción determinado por la revolución verde, mientras que 5 productores han optado por utilizar insumos alternativos, elaborados con recursos locales o comprados. El resto de los productores se encuentran en transición.

#### 4.5.5. Clasificación de los SAF y pre tipología

Las tecnologías agroforestales encontradas se clasificaron en: 1) cultivos en callejones, que de acuerdo con Ospina (2006) se pueden encontrar en laderas (en franjas y terrazas), su función principal es aumentar o mantener la productividad del cultivo asociado mediante la incorporación orgánica de abono verde y hojarasca, regulación microclimática, disminución de la evapotranspiración y mantenimiento del área libre de arvenses invasoras. Contribuye a la conservación, recuperación o estabilización del suelo, principalmente en áreas pendientes. También pueden presentar otras múltiples funciones productivas y servicios; 2) Árboles en linderos, los cuales son especies leñosas que demarcan límites internos y externos entre lotes y fincas vecinas. Su función principal es demarcar límites. Además, generan varios productos y servicios (frutas, maderas, forraje, sombra, embellecimiento de fincas y caminos veredales, etc.) (Ospina, 2004).

De acuerdo con Mendieta y Rocha (2007). los sistemas agroforestales encontrados se clasifican en agrosilviculturales que asocian árboles o intercalados en franjas con cultivos anuales. Y los sistemas especiales o entomoforestales, que incorporan la apicultura.

A partir de la categoría socioeconómica, se presenta una subdivisión de los productores cuyo objetivo es principalmente comercial, generando un subgrupo que busca otro tipo de mercado para sus productos, ofertándolos bajo un esquema de producción con principios de agricultura orgánica o agroecología, haciendo uso de otro tipo de insumos. En el Cuadro 14 se muestran los rangos de atributos que tiene cada una de las categorías.

Cuadro 8. Pre tipología de los SAF con metepantle.

	<b>Categoría I.</b>	<b>Categoría II.</b>	<b>Categoría III.</b>
<b>Atributo</b>	<b>Principalmente autoconsumo</b>	<b>Principalmente comercial en mercados convencionales</b>	<b>Principalmente comercial en mercados alternativos</b>
Número de	3 - 4	3 - 4	4 - 6

integrantes			
Edad	46 - 67	52 - 85	44 – 68
Mano de obra	FM/CT	CT/FM	FM/CT
Superficie (ha)	1 - 4	8 - 10	2.25 – 7
	Pequeña		Pequeña
Tipo de propiedad	propiedad, Ejidal, Pequeña propiedad/Ejidal	Pequeña propiedad/Ejidal	propiedad, Ejidal, Pequeña propiedad/Ejidal
Número total de componentes	4 - 8	3 - 6	4 - 8
Propósito	Auto abasto/Venta	Venta/Auto abasto	Venta/Auto abasto
Mercado de venta	Convencional	Convencional	Alternativo
Tipo de insumos utilizados	Convencional	Convencional, Convencional/Alternativo	Alternativo, Convencional/Alternativo, Alternativo/Convencional

Fuente: Elaboración propia.

**Categoría I.** Las UPF de esta categoría dependen en su mayoría de la mano de obra familiar, con un rango de integrantes de la familia que va de 3 a 4 personas. Con mayor frecuencia cuentan con propiedad ejidal, tienen un rango de superficie de 1 a 4 ha. Dedicar los productos obtenidos al autoconsumo y en caso de presentar pocos excedentes buscan comercializarlos, cuentan con material vegetal criollo. Usan insumos comerciales que promueve la agricultura convencional. La elección de los componentes de su sistema productivo se basa en las necesidades alimenticias; cuentan con apoyos económicos por parte de programas gubernamentales. Esta categoría comparte características con la

agricultura familiar en transición, que de acuerdo con la FAO (2012) es aquella orientada exclusivamente al autoconsumo, con disponibilidad de tierras e ingresos insuficientes para garantizar un nivel de vida apropiado para la familia, lo que induce a otras fuentes de ingresos como al trabajo asalariado, rentar parte de la superficie disponible y depender en gran medida de apoyos gubernamentales.

**Categoría II.** Al igual que la categoría I, las UPF cuentan con un rango de integrantes de familia que va de 3 a 4. En este caso, todos los productores tienen tierras ejidales y privadas, además de que el rango de superficie que trabajan es de 8 a 10 ha. Esta categoría de productores presenta objetivos de producción que priorizan la venta a intermediarios o en su caso llevándolos a mercados cercanos. A pesar de que cuentan con mano de obra familiar, optan por llevar a cabo las labores agrícolas de forma mecanizada, ya que tienen espacio suficiente entre bordos y poca pendiente, lo que favorece la introducción de maquinaria. Sus sistemas de producción son poco diversificados, presentando mayor diversidad o número de componentes leñosos en comparación con los componentes agrícolas. Esta categoría coincide con la agricultura familiar en transición, en la que la producción obtenida se destina tanto a la venta como al autoconsumo. Cuentan con una mayor superficie que el grupo anterior; sin embargo, también presentan dificultades para generar ingresos y producción suficiente para asegurar un nivel de vida apropiado a través de una eficiente articulación a los mercados. Es por ello que los integrantes de la unidad de producción deben recurrir a fuentes externas de ingresos como el empleo fuera del sistema, ingresos otorgados por familiares y apoyos gubernamentales (FAO, 2012).

**Categoría III.** Estas UPF presenta un rango de mano de obra familiar que va de 4 a 6 integrantes. Hay variación en cuanto al tipo de propiedad, ya que presentan privada, ejidal y ambas. El rango de superficie se encuentra entre 2.25 y 7 ha. En su mayoría se encuentran bajo un esquema de producción alternativo, en el que se preocupan por la salud del suelo y la calidad de los productos que obtienen, ya que su objetivo principal es el de comercialización. Realizan sus propios insumos e invierten más trabajo y tiempo, ya que buscan obtener un sobreprecio ofertando sus productos procesados en mercados alternativos u orgánicos certificados.

Presentan mayor diversificación en sus sistemas de producción con un rango total de componentes leñosos y agrícolas que va de 4 a 8. Combinan la mano de obra familiar con actividades que realiza maquinaria. Las características de esta categoría son semejantes a las que presenta el grupo de la agricultura familiar consolidada. FAO (2012) menciona que este grupo tiene sustento suficiente en la producción propia y acceso a mercados locales. Sin embargo, subsisten áreas de mejora al interior del manejo de algunas unidades de producción, ya que en cierta medida su situación actual se explica por una alta dependencia a los apoyos gubernamentales y otras fuentes de ingreso externas a la producción primaria.

#### **4.6. Conclusiones**

La caracterización biofísica de los SAF con metepantle muestra que se encuentran establecidos en terrenos con pendientes pronunciadas por lo que las UPF optaron por implementar SAF con metepantle y tecnologías de cultivos en callejones y árboles en linderos como respuesta a las condiciones limitantes y procesos erosivos. Por otra parte, la caracterización socioeconómica es la pauta para poder agrupar a los productores que, aun habiendo diferencias en sus sistemas de producción, comparte objetivos comunes.

Los criterios incluidos para la clasificación de los sistemas y tecnologías agroforestales generan un entendimiento estructural del funcionamiento de los sistemas de producción. Un aspecto fundamental en la incorporación de nuevos elementos o tecnologías en los SAF es la capacitación, el acercamiento con personas experimentadas y la difusión del conocimiento.

La presión socioeconómica y tecnológica ha generado la desaparición parcial del componente leñoso. Aunque ya se presenten programas relacionados con la reforestación y la plantación de magueyes, de acuerdo con la información obtenida, aún hace falta capacitar a los productores para que aprovechen al máximo los árboles multipropósito. En este sentido hay productores que cuentan con plantas viejas de maguey y/o frutales, sin darles el mínimo mantenimiento, quedándose sólo en los beneficios al suelo, pero acortando su potencial productivo y su periodo de vida.

#### 4.7. Literatura citada

- Aguilar Juárez, B., Enríquez del Valle, J. R., Rodríguez-Ortíz, G., Granados Sánchez, D., & Martínez Cerero, B. (2014). El estado actual de Agave salmiana y A. mapisaga del valle de México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 1(2), 106-120.
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica*. Quito-Ecuador: CAMAREN.
- CONAGUA-UACH. (2009). *Restauración Hidrológica-Ambiental de la parte media y alta de la cuenca del Río Plantar, comprendida entre los estados de Tabasco y Chiapas*. Comisión Nacional del Agua, Universidad Autónoma Chapingo.
- CONAPO. (2010). *gob.mx*. Recuperado el 08 de 09 de 2021, de *gob.mx*: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114225/Indices\\_de\\_intensidad\\_migratoria\\_Mexico\\_Estados\\_Unidos\\_2010\\_Parte5.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114225/Indices_de_intensidad_migratoria_Mexico_Estados_Unidos_2010_Parte5.pdf)
- FAO. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para la clasificación, correlación y comunicación internacional*. Roma: Informes sobre recursos mundiales del suelo.
- FAO. (2012). *Agricultura familiar con potencial productivo en México*. México: SAGARPA.
- Fernández Nava, R., Rodríguez Jiménez, C., Arreguín Sánchez, M. D., & Rodríguez Jiménez, A. (1998). Listado florístico de la cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica*(9), 1-151.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana)* (Primera ed.). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía.
- Gómez, J. D., Etchevers, J. D., Monterroso, A. I., Gay, C., Campo, J., & Martínez, M. (2008). Spatial estimation of mean temperature and precipitation in areas of scarce meteorological information. *Atmósfera*, 21(1), 35-56.
- González Jácome, A. (2003). Los sistemas agrícolas en el suroeste de Tlaxcala. En A. González Jácome, *Cultura y agricultura: transformaciones en el agro mexicano* (Primera ed., págs. 31-56). D. F.: Universidad Iberoamericana.
- González Jácome, A. (2006). El ambiente y la agricultura en Tlaxcala durante el siglo XVI. *Perspectivas Latinoamericanas*(3), 19-46.
- González Jácome, A. (2014). Sistemas agrícolas en orografías complejas: Las terrazas de Tlaxcala. *Perspectivas Latinoamericanas*(11), 1-30.

- González Jácome, A. (2016). Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En I. Moreno Calles, A. Casas, V. M. Toledo, & M. Vallejo Ramos, *Etnoagroforestería en México* (Primera ed., págs. 111-145). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, Z. M. (10 de Agosto de 2018). *ofstlaxcala.gob.mx*. Recuperado el 13 de Mayo de 2021, de *ofstlaxcala.gob.mx*: <https://www.ofstlaxcala.gob.mx/doc/Legislacion/locales/leyes/LEY%20PARA%20EL%20FOMENTO%20Y%20CONSERVACION%20DEL%20MAGUEY%20Y%20SUS%20DERIVADOS%20DEL%20ESTADO%20DE%20TLAXCALA.pdf>
- INEGI. (1998). *Estadísticas del Medio Ambiente, 1997. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Aguascalientes, Ags: INEGI-SEMARNAP.
- INEGI. (2009). *inegi.org.mx*. Recuperado el 06 de diciembre de 2020, de *inegi.org.mx*: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/29/29012.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/29/29012.pdf)
- INEGI. (2017). *Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2020a). *inegi.org.mx*. Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de *inegi.org.mx*: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>
- INEGI. (2020b). *inegi.org.mx*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2021, de *inegi.org.mx*: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jiménez, F., & Muschler, R. (1999). *Conceptos básicos de agroforestería*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Krishnamurthy, L., Buendía Nieto, A., Morán Valente, M. A., & Uribe Gómez, M. (2002). Caracterización del sistema tradicional agrisilvícola café-plátano-citrícos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. En L. Krishnamurthy, & M. Uribe Gómez (Edits.), *Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible* (Primera ed., págs. 18-48). México: PNUMA-SEMARNAT.
- Martín-Crespo Blanco, C., & Salamanca Castro, A. B. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*(27).
- Mendieta López, M., & Rocha Molina, L. R. (2007). *Sistemas Agroforestales* (Primera ed.). Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Miranda, F., & Hernández X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 29-179.

- Nair, P. K. (1993). Section V. Design and evaluation of agroforestry systems. En P. K. Nair, *An Introduction to Agroforestry* (págs. 347-438). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers-ICRAF.
- Ospina Ante, A. (2006). Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal (Segunda ed.). Santiago de Cali: Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano.
- Ospina, A. (2004). Clasificación y caracterización de tecnologías agroforestales. En MAELA, *Agroforestería en Latinoamérica: experiencias locales* (págs. 21-40). Bolivia.
- Pérez Sánchez, J. M., Moctezuma Pérez, S., Sales Colín, J., Reyes Montes, L., & Juan Pérez, J. I. (2017). Manejo del suelo en la agricultura tradicional de laderas en Tlaxcala y el Valle de Toluca, México. En F. Carreño Meléndez, C. Rodríguez Soto, & J. A. Castellanos Suárez, *Patrimonio biocultural. Experiencias integradoras* (Primera ed., págs. 79-100). Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Ramírez, R. M. (1990). *El sistema de haciendas en Tlaxcala* (Primera ed.). México, D. F.: Consejo nacional para la cultura y las artes.
- Rzendowsky, J. (2006). *Vegetación de México* (Primera ed.). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

## 5. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON METEPANTLE EN LOCALIDADES DE ESPAÑITA, TLAXCALA

### 5.1. Resumen

Los sistemas agroforestales (SAF) ofrecen una importante herramienta para la conservación de los recursos, con el propósito de diversificar y optimizar la producción, y respetar los principios básicos de la sostenibilidad. Sin embargo, son necesarios criterios que puedan evaluar de manera convincente los beneficios y ventajas de un SAF en comparación con otro u otros sistemas de uso de la tierra. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar socioeconómicamente SAF con metepantle ubicados en tres localidades del municipio de Españita, Tlaxcala, a partir de la metodología de análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural, partiendo del diagnóstico de los aspectos ambientales, históricos, tecnológicos y la evaluación socioeconómica de las diferentes actividades productivas de cada sistema. A partir de un previo proceso de caracterización, se determinaron tres categorías de unidades de producción familiar (UPF), y en cada una de ellas se calcularon los siguientes indicadores económicos: consumos intermedios (CI), producto bruto (PB), valor actual bruto (VAB), valor actual neto (VAN), ingreso familiar total (IFT), productividad de la tierra y mano de obra. Posteriormente se compararon los valores del IFT con el salario mínimo (SM), la línea de pobreza por ingresos (LPI) y la línea de pobreza extrema por ingresos (LPEI) que estima cada año el CONEVAL, y así determinar el nivel de reproducción social (NRS) de las UPF correspondientes a cada categoría. Se encontró que sólo el valor del IFT de la categoría III superó los valores del SM y LPEI, quedando aún por debajo de la LPI, mientras que las UPF de las otras dos categorías se quedaron por debajo incluso del SM. Lo que indica que los integrantes de las UPF I y II deben emplearse en otras actividades y complementar sus ingresos para cubrir las necesidades básicas que requieren.

**Palabras clave:** Indicadores económicos, unidades de producción familiar.

## **SOCIOECONOMIC EVALUATION OF AGROFORESTRY SYSTEMS WITH METEPANTLE IN LOCATIONS OF ESPAÑITA, TLAXCALA**

### **5.2. Abstract**

Agroforestry systems (AFS) offer an important tool for the resources conservation, with the purpose of diversifying and optimizing production, and respecting the basic principles of sustainability. However, criteria are needed that can convincingly evaluate the benefits and advantages of an AFS compared to one or more other land use systems. The objective of this research was aimed to socioeconomically evaluate AFS with metepantle located in three localities of the municipality of Españita, Tlaxcala, based on the methodology of analysis and diagnosis of the production systems in rural areas, starting from the diagnosis of environmental, historical and technological aspects, and the socioeconomic evaluation of the different productive activities of each system. Based on a previous characterization process, three categories of family production units (FPU) were determined, and in each of them the following economic indicators were calculated: intermediate consumption (IC), gross product (GP), gross present value (GPV), net present value (NPV), total family income (TFI), land productivity and labor. Subsequently, the IFT values were compared with the minimum wage (MW), the income poverty line (IPL) and the extreme income poverty line (EIPL) estimate each year by the CONEVAL, and thus determine the level of social reproduction (LSR) of the FPU corresponding to each category. It was found that only the IFT category III value exceeded the values of the MW and EIPL, remaining still below the IPL, while the FPU of the other two categories remained below even the MW. This indicates that the members of FPU I and II should be employed in other activities and supplement their income to cover the basic needs they require.

**Keywords:** economic indicators, family production units.

### **5.3. Introducción**

Los sistemas agroforestales (SAF) están orientados a desarrollar actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica. Tienen el propósito fundamental de diversificar y optimizar la producción, además de respetar los principios básicos de la sostenibilidad (López, 2010). Sin embargo, la falta de metodologías apropiadas para evaluar los diversos tipos de SAF ha sido un serio impedimento para la evaluación realista de sus méritos. Son necesarios criterios que puedan evaluar de manera convincente los beneficios y ventajas de un SAF en comparación con otro u otros sistemas de uso de la tierra. Toda evaluación debe basarse en un conjunto específico de criterios que, a su vez, se apliquen a los atributos que se están examinando (Nair, 1993). Independientemente del objetivo de la evaluación, las características socioeconómicas de un sistema de producción contribuyen a entender su funcionamiento. Además, el cálculo económico de indicadores ayuda a precisar las racionalidades económicas campesinas (Apollin & Eberhart, 1999).

Cabe señalar que los trabajos de evaluación de sistemas agroforestales en México se han desarrollado comúnmente en zonas tropicales, tal es el caso de la evaluación financiera y socioeconómica para las unidades de producción familiar del SAF tradicional café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz realizado por Cruz, Leos, Uribe, y Rendón (2016). Otro ejemplo es el del análisis y comparación de los beneficios económicos obtenidos de los sistemas de producción café tradicional y rústico en la comunidad de San Miguel, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México por Villavicencio-Enríquez (2013). A nivel internacional también se han llevado a cabo trabajos como el de Duarte (2005), quién analizó participativamente la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de fincas pequeñas y grandes productoras de café en sistemas agroforestal orgánico y convencional en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. También está el trabajo que realizaron Moran, Herrera, y López (2014), que consistió en evaluar tres tipos de sistemas agroforestales 6 años después de ser establecidos en la reserva natural Tisey-Estanzuela de Nicaragua.

A pesar de que los SAF tiene mayor presencia en zonas tropicales, son una alternativa ante las limitantes biofísicas de las diferentes regiones en México. En la región centro del país, específicamente en el estado de Tlaxcala, predomina la agricultura de laderas: terrazas y metepantles (Pérez, Moctezuma, Sales, Reyes, & Juan, 2017). En la subregión natural de Españita se localizan procesos erosivos por pérdida de la cubierta vegetal (Lima, 2018), por lo que para el establecimiento de cultivos agrícolas los campesinos hacen frente a las condiciones del entorno por medio del sistema de “metepantles”, los cuales tienen un bordo o muro de contención de tierra donde se cultivan árboles frutales, maderables y magueyes, su función es retener el suelo y controlar la erosión. Los árboles evitan que los cultivos sean golpeados por el agua de lluvia, acumulan materia orgánica que sirve como abono natural y es devuelta al terreno para conformar suelo agrícola. Son de pequeña escala, la producción se destina al auto consumo, no depende de grandes insumos químicos, la fuerza de trabajo depende en gran medida de la organización familiar. Sigue contando con una diversidad natural y se caracteriza porque los campesinos han acumulado conocimiento tradicional (Pérez, 2012). A pesar de conocer las características generales de estos sistemas de producción, se requiere saber cuáles son los beneficios socioeconómicos que aportan a las familias campesinas y las deficiencias productivas que lleguen a presentar, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar los SAF con metepantle en tres localidades del municipio de Españita, Tlaxcala mediante la metodología de diagnóstico agrario, partiendo de la información obtenida en el proceso de caracterización, comparando los resultados de cada SAF y dar paso al desarrollo de propuestas de intervención específicas.

#### **5.4. Materiales y métodos**

El municipio de Españita se encuentra ubicado a entre los 19° 22' y 19° 30' N y 98° 20' y 98 °31' W, presenta altitudes que van de los 2400 a los 2900 msnm. Colinda al norte con los municipios de Nanacamilpa de Mariano Arista, Sanctórum de Lázaro Cárdenas y Hueyotlipan; al este con los municipios de Hueyotlipan e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros; al sur con el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros y el estado de Puebla; al oeste con el estado de Puebla y los

municipios de Sanctórum de Lázaro Cárdenas y Nanacamilpa de Mariano Arista (INEGI, 2009). El área de estudio cuenta con una superficie de 1451.17 ha, que va de 2385 a 2790 msnm. Dentro de ella se ubican las localidades de Álvaro Obregón con longitud 19° 27' 51.0" N y latitud -98° 28' 27.0" W; San Francisco Mitepec con longitud 19° 26' 15.0" N y latitud -98° 26' 38.0" W; y San Miguel Pipiyola con longitud 19° 24' 49.0" N y latitud -98° 26' 24.0 W".

El trabajo se desarrolló a partir de la metodología de análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural, presentada por Apollin y Eberhart (1999), la cual incluye métodos y herramientas para la realización de diagnósticos agrarios más explicativos, aplicando el enfoque sistémico al análisis del medio rural.

Se utilizó un muestreo de tipo *bola de nieve*, que de acuerdo con Martín-Crespo y Salamanca (2007), se basa en la idea de red social. Se aplicó un guión de entrevista semiestructurada a 14 productores de las 3 localidades, elaborado a partir de los factores expuestos en la metodología de Apollin y Eberhart (1999).

#### **5.4.1. Tipología de unidades de producción familiar (UPF)**

Partiendo de la pre tipología de UPF y mediante la metodología de Apollin y Eberhart (1999), se elaboró un modelo "tipo" del sistema de producción. Con el uso de frecuencias y promedios se analizaron los atributos de: 1) superficie total (ha), 2) unidades de trabajo humano (UTH), 3) número total de componentes y 4) el uso de monocultivos o asociaciones. De esta manera fue determinada y descrita la UPF con características representantes de cada categoría

#### **5.4.2. Caracterización de las UPF**

Se realizó la caracterización técnico-económica de las UPF representantes de cada categoría mediante la metodología generada por Dufumier (1996), basada en conocer el funcionamiento de los sistemas y su perspectiva de evolución. Se identificaron las lógicas agronómicas y su razón de ser en función del contexto agro-ecológico y socio-económico de cada tipo de unidad de producción familiar. Se conocieron las actividades que realizan, los momentos en los que las realiza, la

mano de obra que requiere, los insumos, maquinaria, equipo, herramientas, productos y los costos.

#### **5.4.3. Cálculo de indicadores económicos**

La evaluación de los resultados económicos de las unidades de producción se realizó mediante la metodología de Dufumier (1996), que incluye el cálculo de los indicadores: producto bruto (PB), que corresponde al valor de las cantidades producidas finales, multiplicadas por el precio unitario de cada producción; consumos intermedios (CI), se refiere al conjunto de bienes y servicios que se utilizan y que se consumen durante el ciclo de producción; valor agregado bruto (VAB), valor agregado neto (VAN) y las amortizaciones económicas (Am) o depreciación, donde: VAN es igual al VAB menos las Am las cuales corresponden al consumo anual del capital fijo y capital biológico. El VAN corresponde a la riqueza total promedio creada por una UPF durante un año. Para comprender el mayor o menor grado de intensificación del sistema se relacionó el VAN con la superficie ( $\text{VAN ha}^{-1}$ ). Así mismo, se estimó el VAN/jornales (valor agregado neto/número de jornales), para determinar la riqueza creada por una persona que trabaja en la UPF durante un año. Por otra parte, el ingreso familiar total (IFT), que equivale al VAN – alquiler de fletes y transporte + subsidios, representa la capacidad de la familia para responder a las necesidades esenciales, y permite realizar las inversiones productivas necesarias para asegurar la renovación y la modernización del sistema de producción.

El análisis de la posición relativa del ingreso agropecuario en relación al umbral de reposición económica (R) y al umbral de sobrevivencia (S) (Dufumier, 1996), permitió precisar la rentabilidad de los sistemas y responder a las interrogantes sobre la probable evolución de cada sistema de producción (Mazoyer & Roudart, 1997). Dichos umbrales fueron determinados por los valores de la línea de pobreza por ingresos (LPI) y la línea de pobreza extrema por ingresos (LPEI) que cada año proporciona el CONEVAL tanto para el sector rural como el urbano.

El nivel de reproducción social (NRS) es un indicador que cuantifica el ingreso mínimo necesario para que una familia campesina pueda continuar dedicándose a

las actividades agrícolas, pecuarias y forestales y viviendo en el medio rural (Torres & de Andrade, 2009). Para su determinación, de acuerdo con Apollin y Eberhart (1999) se eligió el nivel mínimo de pago por el trabajo al cual tienen acceso los agricultores de la zona, esto es, el costo de oportunidad. En este trabajo se consideró que el valor del jornal es de \$150.

## **5.5. Resultados y discusión**

### **5.5.1. Tipología de las unidades de producción familiar (UPF)**

#### **UPF categoría I**

Se encuentra en la localidad de San Miguel Pipiyola, dentro de la unidad de paisaje PI\_VLL\_LT\_Cb(w1). Se conforma por 4 integrantes, en su mayoría mujeres, contando con 2 UTH, por esta razón, las jóvenes deben dedicarse a otras actividades a nivel local, como son la costura y el comercio. El productor debe compensar la mano de obra requerida con la contratación de jornales, pero en su mayoría depende de la mano de obra familiar. El jefe de familia tiene 67 años, cuenta con un predio de 1 ha de ejido. El material vegetal utilizado es criollo, ya que los recursos económicos con que cuenta no le permiten comprar híbridos, pero procura usar insumos de tipo convencional a pesar de sus elevados costos. En la preparación del terreno contrata un tractor, pero el resto de las actividades las realiza de forma manual y/o con yunta. Su parcela está dividida en tres partes; en un tercio tiene la asociación maíz-frijol-calabaza, en el segundo, monocultivo de haba y en el tercero, monocultivo de ayocote. En los bordos tiene plantas de durazno, capulín y maguey; este último aún no se encuentra en edad para ser aprovechado y no tiene interés en consumir los frutos de los otros árboles, por lo que sólo llega a realizar algunas podas para obtener leña. Recibe un apoyo gubernamental perteneciente al programa del bienestar. La estructura de su sistema de producción está definida por sus intereses alimenticios, ya que la mayor parte de su producción está destinada al autoconsumo.

#### **UPF categoría II**

Está ubicada en la localidad de Álvaro Obregón, dentro de la unidad de paisaje AT\_LE\_CE\_Cb(w2). La integran 4 miembros, en la misma proporción de mujeres y

hombres, pertenecientes sólo a dos grupos de edades, contando con 3.1 UTH, los adultos pertenecientes al grupo de más de 16 años se dedican a otras actividades. El jefe de familia tiene 52 años, cuenta con dos predios que en total suman 8 ha de pequeña propiedad y ejido. El material vegetal utilizado es criollo, los insumos que utiliza son de tipo convencional buscando obtener los mayores rendimientos. Realiza la mayoría de las actividades de forma mecanizada, sólo algunas las hace de forma manual. En las 8 ha tiene monocultivo de maíz. En los bordos tiene plantas de maguey, ocote, ciprés y sabino, aprovechando la leña de algunos de ellos y los hijuelos de los magueyes para reforestar. Cuenta con el apoyo gubernamental del programa del bienestar. La estructura de su sistema de producción es definida por sus requerimientos de mercado ya que el maíz se destina a la alimentación de los cerdos, apartando sólo la semilla del siguiente año, por lo que no cubre directamente sus necesidades alimenticias con los productos del sistema agroforestal, sino que busca darles valor agregado a sus productos, ofrecerlos en el mercado convencional y así cubrir sus demandas.

### **UPF categoría III**

Se encuentra en la localidad de Álvaro Obregón, dentro de la unidad de paisaje AT\_LE\_LT\_Cb(w2). Está conformada por 4 integrantes, en mayor proporción hombres, pertenecientes a un grupo de edades, contando con 4 UTH. El jefe de familia tiene 49 años, cuenta con dos predios que en total suman 4 ha de pequeña propiedad y ejido. El material vegetal utilizado es criollo, buscando con ello la preservación de material genético con potencial productivo mediante técnicas de selección visual. Utiliza insumos alternativos que pueden llegar a ser elaborados por los integrantes de la misma UPF, con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo y respetar el equilibrio ecológico entre la producción agroecológica y el medio donde se encuentran. Realiza la mayoría de las actividades con yunta y de forma manual. De 4 ha, en 3 tiene asociación maíz-frijol-calabaza, en 0.5 ha tiene monocultivo de haba y en la otra mitad monocultivo de ayocote. En los bordos tiene plantas de capulín, maguey, sabino y encino, aprovechando la leña de algunos de ellos, sin darle aprovechamiento a los magueyes debido a que aún son plantas jóvenes. Cuenta con el apoyo gubernamental del programa sembrando

vida. La estructura de su sistema de producción es definida por sus requerimientos de mercado ya que vende sus productos como platillos en mercados orgánicos, debido a que su sistema de producción está certificado. Cabe señalar que las UPF de esta categoría se ubican dentro de la tipificación de productores determinada por Álvarez-Duarte, García-Moya, Suárez-Espinosa, Luna-Cavazos, y Rodríguez-Acosta (2018), mencionando que el productor cubre parte de los eslabones productivos mediante la compra de magueyes en etapa pre productiva y los aprovecha para la producción de aguamiel.

### **5.5.2. Caracterización de las UPF**

#### **UPF categoría I**

En la asociación de maíz-frijol-calabaza las labores agrícolas comienzan en el mes de enero, pero no son constantes, están a expensas de factores como el estado del tiempo. El número de jornales requeridos para 1 ha de dicho policultivo es de 76, sin embargo, en esta UPF sólo se cuenta con 1/3 de ha, por lo que se requiere de 25 jornales para esta superficie. Para el caso del monocultivo de ayocote se requieren 7 jornales para el 1/3 de ha que tiene sembrada y el monocultivo de haba de la misma cantidad, ya que las labores son iguales, sólo cambia la cantidad de semilla que utiliza.

En la Figura 10 se puede observar que los primeros cuatro meses del año no realiza actividades relacionadas con la UPF, por lo que busca otras formas de obtener ingresos. El mes de octubre es el que requiere mayor número de jornales (14) debido a que se cosechan el frijol, ayocote, calabaza y haba, mientras que en agosto se ocupan sólo 2 jornales para el control de plagas.

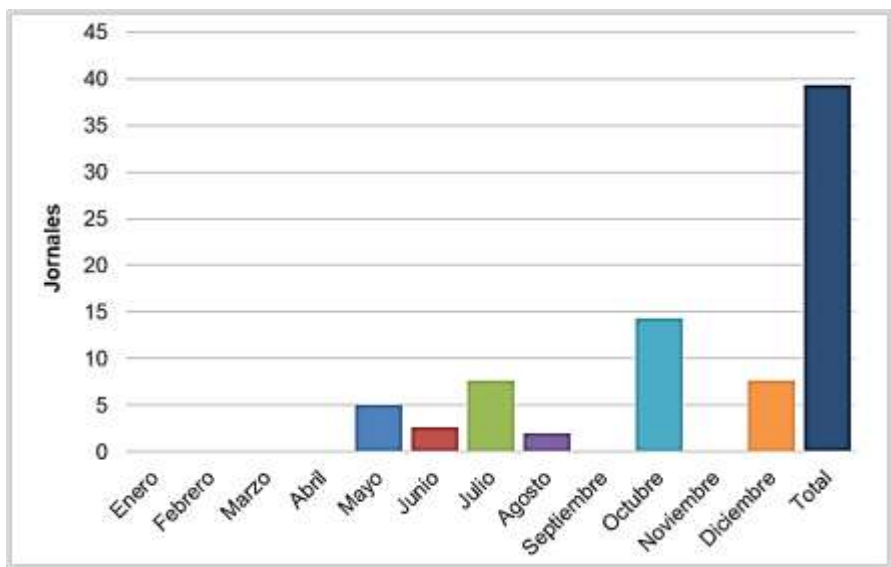


Figura 10. Distribución del trabajo de la UPF categoría I.  
Fuente: Elaboración propia.

Dufumier (1998) determina que una UTH equivale a 220 días de trabajo, la UPF de esta categoría cuenta con 2 UTH utilizadas en las actividades agroforestales por 39 días; entonces se tiene que:  $220 \times 2 = 440$ ;  $440 - 39 = 401$ . De esta manera se obtiene que esta categoría cuenta con 401 días para ofertar su fuerza de trabajo y mejorar las condiciones de su SAF.

### UPF categoría II

En comparación con la categoría anterior, en ésta se comienza a preparar el terreno de manera inmediata después de la cosecha. De acuerdo con su itinerario técnico pasa dos veces la rastra y como se mencionaba con anterioridad, en su mayoría emplea maquinaria agrícola, incluyendo la cosecha. La preparación del terreno coincide con el trabajo de Pérez (2012), en el que describe la relación entre las actividades y la cosmovisión de los campesinos. Menciona que en el ciclo del maíz los trabajos de preparación comienzan en noviembre-diciembre, justo después de la cosecha, y cuando la luna está a medio cielo o en cuarto menguante se barbecha y rastra.

En esta unidad de producción se realizan labores culturales a los árboles y magueyes debido a que dentro de sus objetivos de producción está el aprovechamiento de las especies arbóreas. En total requiere de 68 jornales para

atender 8 ha, de los cuales 4 son para atender los árboles multipropósito y magueyes. En la Figura 11 se muestra que los primeros 5 meses del año no se atiende el cultivo de maíz, pero al ser temporada de secas se realiza la poda de los árboles y se les da mantenimiento a los magueyes. Cabe señalar que no se muestran jornales en el mes de mayo cuando se realiza la siembra y preparación del terreno porque estas actividades son realizadas de manera mecanizada.

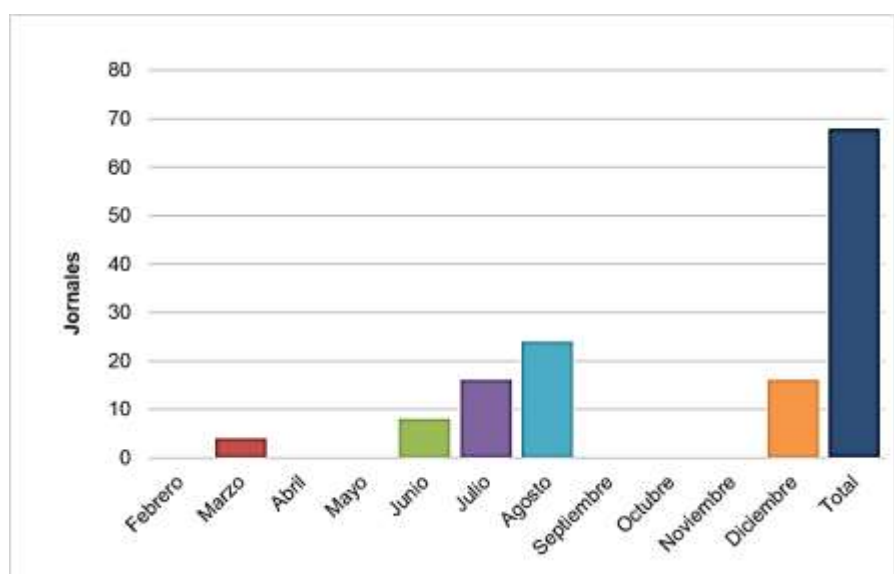


Figura 11. Distribución del trabajo de la UPF categoría II.  
Fuente: Elaboración propia.

La UPF de esta categoría cuenta con 3.1 UTH utilizadas en las actividades agroforestales por 68 días; entonces se tiene que:  $220 \times 3.1 = 682$ ;  $682 - 68 = 614$ . De esta manera se obtiene que esta categoría cuenta con 614 días para ofertar su fuerza de trabajo y mejorar las condiciones de su UPF.

### UPF categoría III

La información del itinerario técnico para la asociación maíz-frijol-calabaza muestra que a pesar de tener los mismos cultivos que la UPF de la categoría I, presenta diferencias en los periodos en que realiza las labores. Comienza a preparar el terreno un mes antes de la temporada de lluvias, prolongando el tiempo de descanso de la tierra. Esta unidad de producción invierte una cantidad de jornales  $\text{ha}^{-1}$  menor a la que utilizan las UPF de la categoría I. La asociación no

requiere de actividades en los meses de enero, marzo y noviembre. Las actividades que realiza para el monocultivo de haba y el de ayocote, los periodos de realización, los productos utilizados, las cantidades y el número de jornales son los mismos; sólo se presenta diferencia en la cantidad de semilla.

En 4 ha utiliza 227 jornales por año. El mes en el que requiere más mano de obra es el de octubre, ya que se lleva a cabo la cosecha y almacenamiento de frijol, calabaza, ayocote y haba, aunque el cultivo que más requiere mano de obra es el de la calabaza, ya que 1 ha requiere de 22 jornales. Como se observa en la Figura 12 el trabajo se mantiene constante de mayo a octubre, deteniéndose en noviembre y retomándolo nuevamente en diciembre. En el mes de marzo (periodo de secas) sólo se les da mantenimiento a los árboles. A pesar de que el trabajo no se muestra constante, estas UPF realizan el procesamiento de los productos cosechados, su distribución y oferta en el mercado orgánico de la CDMX.

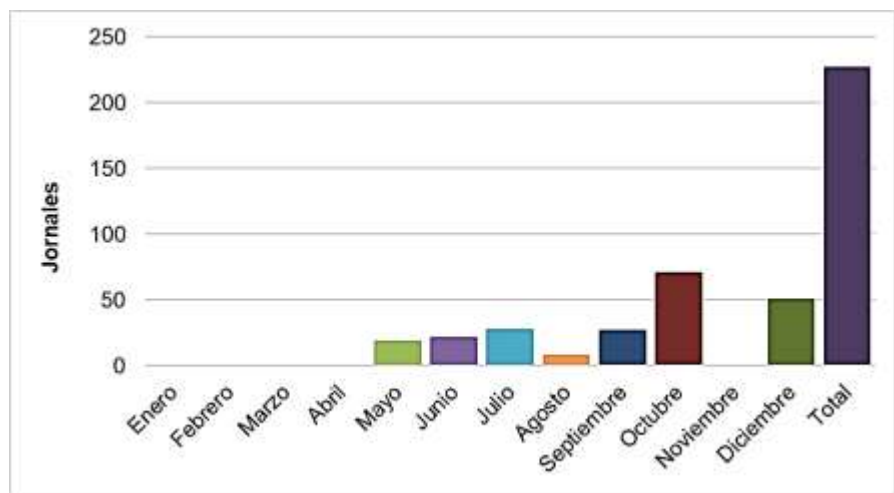


Figura 12. Distribución del trabajo de la UPF categoría III.  
Fuente: Elaboración propia.

La UPF de esta categoría cuenta con 4 UTH utilizadas en las actividades agroforestales por 227 días; entonces se tiene que:  $220 \times 4 = 880$ ;  $880 - 227 = 653$ . De esta manera se obtiene que esta categoría cuenta con 653 días para ofertar su fuerza de trabajo y mejorar las condiciones de su SAF.

### 5.4.3. Cálculo de indicadores económicos para la UPF categoría I

#### Producto Bruto

El PB obtenido de la asociación maíz-frijol-calabaza (Cuadro 9) es de \$30,190 ha<sup>-1</sup>, presentando que la calabaza para pepita es el cultivo que más aporta, seguido por el frijol y al final el maíz. Estos datos concuerdan con los datos obtenidos por Magdaleno, García, Valdéz, y Cruz (2005), quienes, a partir de un análisis financiero a SAF con la tecnología de árboles en terrenos de cultivos, advierten que los cultivos de calabaza y frijol son los que aportan mayores ingresos económicos y que el maíz es el que menos aporta, debido a su precio en el mercado.

Cuadro 9. Producto Bruto ha<sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría I.

Productos	Rendimiento (Kg)	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)	Total (\$)
<b>Maíz</b>	<b>1,000</b>			<b>5,550</b>
Semilla	20	8	160	
Autoconsumo	980	5.5	5,390	
<b>Frijol</b>	<b>500</b>			<b>8,600</b>
Semilla	10	25	250	
Autoconsumo	200	20	4,000	
Venta	290	15	4,350	
<b>Calabaza</b>	<b>200</b>			<b>16,040</b>
Semilla	2	100	200	
Pepita	198	80	15,840	
			<b>Total (\$)</b>	<b>30,190</b>

Fuente: Elaboración propia.

De los monocultivos, el ayocote generó un PB de \$7,300 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 10), mientras el haba \$13,200 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 11). De acuerdo con estos resultados, parecería una buena idea recomendar al productor que se involucre más en el cultivo de calabaza para vender la pepita, pero el problema es el trabajo que se debe invertir, demandando tiempo que requiere para ocuparse en otras actividades, además de que el mercado de este producto no es seguro.

Cuadro 10. Producto Bruto ha<sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I.

Productos	Rendimiento	Precio	Producto
-----------	-------------	--------	----------

	(Kg)	unitario (\$)	Bruto (\$)
<b>Ayocote</b>	<b>550</b>		
Semilla	10	20	200
Autoconsumo	40	15	600
Venta	500	13	6,500
		<b>Total (\$)</b>	<b>7,300</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Producto Bruto ha<sup>-1</sup> del monocultivo de haba UPF categoría I.

Productos	Rendimiento (Kg)	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)
<b>Haba en grano</b>	<b>650</b>		
Semilla	20	30	600
Venta	630	20	12,600
		<b>Total (\$)</b>	<b>13,200</b>

Fuente: Elaboración propia

### Consumos Intermedios

Se requirió de \$10,720 ha<sup>-1</sup> como CI en la asociación maíz-frijol-calabaza (Cuadro 12), siendo la preparación del terreno la actividad que más requiere de efectivo (\$2,400), contraponiéndose con el control de plagas en la que apenas gasta \$560.

Cuadro 12. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría I.

Actividad	Consumos Intermedios (\$)	Mano de obra (\$)	Transporte de productos (\$)
1. Preparación del terreno	2,400		
2. Siembra de maíz, frijol y calabaza	1,460	450	
3. Fertilización	2,300	300	
4. Primera labor	2,000	600	
5. Segunda	2,000	600	
6. Limpieza de bordos		150	
7. Control de arvenses		600	
8. Control de plagas	560	300	
9. Cosecha de calabaza		1,200	
10. Transporte y almacenamiento de calabaza		150	500
11. Extracción de semilla de calabaza, lavado y		2,250	

secado			
12. Cosecha y limpieza de grano de frijol		1,200	
13. Transporte y almacenamiento de frijol		150	500
14. Cosecha de maíz		2,400	
15. Transporte, limpieza y almacenamiento de mazorca		450	500
16. Desgrane de maíz		600	
<b>Total (\$)</b>	<b>10,720</b>	<b>11,400</b>	<b>1,500</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el monocultivo de ayocote gasta \$6,590 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 13), mientras que para el monocultivo de haba \$6,990 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 14). Los CI en estos cultivos son los mismos, lo único que cambia es la cantidad de semilla. En ambos casos la actividad más costosa es la preparación del terreno, al igual que en la asociación, mientras que la más barata es el control de plagas.

Cuadro 13. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	2,500		
2. Siembra de ayocote	1,000	450	
3. Fertilización	550	300	
4. Primera labor	1,000	300	
5. Segunda	1,000	300	
6. Limpieza de bordos		150	
7. Control de malezas		600	
8. Control de plagas	540	300	
9. Cosecha y limpieza		600	
10. Transporte y almacenamiento		150	500
<b>Total (\$)</b>	<b>6,590</b>	<b>3,150</b>	<b>500</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría I.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	2,500		

2. Siembra de haba	1,400	450	
3. Fertilización	550	300	
4. Primera labor	1,000	300	
5. Segunda	1,000	300	
6. Limpieza de bordos		150	
7. Control de malezas		600	
8. Control de plagas	540	300	
9. Cosecha de frijol, ayocote y haba		600	
10. Transporte y almacenamiento		150	500
<b>Total (\$)</b>	<b>6,990</b>	<b>3,150</b>	<b>500</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Valor Agregado

La asociación maíz-frijol-calabaza aporta un VAB de \$19,470 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 15), seguida del monocultivo de haba \$6,210 y al final el ayocote con \$710 ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 15. Valor Agregado Bruto ha<sup>-1</sup> de la UPF categoría I.

Cultivo o asociación	Producto Bruto (\$)	Consumos Intermedios (\$)	Valor Agregado Bruto (\$)
Maíz, frijol calabaza	30,190	10,720	19,470
Ayocote	7,300	6,590	710
Haba	13,200	6,990	6,210
<b>Total (\$)</b>	<b>50,690</b>	<b>24,300</b>	<b>26,390</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo una depreciación total de \$560. En el Cuadro 16 se muestra que el VAN es de \$8,610, además, se puede apreciar que la asociación tiene un mayor aporte en comparación con los monocultivos.

Cuadro 16. Valor Agregado Neto de la UPF categoría I.

Cultivo o asociación	Valor Agregado Bruto (\$)	Depreciación anual (\$)	Valor Agregado Neto (\$ ha <sup>-1</sup> )	Superficie (ha)	Valor Agregado Neto (\$)
Maíz-frijol-calabaza	19,470	186.67	19,283.33	0.333	6,427.78
Ayocote	710	186.67	523.33	0.333	174.44
Haba	6,210	186.67	6,023.33	0.333	2,007.78
<b>Total (\$)</b>	<b>26,390</b>	<b>560.00</b>	<b>25,830.00</b>		<b>8,610.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Ingreso Familiar Total y valor del jornal familiar

En el Cuadro 17 se observan los valores utilizados para obtener el IFT, que equivale a \$8,776.67.

Cuadro 17. Ingreso Familiar Total de la UPF categoría I.

<b>Valor Agregado Neto (\$)</b>	<b>Alquiler de fletes y transporte de productos (\$)</b>	<b>Ingreso agroforestal (\$)</b>	<b>Ingreso apoyos del gobierno (\$)</b>	<b>Ingreso Familiar Total (\$)</b>
8,610.00	833.33	7,776.67	1,000	8,776.67

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, al dividir el IFT entre el número total de jornales, se obtuvo que la remuneración del trabajo familiar equivale a \$223.14 jornal<sup>-1</sup> (Cuadro 18), valor que se encuentra por encima de la media regional, que de acuerdo con testimonios de otros productores es de \$150 jornal<sup>-1</sup>.

Cuadro 18. Valor del jornal familiar de la UPF categoría I.

<b>Ingreso Familiar Total (\$)</b>	<b>Jornales</b>	<b>Valor del jornal familiar (\$ jornal<sup>-1</sup>)</b>
8,776.67	39	223.14

Fuente: Elaboración propia.

### Nivel de Reproducción Social

De acuerdo con Dufumier (1998) una UTH, es igual a 220 días de trabajo al año y el valor promedio del jornal en la región es de \$150, entonces el salario mínimo (SM) es igual a:  $220 \times \$150 = \$33,000$ .

El CONEVAL (2021) presenta que, para el sector rural, la línea de pobreza extrema por ingresos (LPEI) es de \$1,302.45, mientras que la línea de pobreza por ingresos (LPI) es de \$2,274.64. Considerando que esta UPF cuenta con 4 integrantes, se tiene que la LPEI es de \$62,517.6 y la LPI es de \$109,182.72. En la Figura 13 se muestra que el ingreso familiar total (IFT) que es de \$8,776.67 está por debajo de los valores de las líneas de pobreza, incluso del salario mínimo (SM). Estos resultados están por encima a los que presentan Regalado-López, Castellanos-Alanis, Pérez-Ramírez, Méndez-Espinoza, y Hernández-Romero

(2020) señalando que en el primer año de haber incorporado plantas de durazno en un sistema agroforestal de maíz intercalado con árboles frutales (MIAF) obtuvieron un ingreso neto de \$7,173.16 ha<sup>-1</sup>, mientras que para el cuarto año los ingresos aumentaron a \$81,093.48 ha<sup>-1</sup>. Por lo que, si se aprovechara el componente leñoso, dando mantenimiento a las plantas con las que ya cuenta, e incorporando nuevas, la situación de la UPF cambiaría considerablemente, aunque implicaría aumentar la cantidad de tiempo, trabajo y dinero invertidos.

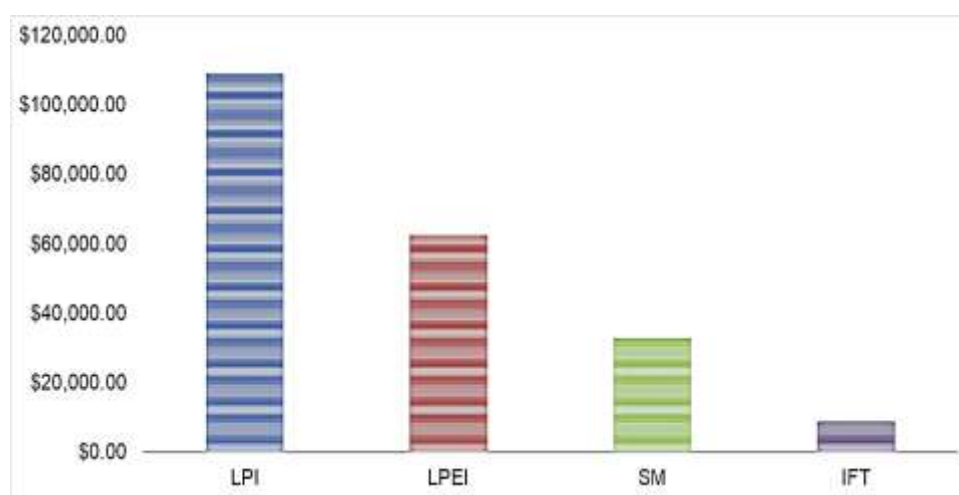


Figura 13. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría I.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.4. Cálculo de indicadores económicos para la UPF categoría II

##### Producto Bruto

En esta categoría sólo se siembra maíz en monocultivo, del cual se obtiene semilla y alimento para cerdos, generando un PB de \$12,040 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 19). Esta UPF cuenta con un rendimiento por debajo de la media municipal que de acuerdo con datos del SIAP (2020) fue de 2.5 ton ha<sup>-1</sup> en monocultivo, aunque se encuentra dentro del rango reportado en el trabajo de Sánchez, Parraguirre, y Romero (2017) que va de 0.2 a 7 ton ha<sup>-1</sup>.

Productos	Superficie (ha)	Rendimiento (Kg)	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)
-----------	-----------------	------------------	----------------------	---------------------

<b>Maíz</b>	<b>8</b>	<b>2,000</b>		
Semilla		20	8	160
Alimento para cerdos		1,980	6	11,880
			<b>Total (\$)</b>	<b>12,040</b>

De las plantas de maguey distribuidas en las 8 ha sólo 100 se encuentran en una etapa adecuada para su aprovechamiento, mediante la extracción de 2 mecuates o hijuelos por planta, con un precio en el mercado de \$30 c/u, obteniendo así \$6,000 (Cuadro 20). Este resultado difiere con los datos proporcionados por Álvarez *et al.* (2018), mostrando que hay al menos 10 formas de aprovechamiento de los magueyes.

De los 5 árboles multipropósito se extraen aproximadamente 25 cargas de leña, lo que equivale a un PB de \$500 (Cuadro 21).

Cuadro 19. Producto Bruto de 100 magueyes UPF categoría II.

Productos	Unidades	Rendimiento	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)
<b>Maguey</b>	<b>Pieza</b>			
Hijuelos	Pieza	200	30	6,000
			<b>Total (\$)</b>	<b>6,000</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20. Producto Bruto de 5 árboles multipropósito UPF categoría II.

Productos	Unidades	Rendimiento	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)
<b>Árboles</b>				
Leña	Cargas	25	20	500
			<b>Total (\$)</b>	<b>500</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Consumos Intermedios

Los CI para el monocultivo de maíz fueron de \$10,130 ha<sup>-1</sup>. La actividad más cara que se realiza es la siembra y fertilización en comparación con la segunda fertilización que es la actividad más barata (Cuadro 22).

Cuadro 21. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> del monocultivo de maíz UPF categoría II.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Trasporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	3,200		
2. Siembra y fertilización	3,260		
3. Control de malezas	760	150	
4. Limpieza de bordos		300	
5. Control de Plagas	560	150	
6. Segunda fertilización	550	300	
7. Cosecha, transporte y almacenamiento	1,800	300	500
<b>Total (\$)</b>	<b>10,130</b>	<b>1,200</b>	<b>500</b>

Fuente: Elaboración propia.

No hay CI para los 5 árboles multipropósito, sin embargo, los gastos que realiza son en mano de obra y transporte de la leña (Cuadro 23). Por otra parte, en los 100 magueyes sólo se invierte mano de obra (Cuadro 24); sin embargo, no se llevan a cabo labores culturales imprescindibles como el abonado, y control de plagas y enfermedades (Álvarez *et al.*, 2018).

Cuadro 22. Consumos Intermedios de 5 árboles multipropósito UPF categoría II.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Poda de árboles			
2. Transporte y almacenamiento			
2.1. Mano de obra		150	
2.2. Flete			500
<b>Total (\$)</b>		<b>300</b>	<b>500</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 23. Consumos Intermedios de 100 magueyes UPF categoría II.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Labores culturales para maguey			
1.1. Despenque		150	
1.2. Deshije		150	
<b>Total (\$)</b>		<b>300</b>	

Fuente: Elaboración propia.

## Valor agregado

En el Cuadro 25 se muestra que el VAB del maíz es de \$1,910 ha<sup>-1</sup>, seguido de \$6,000 aportados por 100 plantas de magueyes y \$500 por leña obtenida de 5 árboles multipropósito.

Cuadro 24. Valor Agregado Bruto ha<sup>-1</sup> de la UPF categoría II.

Subsistema	Producto Bruto (\$)	Consumos Intermedios (\$)	Valor Agregado Bruto (\$)
Maíz	12,040	10,130	1,910
Maguey	6,000	0	6,000
Árboles	500	0	500
<b>Total (\$)</b>	<b>18,540</b>	<b>10,130</b>	<b>8,410</b>

Fuente: Elaboración propia.

La depreciación total es de \$933.33. En el Cuadro 26 se muestra que el VAN obtenido para el monocultivo de maíz es de \$1,660 ha<sup>-1</sup>, que multiplicado por las 8 ha que tiene da un total de \$13,280. De las 100 plantas de maguey obtiene un VAN de \$5,466.67 y de los 5 árboles multipropósito \$350, lo que en total suman un VAN de \$19,096.70.

Cuadro 25. Valor Agregado Neto de la UPF categoría II.

Cultivo o asociación	Valor Agregado Bruto (\$)	Depreciación anual (\$)	Valor Agregado Neto (\$ ha <sup>-1</sup> )	Superficie (ha)	Valor Agregado Neto (\$)
Maíz	1,910	250.00	1660	8	13,280.00
Maguey	6,000	533.33	5,466.70	100 plantas	5,466.67
Árboles	500	150.00	350	5 árboles	350.00
<b>Total (\$)</b>	<b>8,410</b>	<b>933.33</b>	<b>7,476.70</b>		<b>19,096.70</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Ingreso Familiar Total y valor del jornal familiar

Con el VAN de 8 ha de monocultivo de maíz apoyadas por programas gubernamentales, 100 plantas de maguey y 5 árboles multipropósito se obtiene un IFT de \$22,596.67 (Cuadro 27).

Cuadro 26. Ingreso familiar total de la UPF categoría II.

Valor agregado neto (\$)	Alquiler de fletes y transporte de productos (\$)	Ingreso agroforestal (\$)	Ingreso apoyos del gobierno (\$)	Ingreso familiar Total (\$)
19,096.67	4,500	14,596.67	8,000	22,596.67

Fuente: Elaboración propia.

El valor del jornal familiar (Cuadro 28) resulta al dividir el IFT entre el número total de jornales y es igual a \$332.30 jornal<sup>-1</sup>, superior a los \$150 que cobra en promedio un jornal en la región.

Cuadro 27. Valor del jornal familiar de la UPF categoría II.

Ingreso Familiar Total (\$)	Jornales	Valor del jornal familiar (\$ jornal <sup>-1</sup> )
22,596.67	68	332.30

Fuente: Elaboración propia.

### Nivel de Reproducción Social

En la Figura 14 se muestra que el ingreso familiar total (IFT) que es de \$22,586.67 está por debajo de los valores de las líneas de pobreza, incluso del salario mínimo (SM), correspondiendo a los resultados que obtuvieron Sánchez y Romero (2017), mostrando que productores de Tlaxcala con el sistema milpa tradicional, maíz en monocultivo se encuentran por debajo de estas líneas.

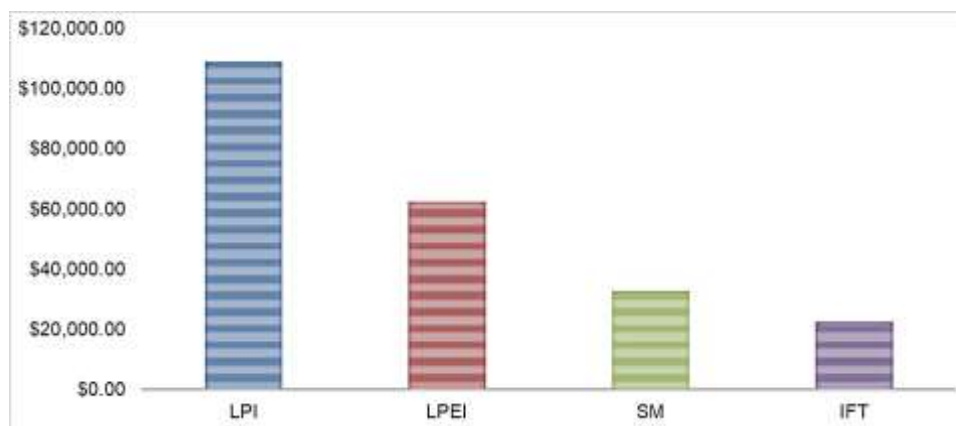


Figura 14. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría II.

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.5. Cálculo de indicadores económicos para las UPF categoría III

##### Producto Bruto

El Cuadro 29 muestra que el PB de la asociación maíz-frijol-calabaza es de \$36,310 ha<sup>-1</sup>, de los cuales el cultivo que tiene mayor aporte es el de frijol, seguido por la calabaza para pepita y por último el maíz.

Productos	Rendimiento (Kg)	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)	Total (\$)
<b>Maíz</b>	<b>1,200</b>			<b>6,970</b>
Semilla	20	8	160	
Autoconsumo	1,000	6	6,000	
Venta	180	4.5	810	
<b>Frijol</b>	<b>540</b>			<b>17,200</b>
Semilla	10	40	400	
Autoconsumo	480	35	16,800	
Venta	50	35	1,750	
<b>Calabaza (pepita)</b>	<b>150</b>			<b>12,140</b>
Semilla	2	100	200	
Autoconsumo	5	90	500	
Venta	143	80	11,440	
			<b>Total (\$)</b>	<b>36,310</b>

De la producción obtenida en el monocultivo de haba aparta la semilla para el siguiente año, una pequeña parte la consume y el resto lo vende, de esta manera obtiene un PB de \$12,375 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 30). Al igual que el haba, lo que obtiene de ayocote lo separa en semilla, autoconsumo y venta, dándole prioridad a la venta. Su rendimiento es de 520 Kg ha<sup>-1</sup>, de los cuales obtiene \$10,125 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 31). Además de la asociación y los monocultivos, en sus 4 ha aprovecha 25 árboles de uso múltiple mediante podas para la obtención de leña, generando un PB de \$1,000 (Cuadro 32).

Productos	Rendimiento (Kg)	Precio unitario (\$)	Producto Bruto (\$)
<b>Haba en grano</b>	<b>600</b>		
Semilla	20	30	600
Autoconsumo	35	25	875
Venta	545	20	10,900
		<b>Total (\$)</b>	<b>12,375</b>

<b>Productos</b>	<b>Rendimiento (Kg)</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Producto Bruto (\$)</b>
<b>Ayocote</b>	<b>520</b>		
Semilla	15	20	300
Autoconsumo	55	15	825
Venta	450	20	9,000
		<b>Total (\$)</b>	<b>10,125</b>

Cuadro 28. Producto Bruto de 25 árboles de uso múltiple UPF categoría III.

<b>Productos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Producto Bruto (\$)</b>
<b>Árboles</b>				
Leña	Cargas	50	20	1,000
			<b>Total (\$)</b>	<b>1,000</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Consumos Intermedios

Utiliza maquinaria agrícola en el picado de zacate. No utiliza ningún tipo de producto convencional como fertilizante, herbicida o plaguicida, en su lugar emplea el bocashi, una mezcla foliar y el control manual de arvenses. Los CI para esta asociación son de \$11,360 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 33).

Cuadro 29. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> de la asociación maíz-frijol-calabaza UPF categoría III.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	2,400		
2. Siembra	1,360	750	
3. Abonado	4,500	300	
4. Primera labor	600	450	
5. Segunda labor	600	450	
6. Control de arvenses		600	
7. Aplicación de foliar	1,000	300	
8. Cosecha y limpieza de frijol		1,200	
9.1. Transporte y almacenamiento		150	350
10. Cosecha Calabaza		1,200	
11. Transporte y almacenamiento		150	350
12. Extracción de semilla de		1,950	

calabaza, lavado y secado			
13. Cosecha maíz	900	2,400	
14. Transporte y almacenamiento		150	350
<b>Total (\$)</b>	<b>11,360</b>	<b>10,050</b>	<b>1,050</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los monocultivos de haba y de ayocote presentan CI de \$1,300 ha<sup>-1</sup> y \$1,000 ha<sup>-1</sup> respectivamente (Cuadros 34 y 35). En comparación con la asociación, estos monocultivos requieren sólo de yunta y mano de obra e insumos caseros. Sólo ocupa como CI combustible para la motosierra con la que poda los 25 árboles (Cuadro 36).

Cuadro 30. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> del monocultivo de haba UPF categoría III.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	2,400		
2. Siembra	1,200	600	
3. Abonado	4,500	300	
4. Primera labor	600	450	
5. Segunda labor	600	450	
6. Control de arvenses		600	
7. Aplicación de foliares	1,000	300	
8. Cosecha Haba		600	
9. Transporte y almacenamiento		150	350
<b>Total (\$)</b>	<b>10,300</b>	<b>3,450</b>	<b>350</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 31. Consumos Intermedios ha<sup>-1</sup> del monocultivo de ayocote UPF categoría III.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Preparación del terreno	2,400		
2. Siembra	900	600	
3. Abonado	4,500	300	
4. Primera labor	600	450	
5. Segunda labor	600	450	
6. Control de arvenses		600	

7. Aplicación de foliares	1,000	300	
8. Cosecha Haba		600	
9. Transporte y almacenamiento		150	350
<b>Total (\$)</b>	<b>10,000</b>	<b>3,450</b>	<b>350</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 32. Consumos Intermedios de 25 árboles multipropósito UPF categoría III.

<b>Actividad</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Mano de obra (\$)</b>	<b>Transporte de productos (\$)</b>
1. Poda de árboles	60	150	350
2. Limpieza y deshierbe de árboles		300	
<b>Total (\$)</b>	<b>60</b>	<b>450</b>	<b>350</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Valor Agregado

En el Cuadro 37 se aprecia que el VAB total es de \$29,090, del cual la asociación maíz-frijol-calabaza tiene la mayor contribución, seguido del monocultivo de haba, los árboles multipropósito y al final el monocultivo de ayocote.

Cuadro 33. Valor Agregado Bruto ha<sup>-1</sup> de la UPF categoría III.

<b>Subsistema</b>	<b>Producto Bruto (\$)</b>	<b>Consumos Intermedios (\$)</b>	<b>Valor Agregado Bruto (\$)</b>
Asociación maíz-frijol-calabaza	36,310	11,360	24,950
Haba	12,375	10,300	2,075
Ayocote	10,125	10,000	125
Árboles	1,000	60	940
<b>Total (\$)</b>	<b>59,810.00</b>	<b>31,720</b>	<b>28,090</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se ha realizado la inversión de \$2,968 para comprar la herramienta y equipo utilizada en sus actividades, con una depreciación de \$796.17. El VAN que contempla las 3 ha de asociación maíz-frijol-calabaza, 1 ha de los monocultivos de haba y ayocote, y la leña obtenida de los 25 árboles multipropósito da un total de

\$75,743.83, siendo la asociación de cultivos la que más aporte tiene y el ayocote el cultivo con un aporte casi nulo (Cuadro 38).

Cuadro 34. Valor Agregado Neto de la UPF categoría III.

Cultivo o asociación	Valor Agregado Bruto (\$)	Depreciación anual (\$)	Valor Agregado Neto (\$ ha <sup>-1</sup> )	Superficie (ha)	Valor Agregado Neto (\$)
Maíz-frijol-calabaza	24,950.00	216.67	24,733.3	3.00	74,200.00
Haba	2,075.00	83.33	1,991.7	0.50	995.83
Ayocote	125.00	83.33	41.7	0.50	20.83
Árboles	940.00	412.83	527.2	25 plantas	527.17
<b>Total (\$)</b>	<b>28,090</b>	<b>796.17</b>	<b>27,293.83</b>		<b>75,743.83</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Ingreso Familiar Total y valor del jornal familiar

Descontando el costo de transporte de productos y sumando el apoyo por programas gubernamentales esta UPF genera un IFT de \$80,893.83 (Cuadro 39).

Cuadro 35. Ingreso Familiar total de la UPF categoría III.

Valor agregado neto (\$)	Alquiler de fletes y transporte de productos (\$)	Ingreso agroforestal (\$)	Ingreso apoyos del gobierno (\$)	Ingreso Familiar Total (\$)
75,743.83	3,850.00	71,893.83	9,000	80,893.83

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el Cuadro 40, al dividir el IFT entre el número total de jornales, el valor del jornal familiar es de \$356.36, lo que equivale a más del doble de lo que se paga por un jornal en la región.

Cuadro 36. Valor del jornal familiar de la UPF categoría III.

Ingreso Familiar Total (\$)	Jornales	Valor del jornal familiar (\$ jornal <sup>-1</sup> )
80,893.83	227	356.36

Fuente: Elaboración propia.

### Nivel de reproducción social

En la Figura 15 se muestra que el IFT es de \$80,893.83, superando el valor del SM y también de la LPEI. Esto indica que la UPF puede cubrir las necesidades de

la canasta alimentaria y que los ingresos que obtiene son casi el triple del SM. Estos resultados se pueden explicar con lo que dicen Damián *et al.* (2013), quienes consideran que la mayor productividad de los productores agroecológicos se deba a las prácticas e innovaciones que utilizaron en el manejo de cultivos, adecuadas a los ambientes adversos, por lo que la asociación de cultivos articula varios componentes del agroecosistema crea sinergias que potencian el rendimiento de los recursos naturales.

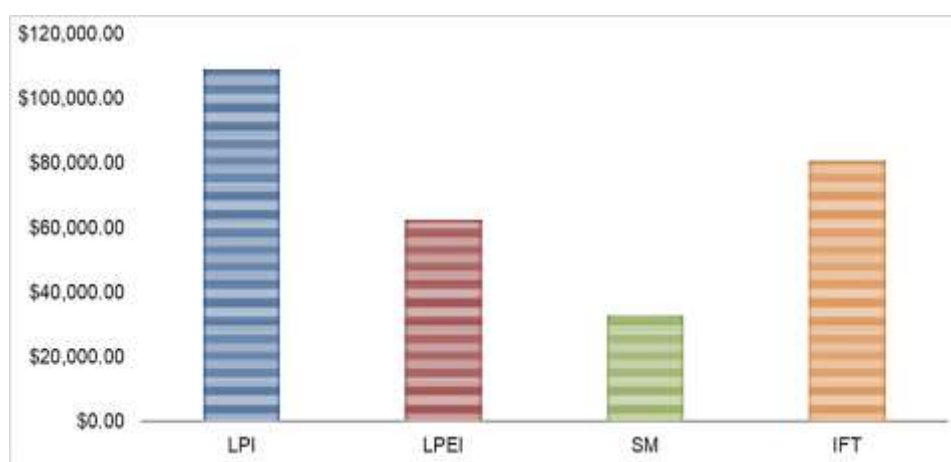


Figura 15. Nivel de Reproducción Social de la UPF categoría III.  
Fuente: Elaboración propia.

## 5.5. Conclusiones

Sólo una de las categorías de UPF se encuentra por encima de los valores del SM y las líneas de bienestar, por lo que se recomienda realizar nuevamente la evaluación socioeconómica cuando el componente leñoso sea aprovechado en su totalidad, debido a que en dos de las categorías las especies leñosas no han sido aprovechadas en su totalidad, ya sea por falta de asesoría respecto a su manejo o porque aún no se encuentran en una etapa de aprovechamiento adecuada. Por otra parte, y a pesar de que los resultados de la evaluación no mostraran rentabilidad en dos de las categorías, el desarrollo de este proceso mostró la visión que tiene el productor de las actividades agroforestales, su proceso de

organización, la apropiación o rechazo de tecnologías, métodos y herramientas, así como el arraigo cultural a sistemas productivos tradicionales.

Es necesario que se realicen procesos de reforestación de los bordos con especies arbóreas de usos múltiples, que se adapten a las condiciones de la región, además de capacitación respecto al manejo de dichas especies, incluyendo temas como propagación, podas, injertos, control de plagas y enfermedades, y si se consideran resultados a largo plazo, el procesamiento de los productos obtenidos ya sea de especies maderables, frutales o del maguey, con la finalidad de dar opciones de diversificación y aumentar los ingresos económicos que perciben del sistema agroforestal con metepantle.

### **5.1. Literatura citada**

Álvarez-Duarte, M., García-Moya, E., Suárez-Espinosa, J., Luna-Cavazos, M., & Rodríguez-Acosta, M. (2018). Conocimiento tradicional, cultivo y aprovechamiento del maguey pulquero en los municipios de Puebla y Tlaxcala. *Polibotánica* (45), 205-222. doi:10.18387/polibotanica.45.15

Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. Quito-Ecuador: CAMAREN.

CONEVAL. (septiembre de 2021). coneval.org.mx. Recuperado el 11 de octubre de 2021, de coneval.org.mx: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-Pobreza-por-Ingresos.aspx>

Cruz Aguilar, R., Leos Rodríguez, J. A., Uribe Gómez, M., & Rendón Medel, R. (2016). Evaluación financiera y socioeconómica del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en Tlapacoyan. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (16), 3287-3299. doi:10.29312/remexca.v0i16.397

Damián Huato, M. Á., Cruz León, A., Romero Arenas, O., Juárez Ramón, D., Damián Jiménez, C. E., & Osório Vázquez, I. (2013). Manejo tradicional de maíz, cambio climático y fechas de siembra de productores de Tlaxcala, México. *Ciencias agrícolas informa*, 22(1), 30-43.

Duarte Silveira, N. (2005). Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole: manuel d'expertise*. (KARTHALA, Ed.)
- INEGI. (2009). inegi.org.mx. Recuperado el 06 de diciembre de 2020, de inegi.org.mx:  
[http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/29/29012.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/29/29012.pdf)
- Lima, J. (22 de abril de 2018). elsoldetlaxcala.com.mx. Obtenido de elsoldetlaxcala.com.mx: <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/con-erosion-el-90.7-de-la-superficie-estatal-1632330.html>
- López Portillo, J. (2010). *Manual de sistemas agroforestales para el desarrollo rural sostenible*. San Lorenzo, Paraguay: Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del Japón.
- Magdaleno Miranda, L., García Moya, E., Valdéz-Hernández, J. I., & de la Cruz Isidro, V. (2005). Evaluación del sistema agroforestal "árboles en terrenos de cultivo", en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3), 203212.
- Martín-Crespo Blanco, C., & Salamanca Castro, A. B. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación* (27).
- Mazoyer, M., & Roudart, L. (1997). *Histoire des agricultures du monde: Du néolithique à la crise contemporaine*. Paris: Editions du Seuil.
- Moran Moreno, B., Herrera, A., & López Benavides, K. (2014). Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense. *Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*, 3(11), 13-26.
- Nair, P. K. (1993). Section V. Design and evaluation of agroforestry systems. In P. K. Nair, *An Introduction to Agroforestry* (pp. 347-438). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers-ICRAF.
- Pérez Sánchez, J. M. (2012). Terrazas y metepantles: Manejo de tierra y agua en una comunidad del Altiplano Mexicano. *Perspectivas Latinoamericanas* (9), 99-111.
- Pérez Sánchez, J. M., Moctezuma Pérez, S., Sales Colín, J., Reyes Montes, L., & Juan Pérez, J. I. (2017). Manejo del suelo en la agricultura tradicional de laderas en Tlaxcala y el Valle de Toluca, México. En F. Carreño Meléndez, C. Rodríguez Soto, & J. A. Castellanos Suárez, *Patrimonio biocultural. Experiencias integradoras* (Primera ed., págs. 79-100). Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

- Regalado-López, J. C.-A., Pérez-Ramírez, N., Méndez-Espinoza, J. A., & Hernández-Romero, E. (2020). Modelo asociativo y de organización para transferir la tecnología milpa intercalada en árboles frutales (MIAF). *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(56). doi:<https://dx.doi.org/10.24836/es.v30i56.983>
- Sánchez Morales, P. P. (2017). La productividad del sistema maíz en monocultivo y la milpa tradicional. En P. R. Sánchez Morales, *El sistema milpa y la producción de Maíz en la agricultura campesina e indígena de Tlaxcala* (Primera ed., págs. 67-84). Puebla: EyC/BUAP.
- Sánchez Morales, P., & Romero Arenas, O. (2017). La equidad y autodependencia entre los productores maiceros de Tlaxcala. En P. R. Sánchez Morales, *El sistema milpa y la producción de maíz en la agricultura campesina e indígena de Tlaxcala* (Primera ed., págs. 109-124). Puebla: EyC/BUAP.
- SIAP. (2020). [infosiap.siap.gob.mx](http://infosiap.siap.gob.mx). Recuperado el 17 de noviembre de 2021, de [infosiap.siap.gob.mx](http://infosiap.siap.gob.mx): <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Torres Figueredo, O. A., & de Andrade Miguel, L. (2009). Caracterización de la agricultura familiar en el departamento de San Pedro, región Oriental del Paraguay. *Población y desarrollo* (37), 9-28.
- Villavicencio-Enríquez, L. (2013). Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México. *Revista Chapingo*, 19(1), 676-80. doi:10.5154/r.rchscfa.2010.08.051