



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



**ANÁLISIS FUNCIONAL DE *Alnus acuminata* H.B.K. COMO ÁRBOL
MULTIPROPÓSITO Y OPCIONES AGROFORESTALES EN TAXCO,
PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

PRESENTA

HELIBERTO SEGURA SANTOS

DIRECTOR DE TESIS

M.C. RAÚL FIDEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

**ANÁLISIS FUNCIONAL DE *Alnus acuminata* H.B.K. COMO ÁRBOL
MULTIPROPÓSITO Y OPCIONES AGROFORESTALES EN TAXCO,
PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

PRESENTA

HELIBERTO SEGURA SANTOS

DIRECTOR DE TESIS

M.C. RAÚL FIDEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

ASESORES

M.C. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ ARCHUNDIA

M.C. IGNACIO VÁZQUEZ MARTÍNEZ

M.C. JOSÉ NELSON MONTOYA TOLEDO

M.C. FABIÁN ENRÍQUEZ GARCÍA

Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.

La presente tesis titulada **Análisis funcional de *Alnus acuminata* H.B.K. como árbol multipropósito y opciones agroforestales en Taxco, Puebla** y realizada por **Heliberto Segura Santos** ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

Consejo Particular integrado por:


Firma

Director: M.C. Raúl Fidel Sánchez Hernández



Asesor: M.C. Francisco Javier Hernández Archundia





Asesor: M.C. Ignacio Vázquez Martínez

Asesor: M.C. José Nelson Montoya Toledo



Asesor: M.C. Fabián Enríquez García



Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **Manejo y Conservación de Biosistemas** y de la Línea de Investigación: **Diseño y Manejo de Biosistemas**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A mis padres, Mariana Santos Guevara y Romualdo Segura López, por darme la vida, por ser los pilares y acompañarme en este camino, por su incansable y constante lucha, trabajo, dedicación y sacrificios para darme la mejor herencia, este triunfo es de ustedes.

A mis hermanos, Ignacia, Emilio, Juana, Rosa, Guillermina, Germaín y Miguel Ángel, por ser mis amigos de toda la vida, por su incondicional apoyo y motivación día a día para llegar a las metas propuestas.

A mis pequeños sobrinos, Johana, Yael Josafat, y los pequeños gemelos, por llenar de alegría nuestro hogar, y por que este logro sea motivo de inspiración para su futuro.

A mis abuelos, Margarita †, Miguel †, Marcelina y Rafael, por inculcar en mis padres el valor del trabajo y el respeto, los cuales me han impulsado y enseñado lecciones de vida.

A mis amigos y compañeros de carrera, Laura, Pascual, Teresa, Luis Alberto, Adriana y Lupita, por su amistad, empatía y apoyo constante durante este trayecto.

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado.
Un esfuerzo total es una victoria completa”*

Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar e iluminar mi camino, por ayudarme en tiempos difíciles y sobre todo por llevarme en el camino del bien.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por representar a mi *Alma Mater*, permitirme ser parte de esta comunidad universitaria y forjar en mí los conocimientos adquiridos.

A mi familia, Padres y Hermanos, por su incondicional y constante apoyo, por ser los pilares para la realización de mi vida profesional.

Al M.C. Francisco Javier Hernández Archundia, por los conocimientos impartidos, su seguimiento constante en la elaboración de este proyecto de investigación, por su amistad y empatía durante este transcurso profesional.

Al M.C. Raúl Fidel Sánchez Hernández, Director de esta tesis, por sus observaciones, seguimiento y atinadas correcciones en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al M.C. Ignacio Vázquez Martínez, por inducir al aprendizaje, por sus efectivas observaciones en la realización de este trabajo, y sobre todo por su amistad y sabios consejos.

A mis asesores, M.C. Nelson Montoya Toledo y M.C. Fabián Enríquez García, por su apoyo y seguimiento y relevantes observaciones para la culminación de este proyecto.

A mi compadre, Mtro. Romano Hernández Ramírez, por su constante apoyo y sabios consejos durante este proceso profesional.

A mis amigos, Adriana, Karina, Luis Alberto, Emmanuel, Hugo y Gerardo, por aportar su granito de arena en la realización de esta investigación.

*“La fuerza no proviene de la capacidad física, sino de la voluntad
índomable”*

Indira Gandhi

Con orgullo,
admiración y respeto,
a mis Padres.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Agroforestería	5
4.1.1. Historia de la Agroforestería.....	5
4.1.2. Definición de Agroforestería.....	6
4.1.3. Principios de Agroforestería	8
4.1.3.1. Productividad.....	8
4.1.3.2. Sostenibilidad	9
4.1.3.3. Adoptabilidad	9
4.1.4. Componentes de la Agroforestería.....	10
4.1.5. Clasificación de sistemas agroforestales	11
4.1.5.1. Clasificación estructural de sistemas.....	12
4.2. Árboles de uso múltiple	14
4.3. Descripción del ilite (<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.).....	16
4.3.1. Nombres comunes	16
4.3.2. Taxonomía.....	16
4.3.3. Distribución geográfica y ecológica.....	17
4.3.4. Descripción botánica.....	17
4.4. Usos y servicios	19
4.5. El ilite (<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.) en sistemas agroforestales.....	20

V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Localización del área de estudio	22
5.2. Diagnóstico y Diseño (D&D)	23
5.2.1. Pre-diagnóstico.....	23
5.2.2. Determinación del tamaño de la muestra a estudiar.....	24
5.2.3. Recopilación de información	24
5.2.4. Diagnóstico.....	25
5.3. Contribución socioeconómica del ilite.....	26
5.4. Evaluación del ilite como árbol de uso múltiple.....	26
5.5. Análisis de restricciones y potenciales del sistema de uso de la tierra	28
5.6. Análisis de tecnologías agroforestales potenciales	28
5.7. Indicadores financieros sobre la tecnología agroforestal propuesta basada en <i>A. acuminata</i>	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1. Prediagnóstico.....	30
6.1.1. Clima	30
6.1.2. Suelo.....	30
6.1.3. Flora y fauna.....	31
6.1.4. Actividades económicas	31
6.2. Determinación del tamaño de la muestra a estudiar	32
6.3. Diagnóstico	33
6.3.1. Título del sistema o unidad de producción.....	33
6.3.2. Características ecológicas	33
6.3.3. Características socioeconómicas	35
6.3.4. Uso de la tierra	37
6.3.5. Recursos y servicios del SUT.....	41
6.4. Contribución socioeconómica del ilite.....	42
6.5. Evaluación del ilite como árbol de uso múltiple en base a usos y atributos.....	43
6.6. Análisis de restricciones y potenciales del sistema de uso de la tierra	54
6.7. Diseño de tecnologías agroforestales.....	55
6.7.1. Análisis de tecnologías agroforestales potenciales	55

6.7.2. Tecnología agroforestal propuesta	55
6.7.3. Objetivos de las funciones a cumplir por la tecnología	56
6.7.4. Componentes y requerimientos de recursos de la tecnología.	58
6.8. Indicadores financieros sobre la tecnología agroforestal propuesta basada en <i>A. acuminata</i>	60
VII. CONCLUSIONES	62
VIII. LITERATURA CITADA	64
IX. ANEXOS	74

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Clasificación de los sistemas agroforestales en base a su estructura (adaptado de Torquebiau, 1993; Nair, 1997).....	13
Cuadro 2. Atributos de los árboles de uso múltiple en relación con las funciones de producción y servicio (von Carlowitz, (1986), tomado de Wood y Burley (1991b) y adaptado para las condiciones locales.....	27
Cuadro 3. Principales usos identificados en Taxco, Tetela de O. para las especies forestales.....	40
Cuadro 4. Distribución de costos-beneficios del sistema milpa con árboles en contorno.....	60
Cuadro 5. Indicadores económicos que proyecta la tecnología agroforestal propuesta.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Principales interacciones ecológicas en un sistema agroforestal (Torquebiau, 1993).....	10
Figura 2. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en la naturaleza de componentes (Nair, 1997).....	12
Figura 3. Beneficios de producción, servicio y socioeconómicos de los árboles de uso múltiple (Wood y Burley, 1991a).....	15
Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio.....	22
Figura 5. Distribución de familias entrevistadas en Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla.....	32
Figura 6. Bosque mesófilo de montaña característico de la comunidad de Taxco.....	34
Figura 7. Distribución de escolaridad de productores según rangos de edad.....	36
Figura 8. Práctica de labranza (primera labor) en milpa con dos meses de desarrollo.....	38
Figura 9. Tipo de mano de obra utilizada por actividad agrícola.....	39
Figura 10. Superficie destinada por actividad primaria.....	41
Figura 11. Ilite maduro de 15 metros de altura, ideal para su aprovechamiento para artesanías.....	43
Figura 12. Tronco de <i>A. acuminata</i> recto y liso con características ideales para artesanías.....	44
Figura 13. Copa amplia y densa de un ilite adulto.....	44
Figura 14. Nódulos fijadores de nitrógeno en raíces de individuo de <i>A. acuminata</i>	45
Figura 15. Proceso de transformación de artesanal, en la imagen un artesano en la elaboración de cucharas.....	46
Figura 16. Artesanías de madera de ilite (molinillos, machacadores, baleros, cucharas, trompos.....	47
Figura 17. Leña de <i>A. acuminata</i> para combustible como recurso dendroenergético.....	47

Figura 18. Astilla residual de proceso artesanal utilizada como combustible doméstico.....	48
Figura 19. Incorporación de residuos de ilite a parcela agrícola.....	48
Figura 20. Uso de viruta de <i>A. acuminata</i> como sustrato para el cultivo de Setas.....	49
Figura 21. Incorporación de viruta de ilite como acolchado y abono orgánico en café.....	49
Figura 22. Postes de <i>A. acuminata</i> para construcción de cercos.....	50
Figura 23. Uso del ilite como sombra en el cultivo de café.....	50
Figura 24. Árboles de <i>A. acuminata</i> en lindero a la orilla de una parcela agrícola.....	51
Figura 25. Brinzales de ilite en parcela con milpa, fungiendo como tutoreo para el frijol	51
Figura 26. Individuo de ilite con presencia de bromelias, helechos y musgos.....	52
Figura 27. Regeneración natural de ilite en parcela agrícola abandonada.....	52
Figura 28. Agostadero abandonado con alta densidad de regeneración.....	53
Figura 29. Revegetación de talud de carretera con ilite en Taxco, Tetela de O.....	53
Figura 30. Prevalencia de nódulos en asociación simbiótica con actinomicetos en raíces de <i>A. acuminata</i>	54
Figura 31. Arreglo horizontal de los componentes A) ilite B) maíz C) Frijol, para la tecnología propuesta.....	57
Figura 32. Arreglo vertical de los componentes A) ilite B) maíz C) Frijol D) cucurbitáceas y cultivos de cobertura.....	57
Figura 33. Interacciones ecológicas y económicas de la tecnología.....	59

ANÁLISIS FUNCIONAL DE *Alnus acuminata* H.B.K. COMO ÁRBOL MULTIPROPÓSITO Y OPCIONES AGROFORESTALES EN TAXCO, PUEBLA

RESUMEN

La Agroforestería es una ciencia multidisciplinaria que se enfoca al aprovechamiento sostenible de ecosistemas, y aplicada para el uso integral de la tierra y el desarrollo rural; basada en el uso de árboles multipropósito dentro de los sistemas de producción. El ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.) se reporta como árbol multipropósito por los diversos usos y servicios que provee. El objetivo de la presente investigación fue analizar las funciones de producción y servicio del ilite, a través de la identificación de usos, contribución económica, servicios ecológicos, y su evaluación como árbol multipropósito para el diseño de tecnologías agroforestales, realizada en Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla. Se utilizó la metodología Diagnóstico y Diseño (D&D), desarrollada por el ICRAF, especializada para el diagnóstico de recursos, diseño y evaluación de sistemas agroforestales. Se encontró en la comunidad de estudio, que más de quince usos y servicios ecológicos se le atribuyen al ilite, destacan artesanías, combustible, materia orgánica, sombra para cultivos, revegetación de terrenos perturbados, restauración de la fertilidad del suelo, entre otros. Es de importancia económica para las familias, más del 75% de la población depende económicamente de la actividad artesanal, aportando 90% de los ingresos. La implementación de una tecnología agroforestal de milpa con árboles de ilite en contorno, incrementa los beneficios económicos proyectados a mediano plazo, con una VAN de \$1,192, TIR de 15.33% y B/C de 1.2; aunando los servicios ecológicos que facilita. Se concluye que el ilite es un árbol de uso múltiple de importancia socioeconómica y ecológica para la comunidad de estudio, y resulta ser de carácter relevante, una especie promisoría para el diseño de sistemas agroforestales sostenibles para mejorar las condiciones de vida de las familias indígenas.

Palabras clave: *Alnus acuminata*, agroforestería, árbol multiusos, sistemas agroforestales, sostenibilidad

**FUNCTIONAL ANALYSIS OF *Alnus acuminata* H.B.K. AS MULTIPURPOSE TREE
AND AGROFORESTRY OPTIONS IN TAXCO, PUEBLA**

ABSTRACT

Agroforestry is a multidisciplinary science that focuses on sustainable use of ecosystems, and applied for integrated land use and rural development; based on the use of multipurpose trees in production systems. The ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.) is reported as multipurpose tree by the diverse uses and services it provides. The objective of this research was to analyze the functions of production and service of ilite, through of the identification of uses, economic contribution, environmental services, and their evaluation as multipurpose tree to design agroforestry technologies, performed in Taxco, Tetela of Ocampo, Puebla. Were applied the Diagnosis and Design methodology (D & D), published by ICRAF, specialized to resources diagnose, design and evaluation of agroforestry systems. It was found in the community of study, more than fifteen uses and ecological services are attributed to ilite, highlighting crafts, fuel, organic material, shade for crops, re-vegetation of disturbed land, and restoration of soil fertility, among others. It is of economically important for families, more than 75% of the population depends economically of the handcraft activity, contributing with 90% of revenue. The implementation of the agroforestry technology of cornfield with ilite trees in contour lines, increasing the economic benefits projected to medium-term, with an NPV of \$1,192, IRR 15.33% and B / C 1.2; adding the ecological services provided. Was concluded that the ilite is a multipurpose tree of socio-economic and ecological importance for the community of study, and is relevant character, is a promise specie for the design of sustainable agroforestry systems to improve the living conditions of indigenous families.

Keywords: *Alnus acuminata*, agroforestry, multipurpose tree, agroforestry systems, sustainability

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales puede contribuir notablemente al bienestar social y económico, especialmente en las áreas rurales, por lo que la agroforestería representa una opción viable a través del aprovechamiento adecuado de ecosistemas (Krishnamurthy y Ávila, 1999), con excelente potencial para el desarrollo rural y el uso integral de la tierra (Huxley y Sidney, 1989). El elemento que caracteriza a los sistemas agroforestales son las especies leñosas o perenes (árboles, arbustos, palmas, etc.); su papel principal en los sistemas agroforestales puede ser tanto productivo y protector (Nair, 1984); así como mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados (Farrell y Altieri, 1999). Comúnmente son denominados árboles de uso múltiple y se producen en amplia variedad de sistemas de uso de la tierra (Burley, 1987); deliberadamente mantenidos y administrados por más de un uso, producto o servicio preferido, para obtener beneficios adicionales (Nair, 1993; Krishnamurthy y Ávila, 1999).

En este contexto, el ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.) se ha reportado como árbol de uso múltiple obteniendo diversidad de productos y servicios (CATIE, 1995; Nair, 1997; Jaimes y Mendoza, 2004), por lo que se considera una especie promisoría para sistemas agroforestales (Montiel-Aguirre *et al.*, 2006ab). Es una especie nativa de la Sierra Norte de Puebla (Martínez *et al.*, 2007), representando un componente principal de los bosques mesófilos de montaña (Niembro, 1990; Rzedowski, 2006); vegetación descrita también como selva mediana o baja perennifolia (Miranda y Hernández X., 1963), siendo de alta relevancia ya que alberga gran cantidad de especies endémicas (Cartujano *et al.*, 2002), pero que se encuentra en constante fragmentación debido a las actividades antrópicas (Rzedowski, 1996; Rzedowski, 2006).

La comunidad de Taxco, pertenece al municipio de Tetela de Ocampo, en la Sierra Norte de Puebla; la actividad económica principal es la artesanal, basada en el aprovechamiento de madera de ilite para la elaboración de artesanías como utensilios domésticos y figuras; sin embargo, la explotación de este recurso se hace de manera irracional, ya que no se lleva a cabo un manejo que garantice un aprovechamiento sostenible, fragmentando considerables

extensiones de bosque mesófilo de montaña, vegetación predominante en la comunidad. Por otra parte, el uso de la tierra se basa en la práctica de la agricultura de subsistencia, sin embargo, los rendimientos reportados son muy bajos, lo que nos muestra un problema de degradación y pérdida de la fertilidad de los suelos.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las funciones de producción y servicio del ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.), a través de la identificación de usos, contribución económica y servicios ecológicos, para su evaluación como árbol multipropósito en el diseño de tecnologías agroforestales en la comunidad de Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla; información que será de gran utilidad para la población local, sobre todo por que impactará de manera directa, para dar solución a algunas dificultades productivas que limitan el desarrollo de la comunidad.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar las funciones de producción y servicio del ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.), a través de la identificación de usos, contribución económica y servicios ecológicos, para su evaluación como árbol multipropósito en el diseño de tecnologías agroforestales en la comunidad de Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la multifuncionalidad del ilite a través de la identificación de usos en la comunidad.
- Evaluar la contribución socioeconómica del ilite, a través de la diversidad de beneficios obtenidos para las familias indígenas.
- Proponer tecnologías agroforestales pertinentes socioeconómica y ecológicamente, basadas en el uso del ilite como árbol multipropósito, como opciones productivas sostenibles para la comunidad de Taxco.

III. HIPÓTESIS

El ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.) provee diversos productos y servicios de impacto socioeconómico y ecológico, que le atribuyen la aptitud como árbol multipropósito y flexibilidad para el diseño de tecnologías agroforestales sostenibles como opciones viables para la población en la comunidad de Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Agroforestería

4.1.1. Historia de la Agroforestería

La agroforestería es una práctica que se ha llevado a cabo durante muchos años y desde tiempos muy remotos; se ha basado en la interacción deliberada de un conjunto de plantas y animales en tiempo y espacio. A pesar de tan vieja práctica, la consideramos como una disciplina joven (Torquebiau, 1993; Krishnamurthy y Ávila, 1999); si bien ya existían múltiples prácticas agroforestales, algunas de origen precolombino como los huertos tropicales mixtos y otras tecnologías (Budowski, 1994), los primeros conceptos y definiciones de Agroforestería iniciaron entre 1977 (Krishnamurthy y Ávila, 1999; Nair, 1994).

Uno de los primeros conceptos fue expresado por Bene *et al.* (1977), quienes por primera vez utilizan el término Agroforestería, definiéndolo “como un sistema de manejo sostenible de la tierra para una producción integral, en la combinación de cultivos agrícolas, cultivo de árboles y plantas forestales y/o animales simultánea o secuencialmente, y la aplicación de las prácticas de manejo son compatibles con las prácticas culturales de la población local”.

Este proceso se inició desde la fundación del ICRAF, con el desarrollo de una serie de conceptos y definiciones de la Agroforestería, visto desde varios puntos y debatido por varios autores, sin embargo aun no se ha llegado a un consenso definido sobre el tema (Torquebiau, 1993; Nair, 1994).

A partir de esto, la Agroforestería ha cambiado, a pasar de un concepto tenuemente definido a uno de disciplina integradora que atraviesa los límites auto-establecidos de las disciplinas tradicionales del uso del suelo (Budowski, 1994).

4.1.2. Definición de Agroforestería

La Agroforestería se basa en la silvicultura, la agricultura y la ganadería, el manejo del recurso de la tierra y otras disciplinas que constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra (Krishnamurthy y Ávila, 1999), y como lo menciona Mendieta y Rocha (2007) es reconocida como un sistema productivo, tanto de madera, alimentos y subproductos, al mismo tiempo que conserva y rehabilita los ecosistemas; por lo que una definición que abarque las orientaciones multidisciplinarias, es necesaria para el desarrollo de investigación.

Desde la creación del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) hasta la fecha, se han desarrollado un sinnúmero de investigaciones y trabajos para definir a la Agroforestería como una ciencia, en los que citamos algunos de ellos:

En las primeras definiciones destacan Bene *et al.* (1977) y King y Chandler (1978), mencionan que Agroforestería es un sistema de manejo sostenible de la tierra en el cual hay combinación e incremento de la producción de la tierra, en la combinación de la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente en la misma unidad de tierra, y la aplicación de las prácticas de manejo son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Nair (1984) dice que Agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas y tecnologías de uso de la tierra donde las leñosas perennes son usadas deliberadamente en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, y de misma forma en un arreglo espacial y temporal. En estos sistemas agroforestales existen interacciones ecológicas y económicas entre sus diferentes componentes.

Young (1989) reporta una definición similar a la de Nair (1984), Agroforestería es el nombre colectivo para los sistemas de uso de la tierra en el cual las leñosas perennes (árboles o arbustos) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos o pasturas) y/o animales en arreglo espacial, rotacional o ambos, y en el cual existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los árboles y los otros componentes del sistema

Por su parte Torquebiau (1993) propone que la Agroforestería son los sistemas y prácticas de uso de la tierra donde plantas leñosas perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal, con interacciones ecológicas y económicas positivas entre sus componentes.

Nair (1993) propone otra definición: Agroforestería se refiere al cultivo deliberado de leñosas perennes en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, y en alguna forma en interacción espacial o secuencial, donde debe haber una interacción significativa, ya sea positiva o negativa, entre el arbolado y los otros componentes del sistema, ecológicas y económicas.

Krishnamurthy y Ávila (1999), hicieron una aportación más, la Agroforestería se refiere a una amplia variedad de sistemas de uso de la tierra donde los árboles y arbustos se cultivan en una combinación interactiva con los cultivos y/o animales para múltiples propósitos y se considera como una opción viable para el uso sostenible de la tierra.

Si bien se nota que existe cierta similitud entre los conceptos planteados, sin embargo, algunos de ellos son complementarios, por lo que se plantea una definición mas completa:

“La Agroforestería es el sistema de uso de la tierra, donde las leñosas perennes crecen en combinación con cultivos agrícolas y/o animales, en la mismas unidad de tierra, bajo un arreglo espacial/temporal, en el cual se dan diversas interacciones positivas y negativas tanto socioeconómicas como ecológicas, como opción viable para el uso sostenible de la tierra y compatible con las prácticas culturales de la población local”.

4.1.3. Principios de Agroforestería

Los atributos que caracterizan casi a todos los sistemas agroforestales son la productividad, sostenibilidad y adoptabilidad; esta combinación de metas no es una característica automática de cada sistema agroforestal concebible, pero es de hecho parte de un buen diseño agroforestal, donde la producción medible y los beneficios de la conservación deberían ser por ambos lados (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

4.1.3.1. Productividad

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales, se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra (Farrel y Altieri, 1999).

La productividad, mejorada con la Agroforestería, puede lograrse de varias maneras como lo plantea Nair (1993) y Krishnamurthy y Ávila (1999):

- La diversificación de productos: satisfacer las necesidades básicas humanas como alimento, energía, protección, materias primas e ingresos económicos.
- El desempeño mejorado: incrementan redituabilidad a través del manejo en la diversificación de especies y sus aplicaciones.
- La reducción de insumos externos e incremento en la eficiencia de las labores: la sustitución de insumos externos por elementos que se encuentren dentro del sistema; por ejemplo, sustituir fertilizantes nitrogenados por uso de especies fijadoras de nitrógeno.
- La rehabilitación de tierras degradadas: restauración de suelos degradados por la acción de los árboles, como materia orgánica, fijación de nitrógeno, cinturones de protección, cortinas rompevientos, etc.

4.1.3.2. Sostenibilidad

Nair (1993) y Krishnamurthy y Ávila (1999) mencionan que la Agroforestería tiene la capacidad inherente para contribuir a la sostenibilidad de la familia campesina en cualquier ciclo de cultivo, así como también a largo plazo y en escala mayor, esto basado en la conservación de los recursos base. Considerando los siguientes atributos:

- Control de la erosión del suelo: los árboles en sistemas agroforestales, ayudan a mantener el recurso suelo en su lugar, especialmente en tierras de ladera.
- Restauración de la fertilidad del suelo: la fertilidad del suelo en los sistemas agroforestales puede ser mejorada a través de los árboles, como la fijación de nitrógeno, bombeo de nutrientes, disminución de la erosión, etc.
- Conservación de la biodiversidad: la Agroforestería puede ayudar en este aspecto a través de diversidad de plantas, la imitación de la sucesión natural y la disminución de la deforestación.
- Secuestro de carbono: los sistemas agroforestales pueden funcionar como un banco vivo de carbono a través del secuestro en los diferentes estratos, como arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Esto se consigue a través de la utilización de ecosistemas naturales como modelos al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola (Farrel y Altieri, 1999).

4.1.3.3. Adoptabilidad

La Agroforestería puede proporcionar una solución a los problemas del uso de la tierra, por el enfoque multidisciplinario, amplias opciones y estrategias de manejo de las tecnológicas agroforestales y puede dar solución a las necesidades campesinas, por lo que son de fácil adopción; además de que las nuevas tecnológicas agroforestales que son implementadas, van de acuerdo a las prácticas locales (Nair, 1993; Krishnamurthy y Ávila, 1999).

No obstante, a pesar de que la Agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente

reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales (Farrel y Altieri, 1999).

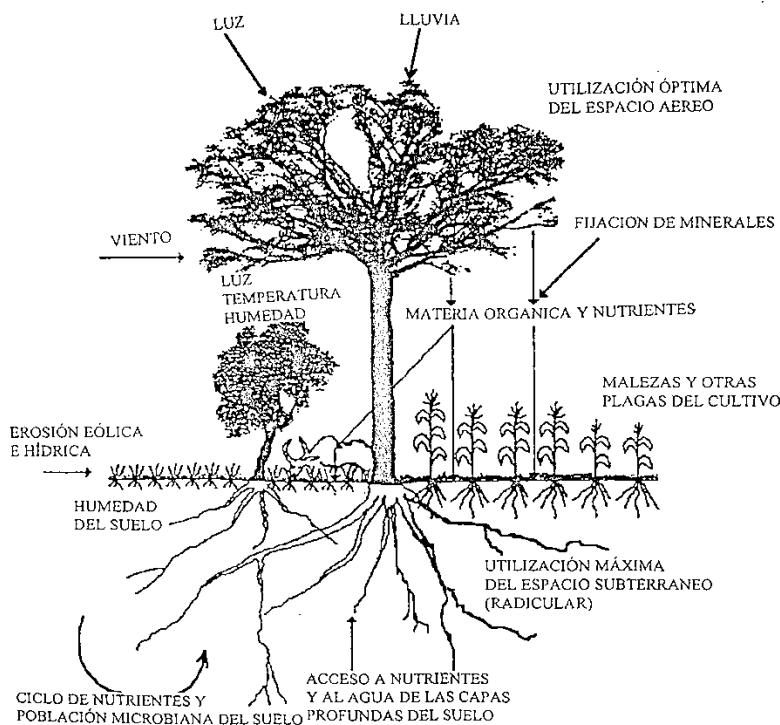


Figura 1. Principales interacciones ecológicas en un sistema agroforestal (Torquebiau, 1993).

4.1.4. Componentes de la Agroforestería

Los componentes de los sistemas agroforestales son tres principalmente: vegetales leñosas perennes, no leñosas y animales (ganado, especies menores, insectos y peces).

Vegetal leñoso perennes o árboles de uso múltiple: Las plantas leñosas, conceptualmente se les conoce a las que poseen lignina (Torquebiau, 1993); sin embargo desde el punto de vista agroforestal, se le conoce así a los árboles y arbustos de uso múltiple con apariencia rígida y cuyo ciclo de vida dentro del sistema es superior a los dos años (Ospina, 2006); no obstante elementos considerados perennes dentro de los sistemas agroforestales como las musáceas, agaváceas y cactáceas, cumplen esa función.

Vegetales no leñosos: Se le llama así a los elementos de estructura herbácea, ciclo de vida corto (anuales o bianuales) y no poseen estructura rígida (cultivos agrícolas, pasturas y hierbas) (Ospina, 2006). Sin embargo, hay ejemplos como el café, que posee apariencia arbustiva, por el manejo agrícola que se le da, se le considera el cultivo agrícola dentro de un sistema agroforestal.

Componente Animal: Dentro de este elemento se consideran las especies a las cuales se le da un manejo zootécnico, entre estas encontramos ganado (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, etc.) especies menores (aves, porcinos, etc.), insectos (abejas, gusano de la seda), especies acuícolas (peces, etc.) y especies cinegéticas.

4.1.5. Clasificación de sistemas agroforestales

Los criterios principales de clasificación de los sistemas agroforestales corresponden a la estructura, función, naturaleza socioeconómica o rango ecológico del sistema. Por lo que pueden ser categorizados de acuerdo a diversos criterios, como lo propone Nair (1997):

- Base estructural: se refiere a la distribución espacial y temporal de los componentes.
- Base funcional: se refiere a la mayor función o papel del sistema (principalmente del componente leñoso).
- Base socioeconómica: referido al nivel de insumos, intensidad o escala de administración y metas comerciales, y,
- Base ecológica: a las condiciones ambientales y adaptabilidad ecológica de los sistemas.

En este apartado, haremos una clasificación basada solo en la clasificación estructural de los sistemas.

4.1.5.1. Clasificación estructural de sistemas

Los principales componentes de los sistemas agroforestales son los árboles o perennes leñosos, herbáceas y animales. Con base en estos aspectos, existe una clasificación a partir de la composición de los sistemas por los elementos presentes, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en la naturaleza de componentes (Nair, 1997).

Krishnamurthy y Ávila (1999), proponen una clasificación por la distribución de los componentes en tiempo y espacio, de la siguiente manera:

- ❖ Arreglo espacial
 - Vertical
 - Monoestrato: con un solo estrato de árboles.
 - Multiestrato: con dos o mas estratos de árboles.
 - Horizontal
 - Zonal
 - Mixta
- ❖ Arreglo temporal
 - Simultaneo
 - Secuencial

En base a estos criterios sobre componentes y su arreglo, se identifican una serie de prácticas agroforestales principales que se enlistan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de los sistemas agroforestales en base a su estructura (adaptado de Torquebiau, 1993; Nair, 1997).

Sistema	Tecnología	Espacio-temporal
Agrosilvícolas	• Barbecho mejorado	Secuencial
	• Taungya	Secuencia
	• Cultivo en callejón	Simultáneo/Zonal
	• Jardines multiestrato	Simultáneo/Mixto
	• AUM en tierras de cultivo	Simultáneo/Mixto
	• Cultivo en plantaciones	Simultáneo/Mixto
	• Huertos caseros	Simultáneo/Mixto
	• Árboles para restauración y recuperación de suelos	Simultáneo/Zonal
	• Cortinas rompevientos	Simultáneo/Zonal
	• Producción de leña	Simultáneo/Zonal
Silvopastoriles	• Árboles en potreros	Simultáneo/Mixto
	• Bancos de proteína	Secuencial/Zonal
	• Cultivo de plantación y pastoreo	Simultáneo/Mixto
Agrosilvopastoriles	• Huertos caseros con animales	Simultáneo/Mixto
	• Bosquetes de usos múltiples	Simultáneo/Mixto
Otros sistemas	• Entomoforestería	
	• Acuaforestería	

4.2. Árboles de uso múltiple

La presencia de árboles como uno de los componentes de la producción es una característica esencial y distintiva de los sistemas agroforestales (Krishnamurthy y Ávila, 1999). Los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados (Farrell y Altieri, 1999).

A todos los árboles y arbustos utilizados en Agroforestería se conocen como especies agroforestales, que formalmente son llamados árboles y arbustos de uso múltiple (AUM); y se producen en amplia variedad de sistemas de uso de la tierra (Burley, 1987); se dice que todos los árboles son de usos múltiples, sin embargo, algunos son de más usos múltiples que otros (Nair, 1997).

Para definir a los árboles y arbustos de uso múltiple, diversos autores han hecho aportaciones conceptuales. Torquebiau (1993) menciona que un árbol de uso múltiple es el que desempeña varias funciones en el sistema agroforestal, ya sea de producción y de servicio.

Por lo que definimos a los árboles de uso múltiple, a aquellos árboles y arbustos que son deliberadamente mantenidos y manejados para más de un uso, producto, y/o servicio preferido, ya sea por cuestiones económicas, como ecológicas (Burley, 1985; Nair, 1997).

Los roles fundamentales de las leñosas perennes (AUM) pueden variar en relación a las necesidades del sistema, como protección y rehabilitación en una masa forestal o proveer de forraje, sombra, fijación de nitrógeno y frutos en un sistema silvopastoril, sin embargo es también de vital importancia recalcar la relevancia socioeconómica de las especies para la población local, ya que las nuevas tecnologías a implementar pueden ser adoptadas o no, por la obtención de beneficios económicos y reducción de la pobreza (Wood y Burley, 1991a).

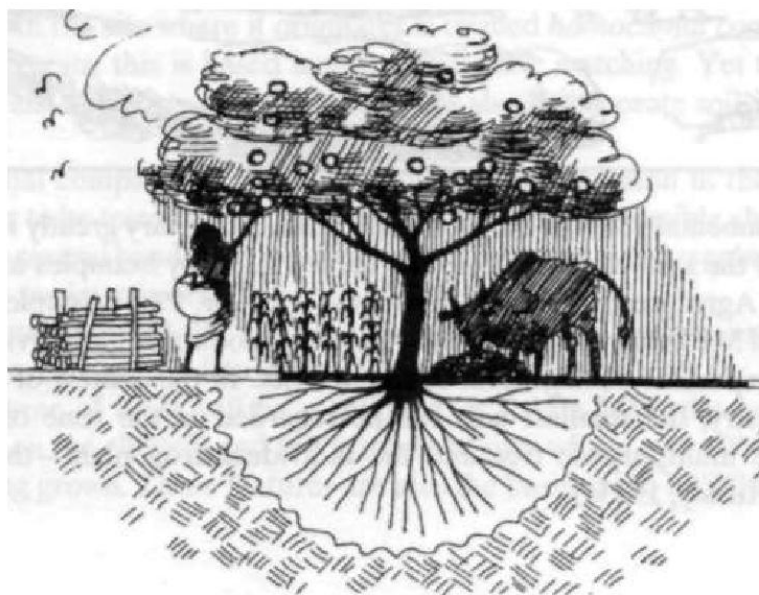


Figura 3. Beneficios de producción, servicio y socioeconómicos de los árboles de uso múltiple (Wood y Burley, 1991a).

Es importante también considerar el origen de las especies consideradas como de uso múltiple, ya sean nativas o exóticas, ya que este aspecto también incide en la adoptabilidad de nuevos sistemas de uso de la tierra (Wood y Burley, 1991a); en este aspecto en México se tiene una amplia riqueza de árboles y arbustos que pueden ser utilizados en programas de reforestación, restauración ecológica y desarrollo de sistemas agroforestales, tolerando variadas formas de manejo y cultivo en uno o más sistemas de uso de la tierra y bajo condiciones edafoclimáticas diversas (Niembro, 2001).

Una de las especies más estudiadas por su alto potencial como árbol de uso múltiple es el *Alnus acuminata* H.B.K., diversos estudios y trabajos se han publicado de esta especie, principalmente en regiones tropicales (Nair, 1993; CATIE, 1995), considerada una especie de alto potencial para emplearla en sistemas agroforestales (Montiel-Aguirre *et al.*, 2006ab).

4.3. Descripción del ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.)

4.3.1. Nombres comunes

La especie *Alnus acuminata* H.B.K tiene diversos nombres comunes en toda su amplia distribución por centro y Sudamérica; entre ellos se le conoce como: aile, ilite, aliso, cerezo, abedul, elite, palo de águila, álamo, palo de olmo, saino, jaúl y yaga-bizie (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Rojas y Torres, 2008; Sánchez *et al.*, 2009), en la Sierra Norte de Puebla se conoce comúnmente como “ilite”.

4.3.2. Taxonomía

Según Sánchez *et al.* (2009) el ilite se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: *Plantae*
 Subreino:...*Tracheobionta*
 División:.....*Magnoliophyta*
 Clase:.....*Magnoliopsida*
 Subclase:.....*Hamamelididae*
 Orden:.....*Fagales*
 Familia:.....*Betulaceae*
 Genero:.....*Alnus*
 Especie:..... *A. acuminata* H.B.K.

De la especie *A. acuminata* se conocen tres subespecies distribuidas en América: *A. acuminata* ssp. *acuminata*, *A. acuminata* ssp. *arguta* y *A. acuminata* ssp. *glabrata* (Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009). Para México se identifican dos subespecies, Carranza y Madrigal (1995) las diferencian de acuerdo a lo siguiente:

- *A. acuminata* ssp. *arguta* (Schlecht) Furlow: hojas ovadas, envés con pubescencia por lo menos en las axilas de las nervaduras principales.
- *A. acuminata* ssp. *glabrata* (Fernald) Furlow: hojas angostamente ovadas o lanceoladas, a veces elípticas, envés glabro a escasamente pubescente.

4.3.3. Distribución geográfica y ecológica

El ilite es una especie originaria de Centroamérica y América del sur, se extiende desde el norte de México hasta el norte de Argentina y los Andes de Perú y Bolivia (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009). Las subespecies distribuidas en Latinoamérica: *A. acuminata* ssp. *acuminata* a través de los Andes, desde el este de Venezuela hasta el noreste de Argentina, *A. acuminata* ssp. *arguta*, en Centroamérica, desde la Sierra Madre en el sur de México hasta el sureste de Panamá, y *A. acuminata* ssp. *glabrata*, en el centro, noreste y sur de México (Ospina *et al.*, 2005).

En México se encuentra principalmente *A. acuminata* ssp. *arguta* (Schlecht) Furlow, que se distribuye en los estados de Sonora, Sinaloa, Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Puebla, México, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Hidalgo y San Luis Potosí (Niembro *et al.*, 2010).

El ilite se le puede encontrar entre los 2000 y 3100 msnm, en zonas de ladera húmeda y arroyos, asociada con bosques de pino, encino y componente importante del bosque mesófilo de montaña (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009). En México, se ha reportado en altitudes desde los 1000 hasta los 2500 msnm, formando parte de los bosques caducifolios, bosques de pino-encino, selvas medianas subperennifolias, vegetación riparia (Niembro *et al.*, 2010), en el estado de Puebla es uno de los componentes principales de los bosques mesófilos de montaña.

4.3.4. Descripción botánica

Fuste

El fuste es recto, presenta crecimiento monoico, alcanza hasta 30 metros de altura, de copa angosta, llega a alcanzar hasta 1 metro de diámetro, con corteza lisa, ligeramente rugosa y escamosa en individuos viejos, con coloración pardo grisácea a rojiza en los individuos maduros; su copa es irregular y generalmente es angosta (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010).

Hojas

Hojas simples, alternas, lamina lanceolada, angosta o ampliamente ovada, oblongo-ovada, elíptica, ocasionalmente obovada, de 5-14 cm de largo y de 3 a 9 cm de ancho, ápice largamente acuminado a redondeado, base cuneada a redondeada, a veces oblicua, margen doblemente aserrado o serrulado, haz verde oscuro y glabro, envés pálido a café glabro a viloso, nervaduras con pubescencia blanquecina, amarillenta o café. Regularmente son caducifolias (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010).

Flores

Las flores masculinas crecen en amentos de 5 a 12 cm de largo por 5 a 9 mm de diámetro, en grupos de 2 a 6, son de color verde amarillento. Las femeninas nacen en racimos de 7 a 10 mm de largo por 3 mm de diámetro, generalmente se encuentran en grupos de 3 a 6, presentan coloración verde, dependiendo del estado de maduración (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010).

Frutos

Fruto dispuesto en estróbilos en forma de conos, elípticos a abovados, papiráceos a coriáceos, con escamas leñosas aladas y persistentes donde se encuentra la semilla, son de color café, entre 1.5 a 3 cm de largo. Un árbol puede llegar a producir de 6000 a 10000 frutos, con 80 a 100 semillas por fruto (Carranza y Madrigal, 1995; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010).

Semillas

Aladas y aplanadas, elípticas, lateralmente comprimidas, provistas de una cubierta de color castaño, diversas cantidades de endospermo carnoso y un embrión recto con los cotiledones ovados, las semillas presentan color marrón claro (Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010).

Raíz

Presenta un sistema radical profundo, amplio y extendido. En la raíz se pueden observar nódulos relacionados con la simbiosis que presenta este árbol con actinomicetos del género *Frankia*, gracias a esta asociación, el ilite tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, además presenta interacción con algunas especies de hongos micorrízicos arbusculares del género *Glomus* (Ferrari y Wall, 2004; Molina *et al.*, 2006; Segura *et al.*, 2006; Becerra y Cabello, 2007; Sánchez *et al.*, 2009).

4.4. Usos y servicios

La madera es empleada como leña en el medio rural, así como en elaboración de tablas para la construcción de viviendas, postes para cercas, manufactura de muebles, mangos de herramientas agrícolas, cajas para el transporte de frutas y hortalizas, hormas para zapatos, cabos de cerillos, centros para madera terciada, tableros de partículas e instrumentos musicales, pulpa para papel, postes para cableado, y carpintería en general (Niembro, 1990; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010); localmente la madera se utiliza para la elaboración de artesanías de madera, como utensilios domésticos y juguetes tradicionales (Segura-Santos *et al.*, 2013).

Las hojas utilizan como forraje para complementar la dieta del ganado e incrementar la producción de leche; en medicina se emplean aplicadas en forma de cataplasmas para disminuir los dolores musculares y reumáticos. El té que se obtiene de su cocimiento tiene propiedades medicinales para reducir la inflamación de la próstata (Ospina *et al.*, 2005; Niembro *et al.*, 2010); también las hojas como una fuente de taninos para el curtido de pieles (Ospina *et al.*, 2005).

La corteza contiene una sustancia llamada betulosa que presenta la capacidad de disolver los cálculos renales e impedir su formación debido a su acción diurética (Niembro *et al.*, 2010); además de la cual se extraen tintes para el teñido de lana y algodón (Ospina *et al.*, 2005).

El ilite es plantado alrededor de los potreros como cerco vivo y como fuente de leña y forraje, como cortinas rompevientos, y como ornamental en calles, avenidas, glorietas, parques y jardines (Niembro, 1990; Niembro *et al.*, 2010), además proporciona sombra en las plantaciones de café (Martínez *et al.*, 2007), y es común encontrarlo disperso en potreros como sistemas silvopastoriles (Ibrahim *et al.*, S/F).

Es una especie valiosa para ser utilizada en programas de reforestación, restauración ecológica, recuperación de suelos y protección de cuencas hidrográficas gracias a su capacidad para colonizar terrenos montañosos desnudos, degradados y márgenes de ríos y arroyos (Ferrari y Wall, 2004; Ospina *et al.*, 2005; Segura *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010). Debido a que fija el nitrógeno atmosférico a razón de 279 kg/ha, su presencia enriquece y mejora la fertilidad del suelo (Ospina *et al.*, 2005; Niembro *et al.*, 2010), no obstante la cantidad de N fijado anualmente varía de manera importante según el clima y las especies presentes, pudiendo ser entre 60 hasta 780 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Molina *et al.*, 2006).

4.5. El ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.) en sistemas agroforestales

Sánchez *et al.* (2009), reporta un sistema silvopastoril utilizando *Alnus acuminata* H.B.K. como sombra sobre las praderas, con resultados de control de erosión, mejoramiento de las características fisicoquímicas del suelo, mayor eficiencia en el uso del agua, incremento de la actividad microbiana del suelo, y aumento en la producción y calidad del forraje, incrementando contenidos de proteína.

Gualdron y Padilla (2007) reportan el establecimiento de un sistema silvopastoril con *Alnus acuminata*, *Acacia decurrens* y *Pennisetum clandestinum*, para la alimentación de vacas Holstein. Donde obtuvo que la concentración de proteína se presenta mayor en los sistemas silvopastoriles, a diferencia de un potrero de monocultivo, los contenidos de lignina de *P. clandestinum* fueron inferiores en los sistemas donde se presenta el *Alnus acuminata*, resultados que se reflejan en una mayor producción de leche bajo manejo silvopastoril.

Guerra (2010) realizó el establecimiento de un sistema agroforestal donde se incluía *Alnus acuminata*, *Cedrela odorata*, *Croton* spp. y *Pinus radiata*, asociados con cultivos agrícolas, reportando la mayor sobrevivencia, incremento en diámetro y altura total en la especie de *Alnus acuminata*, además de presentar una influencia positiva de los cultivos asociados a las especies forestales establecidas, así como en el aspecto financiero en el sistema, por lo que se consideró al *Alnus* como de mayor potencial para establecerlo en el sistema agroforestal.

Jaimés y Mendoza (2003), reportan la aptitud del ilite en sistemas agroforestales asociado con manzano (*Malus silvestris*) y mora de castilla (*Rubus glaucus*).

Ibrahim *et al.*, (S/F) menciona al ilite como una especie promisoría en sistemas silvopastoriles, ya que en áreas de agostaderos en regiones tropicales es común encontrarla como árboles dispersos, proporcionando sombra para el ganado y realizando la función restauradora de la degradación de suelos.

Molina *et al.* (2006) dice que el ilite es una especie de alto potencial para utilizarlo en sistemas silvopastoriles de regiones tropicales por su capacidad de restauración de la fertilidad del suelo, actualmente ya se tiene presencia de plantaciones de ilite en áreas de pastoreo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El municipio de Tetela de Ocampo se ubica en la Sierra Norte de Puebla, en las coordenadas geográficas: $19^{\circ} 42'$ y $19^{\circ} 56'$ de latitud norte, y $97^{\circ} 39'$ y $97^{\circ} 55'$ de longitud oeste, a una altitud entre 1200 y 3200 msnm. Colinda al norte con los municipios de Zacatlán, Tepetzintla, Cuautempan, Huitzilán de Serdán y Xochitlán de Vicente Suárez; al este con los municipios de Xochitlán de Vicente Suárez, Xochiapulco y Zautla; al sur con los municipios de Zautla, Ixtacamaxtitlán y Aquixtla; al oeste con los municipios de Aquixtla y Zacatlán (INEGI, 2009).

El trabajo se realizó en la comunidad de Taxco ($19^{\circ} 52' 39''$ norte y $97^{\circ} 44' 20''$ oeste), ubicada en el noreste del municipio, en colindancia con los municipios de Huitzilán de Serdán y Xochitlán de Vicente Suárez, a una altitud de 1700 msnm.

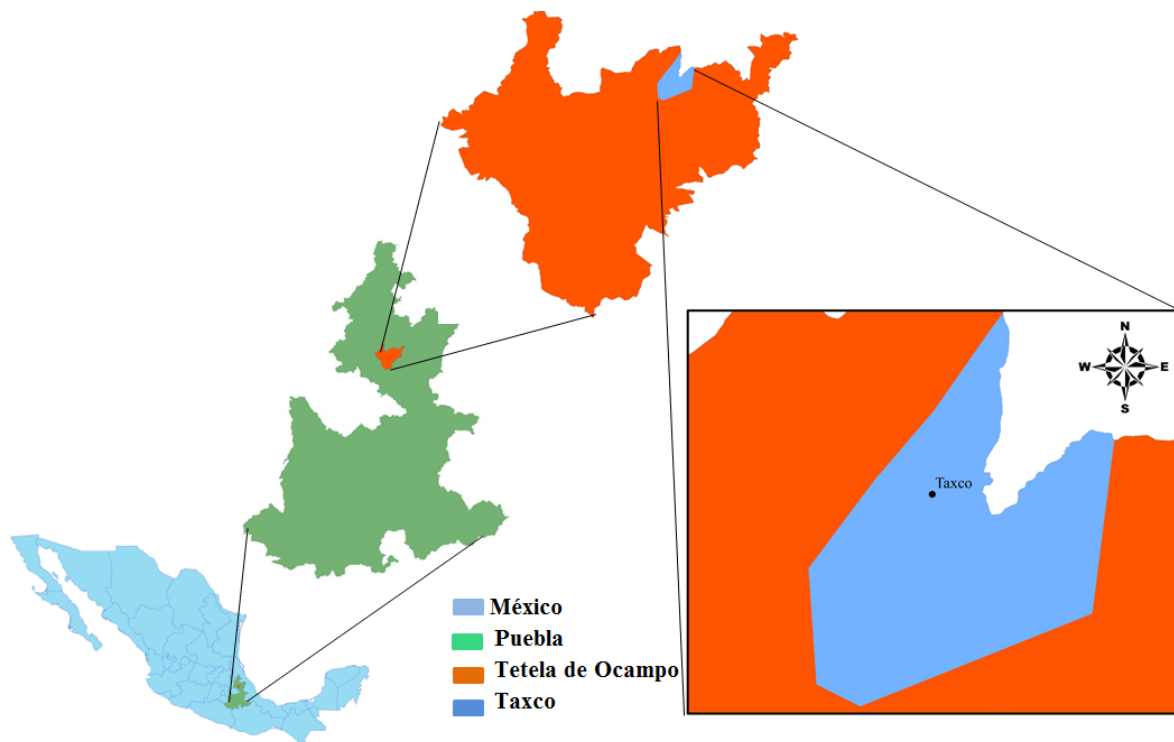


Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio.

5.2. Diagnóstico y Diseño (D&D)

El D&D es una metodología desarrollada por el ICRAF para la investigación agroforestal, cuyo objetivo es el diagnóstico de los problemas del sistema de uso de la tierra (SUT) y el diseño de soluciones agroforestales (Nair, 1997). El D&D se basa en diferentes etapas; prediagnóstico, diagnóstico, diseño, evaluación y rediseño, planeación e implementación (Raintree, 1987), para el caso solo se contempló hasta la etapa de diseño.

El prediagnóstico abarca aspectos biofísicos, agroforestales, sociales y económico-financieros. El diagnóstico agroforestal, se centra en el análisis del componente leñoso perenne, de sus interacciones con los otros componentes productivos, su manejo y utilización por parte de la familia que administra la tierra (Rochelau y Vonk, 1983, citado por Somarriba, 1998). El diseño responde a los criterios de productividad, sostenibilidad y potencial de adopción de las tecnologías (Somarriba, 1998). En este caso se aplicó un micro D&D, que se basa en un área homogénea pequeña (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

5.2.1. Pre-diagnóstico

Esta es la primera etapa del D&D, y su base general es la selección del sitio, revisión bibliográfica, recorrer y observar el SUT (Nair, 1997). En esta etapa se desarrolló la parte de descripción del área de estudio, clima, suelo, flora y fauna, basado en registros documentales y recorridos de campo, datos que se corroboraron al recopilar la información.

Las fuentes utilizadas fueron datos de INEGI, estudios previos en la región o en la zona de estudio y registros en oficinas de servicios públicos.

5.2.2. Determinación del tamaño de la muestra a estudiar

Para definir a la población a estudiar, se realizó la determinación del tamaño de la muestra que aportó la información para el diagnóstico. Para obtener este dato se aplicó la siguiente fórmula adaptada y utilizada por Quintero *et al.* (2010), para poblaciones finitas o conocidas.

$$n_0 = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2} \quad n_i = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N_i}}$$

Donde:

n₀: tamaño de muestra preliminar

n_i: tamaño de muestra con corrección para población finita.

p: proporción o porcentajes de productores aproximada al fenómeno de estudio

q: proporción o porcentaje de productores que no presenta probabilidad de efecto en el estudio.

Cuando **p** y **q** son desconocidos, se asume un valor máximo a ambos que será de 50% (0.5).

Z_{1- α /2}: Valor de la variable z de la distribución normal tipificada, que se determina de acuerdo al nivel de confianza (1- α). Se asume de acuerdo al autor valor de 95% (1.96).

d: es el margen de error máximo admisible para la determinación del tamaño de la muestra, en este caso se opta a que fuera menor al 10% (0.1).

N_i: población total.

5.2.3. Recopilación de información

Toda esta información se obtuvo a través de entrevistas dirigidas y semi-estructuradas, para conocer los diversos aspectos técnicos y socioeconómicos (Somarriba, 1998). Para lograr esto se optó por el diálogo semi-estructurado sobre una guía de entrevista, con el fin de recopilar la mayor cantidad de información relevante, verídica y que pueda ser corroborada en recorridos (Geilfus, 2009).

5.2.4. Diagnóstico

El diagnóstico se realizó para hacer el análisis del SUT, sus restricciones y potencialidades. En base a lo planteado por Krishnamurthy y Ávila (1999), organizando la información de la siguiente forma:

Título del sistema o unidad de producción: características del sistema o nombre usado por los campesinos.

Características ecológicas: Zona agroecológica, rango de altitud: msnm, topografía: % de pendiente (gradiente), lluvia: precipitación anual, y temperatura: medias anuales (rango).

Numero de ciclos de cultivo: Estaciones: meses de crecimiento, suelo: tipo, textura, fertilidad (productividad), hidrología: red de ríos y arroyos, vegetación: natural y secundaria.

Características socioeconómicas: Área total del SUT, población total en el SUT, grupos étnicos, sistema de tenencia de la tierra, ingresos e infraestructura

Uso de la tierra: Tamaño de la unidad de producción (UP), ordenamiento espacial, actividades mayores o menores de la producción agrícola (agrícola, ganadería, forestería), área cubierta por los componentes (cultivos, ganado, arboles), patrones de cultivo: mono o policultivo, rotación, etc., prácticas culturales: cultivos, preparación de terrenos, siembra, control de plagas y enfermedades, fertilización, conservación de suelo, cosecha, nivel de producción, almacenamiento, etc., producción ganadera: tipo, tamaño del hato, cruzas, fuentes y manejo de alimentación, etc.

Producción forestal: Especies, usos principales, manejo y arreglo. En este apartado se designará especialmente al ilite (*Alnus acuminata* H.B.K.), para conocer usos, manejo, servicios obtenidos, ingresos, etc.

Recursos y servicios: Disponibilidad de mano de obra, herramientas y equipo utilizado, comercialización: mercados, canales, precios, etc., facilidades de crédito: tipo y para que se

emplea, servicios de extensión: asesoría técnica, organización local: cooperativas, organizaciones agrícolas, etc.

Actividades y políticas de desarrollo: estrategias y políticas gubernamentales, proyectos, etc.

La información se interpretó a través de medias, gráficos, imágenes, y cuadros comparativos, para el análisis de los diferentes aspectos descritos.

5.3. Contribución socioeconómica del ilite

Se llevó a cabo en análisis sobre los productos obtenidos del ilite, extracción, transformación, inversión en el proceso de producción, comercialización, ingresos obtenidos por dichos productos e ingresos totales para manutención de la familia. Con esto se determinó beneficio-costo (B/C); y porcentaje de contribución de ingresos a las familias de la comunidad.

El B/C se obtuvo a través de la ecuación de Baca (2001), utilizada por Rucoba *et al.* (2006), expresada de la siguiente forma:

$$\mathbf{B/C = ganancias\ totales / costos\ totales}$$

Si el resultado es mayor a 1, significa que hay ganancias positivas, en caso contrario se generan pérdidas.

5.4. Evaluación del ilite como árbol de uso múltiple

Esta parte es de alta relevancia, ya que esto se determinó el potencial del ilite como AUM en base al caso real de la población. Se realizó tomando los criterios descritos por von Carlowitz (1986), adaptado por Wood y Burley (1991b), método que se basa en los atributos y efectos que producen en un sistema; tomando en cuenta solo los aspectos que se consideraron más relevantes para la comunidad, los cuales se enlistan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Atributos de los árboles de uso múltiple en relación con las funciones de producción y servicio (von Carlowitz, (1986), tomado de Wood y Burley (1991b) adaptado para las condiciones locales.

Atributos	Efectos/determinación
Altura del árbol	Facilidad de cosechar frutos, semilla, hojas, ramas; efectos de sombra, volumen de madera, etc. /Dato obtenido a partir de preferencia en altura de aprovechamiento.
Forma del tronco	Aptitud para utilizarlo como madera; efectos de sombra, etc. /observación y fotografía, y opinión de productores.
Forma y tamaño de la copa	Cantidad de producción de hoja y fruta; efectos de sombra, etc. /observación y fotografía.
Calidad de madera	Aceptabilidad como madera para las artesanías, leña, etc./basado en la opinión de artesanos y campesinos.
Deciduidad o caducidad	Disponibilidad permanente o estacional de hoja para forraje; idoneidad para cercas vivas, setos vivos y cinturones de protección; aporte de materia orgánica al suelo.
Posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico	Restaurador de fertilidad del suelo: identificación de la prevalencia de nódulos fijadores de nitrógeno.
Repoblación de sitios perturbados	Potencial de reforestación y restauración de suelos degradados /basarse en la presencia en sitios perturbados.

5.5. Análisis de restricciones y potenciales del sistema de uso de la tierra

Consiste en el análisis de las necesidades y prioridades de los agricultores para determinar el grado de satisfacción de estos por los sistemas actuales. El análisis de restricciones esta basado en los problemas presentes y previstos para el futuro que enfrentan las unidades de producción, y se da énfasis a las restricciones que se pueden solucionar con Agroforestería (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Se tomaron como restricciones la productividad agrícola, factores que determinan alta o baja fertilidad del suelo, manejo forestal y disponibilidad de recursos forestales aprovechables. En base a esto se describieron las necesidades de los campesinos y se priorizaron las que deben ser atendidas.

5.6. Análisis de tecnologías agroforestales potenciales

Se realizó la propuesta de opciones agroforestales viables y adoptables para los campesinos en la comunidad, basados en el uso de la especie leñosa, en este caso el ilite, con el fin de resolver problemas sobre el manejo forestal de la especie y las restricciones en la productividad agrícola.

Para esto se tomó en cuenta los criterios de diseño mencionados por Krishnamurthy y Ávila, (1999), describiendo cada uno de los siguientes aspectos:

1. Tecnología agroforestal propuesta.
2. Objetivos de las funciones a cumplir por la tecnología: enfocada a satisfacer necesidades de las familias. Productos y servicios que se obtienen a partir de los componentes de la tecnología propuesta.
3. Componentes y requerimientos de recursos de la tecnología: régimen de manejo de las especies e implementación, usos de recursos y coeficientes de costos. Arreglo espacial y temporal, equipo utilizado, manejo de las especies (cultivos y arbóreas), requerimientos de mano de obra, recursos materiales, etc.

5.7. Indicadores financieros sobre la tecnología agroforestal propuesta basada en *A. acuminata*

Se realizó una proyección de los valores totales y efectivos de la producción; para la determinación de los indicadores financieros VAN, TIR y B/C, para analizar la viabilidad económica de la tecnología propuesta.

Para el cálculo de estas variables se utilizaron las formulas planteadas por Muñante (1995) y adaptadas por Gonzales *et al.* (2011).

$$VAN = \sum_{t=1}^T (Bt - Ct)(1 + r)^{-t}$$

$$TIR = \sum_{t=1}^T (Bt - Ct)(1 + r)^{-t} = 0$$

$$TIR = I_1 + [(I_2 - I_1) (FFA_1) / (FFA_1 - FFA_2)]$$

La relación beneficio costo se obtuvo a través la fórmula de Baca (2001), expresada como:

$$B/C = \text{ganancias totales} / \text{costos totales}$$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Prediagnóstico

6.1.1. Clima

El municipio de Tetela de Ocampo se encuentra dentro de los climas templados de la sierra madre oriental. Los rangos de temperatura media anual son de 12-20°C, con precipitaciones entre 600-1600 mm anuales. Presentándose los subtipos climáticos templado húmedo con abundantes lluvias en verano (54%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (28%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (13%), templado húmedo con lluvias todo el año (4%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1%) (INEGI, 2009).

6.1.2. Suelo

Tetela de Ocampo tiene presencia de 4 principales tipos de suelo, en los que destacan Luvisol (81%), Andosol (9%), Phaeozem (5%), Cambisol (3%) y Arenosol (1%), según la superficie que abarcan (INEGI, 2009).

Luvisol (cubre el 81% de la superficie del municipio): suelos que se encuentran en zonas templadas y tropicales, se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, de color rojo o amarillento, se destinan a la agricultura con rendimientos moderados (INEGI, 2004).

Andosol (ocupa 9% del municipio): son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad, presentan vegetación de bosques y selvas, generan bajos rendimientos agrícolas, debido a que retienen el fósforo y no puede ser absorbido por los cultivos. (INEGI, 2004).

Feozem (se encuentra en 5% del territorio municipal): presentan una capa oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes, son de profundidad variable, desde someros hasta profundos, presentan excelente capacidad para la producción agrícola y ganadera (INEGI, 2004).

Cambisol (cubre 3% del territorio): se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además pueden tener

pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso, algunos de estos se encuentran sobre tepetates (INEGI, 2004).

Arenosol (solo el 1% de la superficie): se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad, presentan alta permeabilidad pero muy baja capacidad de retención de humedad y nutrientes (INEGI, 2004).

6.1.3. Flora y fauna

En el estado de Puebla se encuentran diversos tipos de vegetación, como bosques, selvas y matorrales; en Tetela de Ocampo se tiene presencia de bosques de coníferas, pino-encino, y uno de las más importantes por lo que se considera a la región prioritaria para la conservación, el bosque mesófilo de montaña (CONABIO, 2011), predomina principalmente en la parte nor-noreste del municipio.

El bosque mesófilo de montaña, descrito también como selva mediana o baja perennifolia (Miranda y Hernández X., 1963), es un tipo de vegetación de alta relevancia, ocupa una superficie muy reducida en México (0.5%), considerado uno de los ecosistemas más frágiles y expuesto a constante fragmentación por actividades antrópicas (Rzedowski, 1996; Rzedowski, 2006); su importancia radica en que alberga gran cantidad de especies endémicas (Cartujano *et al.*, 2002).

La fauna es también diversa, con presencia de tejón (*Nasua narica*), ardilla (*Sciurus granatensis*), conejo (*Sylvilagus* spp.), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), serpientes de coral (*Micrurus* sp), víboras de cascabel (*Crotalus* sp.), y una gran diversidad de aves.

6.1.4. Actividades económicas

En la comunidad de estudio, la principal actividad económica es la artesanal, que consta de elaboración de objetos y figuras fabricadas con madera de ilite. También se practica la agricultura de subsistencia, con producción de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris*), y en algunos casos café (*Coffea arabica* L.), productos que se destinan al consumo familiar.

6.2. Determinación del tamaño de la muestra a estudiar

Para determinar el tamaño de la muestra que aportó la información para la sistematización del diagnóstico, se optó por obtener el tamaño real de la población, estos datos se recolectaron en la Unidad Medica Rural IMSS de la comunidad, ya que ahí se tiene los registros más actualizados sobre el número total de familias que existen en la localidad.

La muestra obtenida fue de 46 familias a las que se les aplicó la entrevista previamente estructurada, las cuales fueron seleccionadas al azar, ubicándose tal como aparecen en la figura 5.

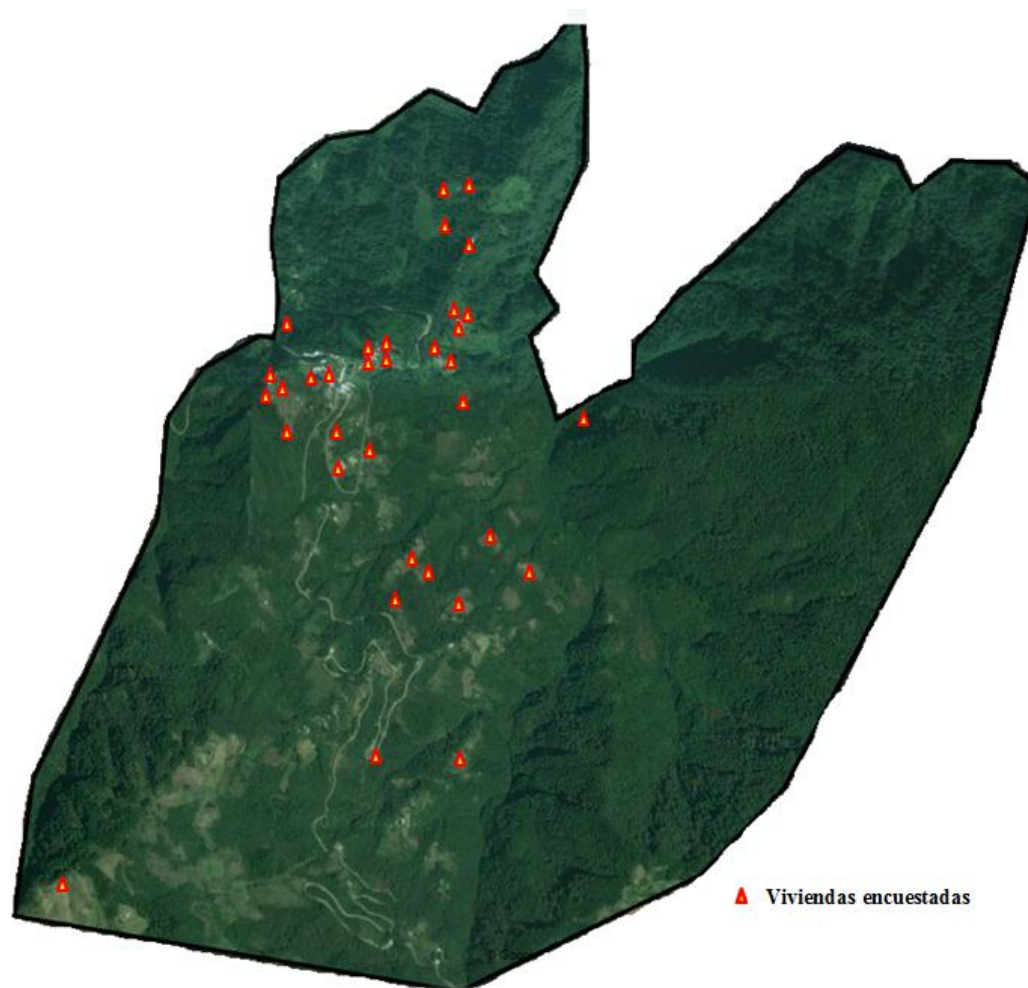


Figura 5. Distribución de familias entrevistadas en Taxco, Tetela de Ocampo, Puebla
(Fuente: elaboración propia).

6.3. Diagnóstico

El diagnóstico se sistematizó a través de la información recopilada en las encuestas aplicadas, recorridos de campo, muestreos y revisión documental de la comunidad. A través de esto se dio pauta para conocer el potencial del uso de la tierra y sus restricciones. El diagnóstico quedó conformado en los siguientes apartados.

6.3.1. Título del sistema o unidad de producción

El sistema productivo que se identificó fue casi homogéneo, basándose en una agricultura tradicional, destinada al autoconsumo, con cultivos típicos y variedades criollas, predominando el sistema conocido como “milpa”, constituido principalmente por maíz, frijol y en algunos casos cucurbitáceas (calabaza, chilacayote), quelites y frutales dispersos, similar a lo descrito por Lara *et al.* (2012).

6.3.2. Características ecológicas

La comunidad se ubica dentro de una zona transitoria entre el clima templado a semicálido, debido a sus distribuciones de altitud, precipitación y biodiversidad existente. Se identifica el clima Cm(f) según la clasificación de Köppen modificado por García (1973), con temperatura media anual de 16°C (12-18°C), con precipitación superior a 1200 mm anuales (INEGI, 2009). Predominan suelos con clases texturales variadas, principalmente arcillosos, franco arcillosos, arenosos y areno-arcillosos, de tipo Luvisol y Andosol (INEGI, 2009). El gradiente de altitud registrada va de los 1200 hasta los 2500 msnm, variación encontrada por la inestabilidad topográfica caracterizada por terrenos escarpados con pendientes que van desde 30 a 80 %.

La vegetación que cubre la mayor parte del territorio es bosque mesófilo de montaña bien conocido como bosque de niebla, caracterizado principalmente por la presencia de ilite (*Alnus acuminata*), encino (*Quercus* spp.), ocotzocouitl o liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), tenamalhuas (*Clethra mexicana*), pino (*Pinus* spp.), xicotamal (*Oreopanax* sp.), xoco (*Dendropanax* sp.), helechos arborescentes (*Cyathea* sp.), *Saurauia* sp., papalote (*Platanus mexicana*), entre otras especies arbóreas, presencia abundante de lianas y trepadoras, orquídeas (Orquidaceae) y bromelias (Bromeliaceae); vegetación característica del bosque

mesófilo de montaña de otras regiones del país (Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006; López-Pérez *et al.*, 2011).



Figura 6. Bosque mesófilo de montaña característico de la comunidad de Taxco.

La fauna presente en el sitio también es diversa, principalmente con mamíferos como tejón (*Nasua narica*), ardilla (*Sciurus granatensis*), conejo (*Sylvilagus spp.*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), pecarí (*Tayassu tajacu*), temazate (*Mazama sp.*), comadreja (*Mustela frenata*), diversidad de aves: pavo cojolite (*Penelope purpurascens*), gavilán (*Accipiter sp.*), zopilote (*Coragyps sp.*), perdiz roja (*Dendrortyx barbatus*), tórtola (*Columbina sp.*), gorrión (*Passer sp.*), tordo (*Dives sp.*), serpientes de coral (*Micrurus sp.*), víboras de cascabel (*Crotalus sp.*), entre otras especies; destacando que algunas de estas se encuentran bajo algún estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La hidrología es de gran relevancia, ya que forma parte de la microcuenca alta del río Cozoltépetl, siendo el sitio donde yacen algunos tributarios como los ríos Cuapécatl, Tepetzintan y Cuxateno, mismos que convergen en el Cozoltépetl para integrarse a la cuenca del Tecolutla.

Según un reciente estudio realizado por Pérez-Luna (2014), en la comunidad a pesar de ser relativamente pequeña en extensión territorial, se identifican 16 zonas agroecológicas, basadas en el clima, tipo de suelo, vegetación y uso del suelo, y humedad del suelo.

6.3.3. Características socioeconómicas

La comunidad de estudio ocupa una extensión territorial de 633 has según datos del INEGI (2015), las cuales se encuentran cubiertas por vegetación primaria, secundaria y agricultura.

La población total de la comunidad es de 454 habitantes, que corresponde al 1.7% de la población municipal, considerada con grado de marginación alto (CONEVAL, 2014; SEDESOL, 2015). En base a la información obtenida, se determinó que el grupo étnico presente en la comunidad es Náhuatl, debido a que el 90% de la población es hablante de ésta lengua indígena.

Las familias son regularmente pequeñas con promedio de 3.5 integrantes, los jefes de familia presentan 50 años en promedio, lo que nos hace ver que la gente o familias jóvenes han emigrado de la comunidad. La escolaridad de los productores es relativamente carente, el 72.5% de ellos tiene primaria o al menos saben leer y escribir, el 7.5% estudio nivel secundaria, el 5% llegó hasta educación media superior (Bachillerato) y el 15% es analfabeta, encontrándose relación entre rangos de edad y nivel de escolaridad (Ver figura 7).

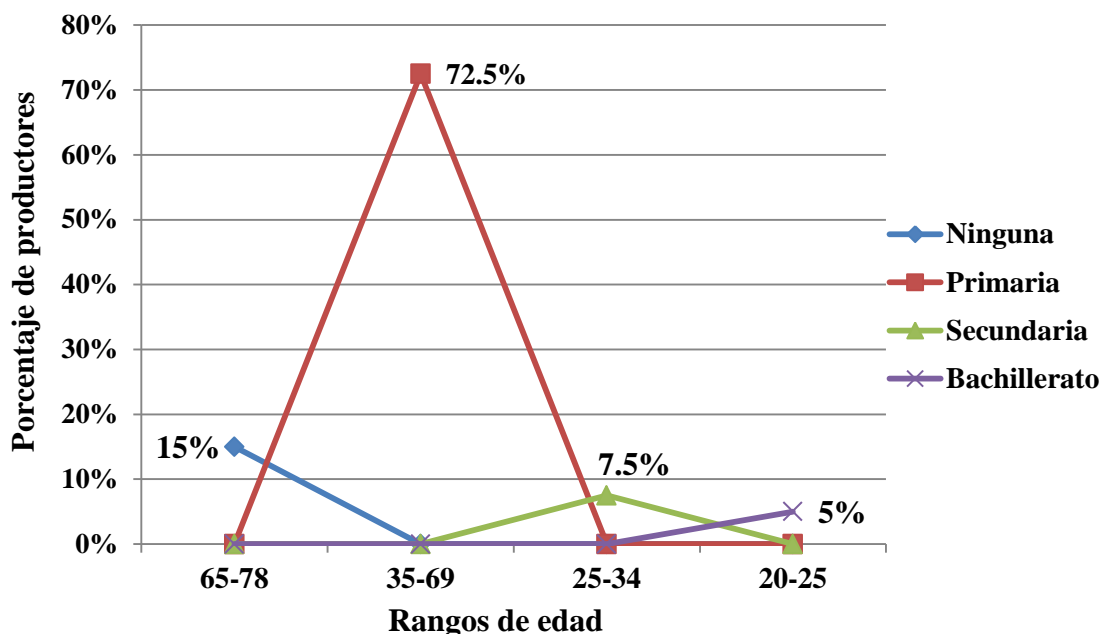


Figura 7. Distribución de escolaridad de productores según rangos de edad (Fuente: Elaboración propia).

Los tipos de tenencia de la tierra que predominan en la comunidad son solo de minifundio o pequeña propiedad, y comunal, sin embargo para el desarrollo de las actividades agropecuarias se emplean solo las de minifundio, con un promedio de 1.6 has por familia. El 95% de la población dice poseer propiedades propias en las que habita y destina para las prácticas agrícolas, y solo el 5% a través de arrendamientos y prestamos. Las tierras de tipo comunal se encuentran en la zona montañosa del cerro de Poloco, y están cubiertas en su totalidad por vegetación primaria, por lo que el beneficio económico que se obtiene es la extracción de leña.

Los servicios e infraestructura de la comunidad, son medianamente disponibles; las vías de comunicación terrestres son básicamente caminos de terracería que comunican con la cabecera municipal, el municipio de Cuautempan, y Huitzilán de Serdán. La disponibilidad de agua potable es de menos de 50% de las viviendas con este servicio, y de manera similar con el servicio de drenaje y alcantarillado, por lo que los servicios son limitados. Los servicios de salud están a cargo del Instituto Mexicano del Seguro Social, bajo una Unidad Médica Rural ubicada en la comunidad, donde el 100% de la población tiene acceso a este servicio.

6.3.4. Uso de la tierra

Las actividades agropecuarias y forestales no son la excepción en la comunidad, la agricultura que se practica es una agricultura campesina, que se basa en el uso de semillas criollas, prácticas culturales tradicionales, uso de tracción animal, sin fertilizantes químicos y con fines de consumo familiar. El 77.5 de la población practica la agricultura, mientras el restante dice no tener espacio para dicha actividad; el tamaño estimado de las parcelas destinadas a la agricultura son de 0.6 has, con este dato se estima que en la comunidad existen 54 has cubiertas por agricultura; de las cuales el 100% de la producción se destina al consumo familiar y se maneja bajo policultivo o el sistema milpa. Los cultivos más comunes son el maíz crillo (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), con rendimientos de 153 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹, respectivamente, bajo condiciones de temporal, cuyos valores son menores a los costos de inversión, similar a los que reporta Ramos, *et al.* (2013), y contrastante comparado con rendimientos de la zona maicera de Puebla, que aún con maíces criollos obtiene rendimientos entre las 2 y 5 toneladas ha⁻¹ (Turinján *et al.*, 2012; Muñoz-Tlahuiz *et al.*, 2013). La selección de semilla se hace de cosechas anteriores, con lo que se promueve la conservación de los recursos filogenéticos locales, similar a lo que menciona Ramos, *et al.* (2013). La preparación de los terrenos se lleva a cabo en un 92.5% de forma manual, y el otro 7.5% emplea tracción animal; las prácticas culturales de primera labor (labranza) y segunda labor (aterrada) se ejecutan manualmente con el uso principalmente de herramienta rudimentaria, como se observa en la figura 8; información que difiere de otras regiones del estado por las condiciones topográficas, donde se reporta que para las labores culturales predomina el uso de la yunta (Ramírez y Juárez, 2012).

La siembra de los cultivos se lleva a cabo regularmente en los meses de febrero y marzo para el caso del maíz y frijol, que son los que ocupan mayor extensión agrícola. El 80% de esta agricultura no implementa fertilización química, mientras que el porcentaje restante lo hace, realizando solo una aplicación por ciclo de cultivo, utilizando principalmente Urea y Triple 16; en este sentido se considera que se practica una agricultura tradicional, tal como lo describen (Turiján *et al.*, 2012).



Figura 8. Práctica de labranza (primera labor) en milpa con 2 meses de desarrollo.

Es importante destacar que el 90% de las unidades productivas emplean mano de obra de jornaleros, mientras que solo el 10% utiliza solo la mano de obra familiar, no obstante, no en todas las actividades del ciclo de cultivo se emplean solo un tipo de mano de obra, como aparece en la figura 9. Los costos de producción, que consideran todas las actividades culturales, ascienden a \$2,645.00 ha⁻¹ año⁻¹ en promedio, ante los bajos rendimientos obtenidos, que en valores monetarios no ascienden ni al 50% de lo invertido, cuando se cuestionó a los productores en este sentido, mencionan que la agricultura se practica solo por tradición. En este sentido se reporta de la misma manera que solo el 2.5% a optado por otros cultivos como el café.

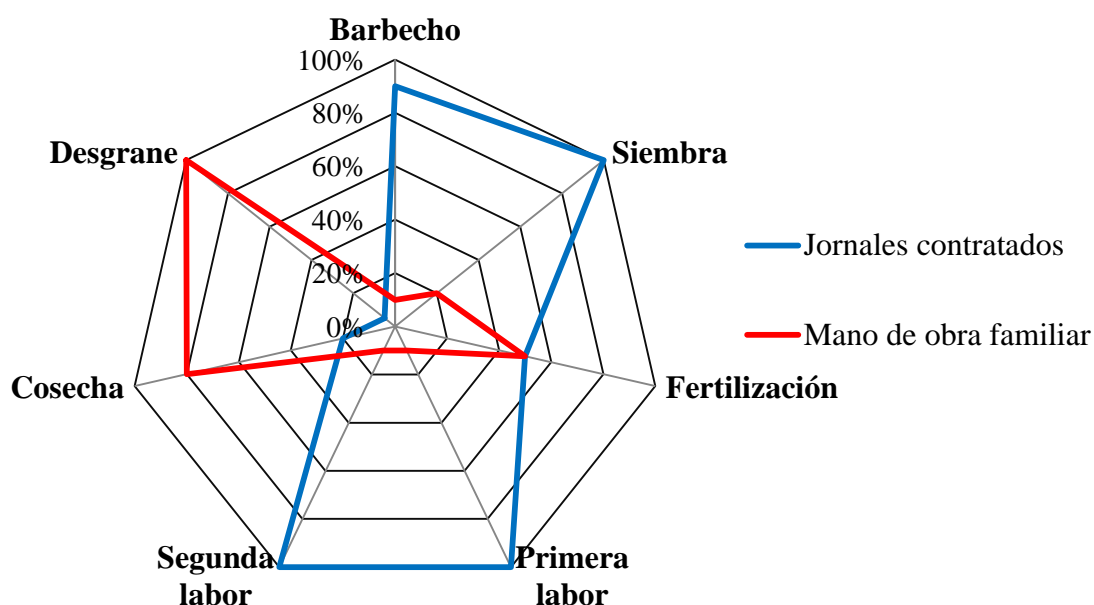


Figura 9. Tipo de mano de obra utilizada por actividad agrícola (Fuente: Elaboración propia).

La ganadería no es de gran importancia para las familias de la comunidad, ya que solo el 37.5% menciona tener animales en traspatio, principalmente aves (gallinas, pollos, patos, gansos, guajolotes, con un promedio de 3 animales, destinados al consumo familiar; el 5% reporta ovinos (< 7 cabezas), y el 10% distribuido entre bovinos equinos y asnos, empleados para la tracción animal y carga. La superficie que se destina especialmente como área de agostadero es de solo 1.5 has, ya que regularmente se pastorea en orillas de caminos y áreas de cultivo.

La producción forestal en la comunidad es más acentuada, ya que provee de ingresos a las familias, se estima que 115 has aproximadamente se encuentran bajo extracción forestal continuamente. Las principales especies de interés forestal son ilite (*Alnus acuminata*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), tenamalhuas (*Clethra mexicana*), encino (*Quercus* spp.) y pino (*Pinus* spp.), cuyo arreglo principal es bosque natural, ya que no se identificó ninguna plantación comercial. Considerando que son especies de uso múltiple, se identificaron sus usos, lo cuales se enlistan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Principales usos identificados en Taxco, Tetela de O. para las especies forestales.

Usos	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Clethra mexicana</i>	<i>Quercus</i> spp.	<i>Pinus</i> spp.
Aserrío		X			X
Artesanías	X	X	X	X	X
Medicinal	X				
Leña	X	X	X	X	
Sombra	X	X			
Ornamental		X			
Arboles en linderos	X				
Arboles en potreros	X				
Postes para cercos	X				
Postes para corrales	X				
Postes para vivienda	X	X			
Uso de viruta como subproducto	X				
Compostas	X				
Tierra de monte	X				
Uso de astilla	X				
Materia orgánica para cultivos	X				
Regeneración de sitios perturbados	X				

Fuente: Elaboración propia.

De la información recabada se determinó que existen cinco especies forestales de interés, sin embargo, el caso de liquidámbar, solo se obtienen 5 usos, tenamalhuas, encino y pino solo se destinan para dos usos, principalmente maderables, contrastando con el ilite que reporta 15 usos, de los cuales son maderables, no maderables y de servicio.

Con la información sobre el uso de la tierra, podemos mencionar que en cuanto a superficie destinada, la actividad de mayor relevancia es la forestería, seguida de la agricultura y finalmente por las actividades pecuarias, como se puede comparar en la figura 10.

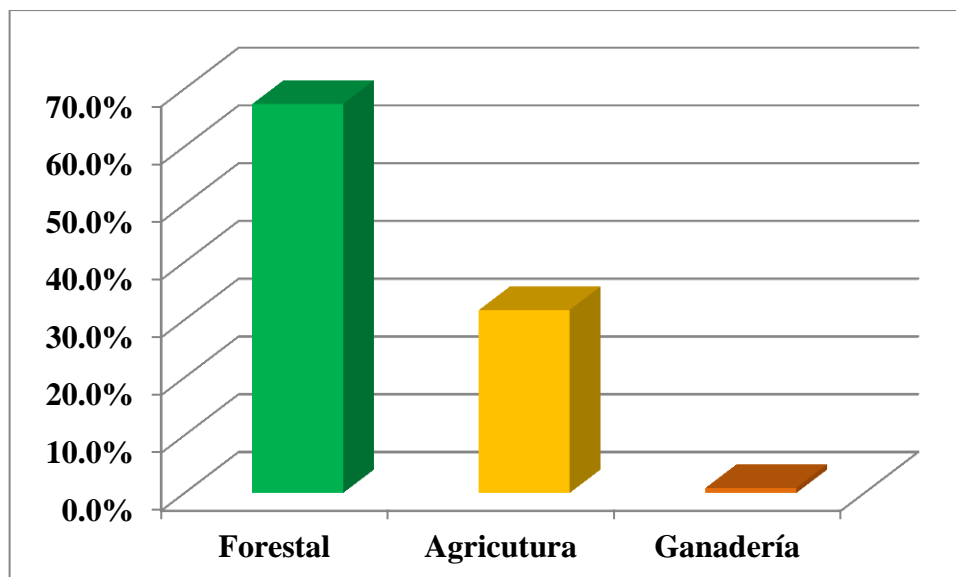


Figura 10. Superficie destinada por actividad primaria (Fuente: elaboración propia).

6.3.5. Recursos y servicios del SUT

La comunidad de estudio se encuentra en alto grado de marginación (CONEVAL, 2014; SEDESOL, 2015), y la disponibilidad de servicios es limitada, por lo que los artesanos principalmente optan por utilizar los instrumentos y recursos disponibles en la región. En primera instancia la disponibilidad de mano de obra para las actividades agropecuarias se emplea el uso de jornaleros para la ejecución de las prácticas agrícolas, en un 90% se utiliza este tipo de mano de obra, por lo que los costos de producción se elevan considerablemente. Sin embargo en la actividad artesanal la mano de obra empleada es la familiar, ya que cada productor lleva a cabo todo el proceso de transformación, desde la extracción forestal hasta la comercialización del producto.

La comercialización de los productos elaborados se realiza de manera local y regional en municipios aledaños, mediante intermediarios y directamente a consumidores finales. No obstante, el 58% de los artesanos considera que la comercialización ha disminuido, debido a que anteriormente existía mayor demanda de los productos, y que en la actualidad se han sustituido por productos de materiales diferentes. La venta del producto se realiza por pieza individual y por gruesa (144 piezas), cuyo precio oscila en los \$10 y \$650, respectivamente.

Los servicios de crédito y desarrollo de proyectos para impulsar la actividad artesanal, así como el diseño de un plan de manejo y aprovechamiento forestal han sido nulos, ya que hasta la fecha no hay una autorización de aprovechamiento para la extracción de maderables, por lo que los bosques han sido explotados de manera irracional.

Para el caso de organizaciones, los artesanos consideran la viabilidad de implementar una cooperativa para la concentración de los productos, consolidación de mercados y precios estándar, para facilitar y mejorar las condiciones de comercialización.

6.4. Contribución socioeconómica del ilite

Más del 70% de los campesinos realiza transformación del ilite para artesanías, atribuido como el uso de mayor relevancia, ya que de esta actividad depende económicamente el 75% de la población, aportando el 86% de los ingresos para la subsistencia de las familias, en esta actividad se elaboran utensilios de cocina (cucharas, palas, molinillos, rodillos, mieleros, etc.) y juguetes artesanales.

Para esta evaluación se determinaron los ingresos y costos de producción por la transformación del ilite. Los ingresos obtenidos fueron por la producción artesanal, para ello se calculó que en promedio un artesano invierte \$1,920 pesos, que incluye mano de obra y materia prima, para producir 576 piezas artesanales mensualmente, productos que son comercializados con un precio de venta de \$2,600 pesos por el total de artesanías antes mencionadas, con lo que se obtiene un beneficio costo de 1.35. Esto indica que por cada peso que un artesano invierte gana 35 centavos, utilidad muy aceptable, aunando que en el proceso de la actividad, los artesanos se autoemplean o utilizan la mano de obra familiar, por lo que no consideran esto un costo de transformación, lo que refleja rentabilidad en esta actividad.

6.5. Evaluación del ilite como árbol de uso múltiple en base a usos y atributos.

Según Wood y Burley (1991b) algunos atributos que tienen los AUM determinan los usos y beneficios que se le puedan obtener. Para tal efecto se obtuvo lo siguiente:

Altura y diámetro del árbol: La altura preferencial de aprovechamiento es de 8 metros aproximadamente y diámetro de 16 cm; esto debido a que las características cumplen con las expectativas de los artesanos para el proceso de transformación y facilitan las actividades de extracción y arrastre de la materia prima hacia los talleres de manufactura (Figura 11).



Figura 11. Ilite maduro de 15 metros de altura, ideal para su aprovechamiento para artesanías.

Forma del tronco: El tronco del ilite es recto, con producción de ramas en la segunda mitad superior, lo que proporciona madera de buena calidad (Figura 12).

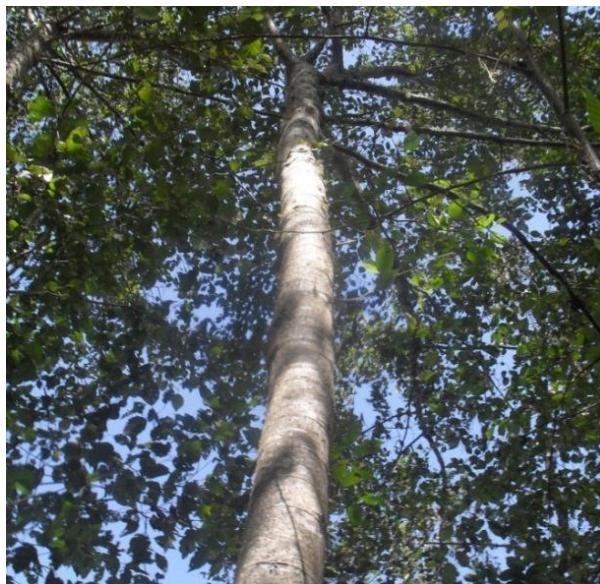


Figura 12. Tronco de *A. acuminata* recto y liso con características ideales para artesanías

Forma y tamaño de la copa: La copa es redonda, ligeramente densa y con alta producción de ramas y de follaje, esto le da la capacidad de ser una especie con potencial dendroenergético, y emplearla como sombra para cultivos como el café por la alta producción de hojarasca hacia el suelo (Figura 13), así como la posición de apertura de la copa, permite el adecuado desarrollo de cultivos (Sánchez *et al.*, 2009).



Figura 13. Copa amplia y densa de un ilite adulto

Calidad de madera: En base a la opinión de artesanos, el ilite posee una madera blanda y maleable, no presenta alto grado de cuartadura, por lo que es preferencial para las artesanías; no obstante presenta variación en la calidad de madera por el sitio de distribución, en colinas y lomeríos la madera es más dura que en lugares planos y bosques de galería.

Caducidad de las hojas: El ilite es una especie subcaducifolia, debido a que pierde parte del follaje en invierno, pero no al 100%. Este atributo le da la capacidad de aporte de materia orgánica al suelo, resultando ser una especie para utilizarla en cultivos, como sombra y restauradora de suelos.

Posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico: Se identificaron nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces de algunos individuos de ilite, lo que corrobora la efectividad de la especie para la fijación de nitrógeno atmosférico a través de esta simbiosis; siendo una de las capacidades ecológicas más importantes de la especie para la restauración de la fertilidad de suelos (Ferrari y Wall, 2004; Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010), y presenta el mayor potencial para emplearla en sistemas silvopastoriles de zonas húmedas (Molina *et al.*, 2006).



Figura 14. Nódulos fijadores de nitrógeno en raíces de individuo de *A. acuminata*.

Repoblación de sitios perturbados: El ilite es una especie pionera en la repoblación de sitios con algún grado de perturbación, ya que en deslizamientos de tierra y parcelas agrícolas abandonadas es la especie con mayor presencia, lo que le atribuye la capacidad de reforestación y restauración de terrenos con grado de disturbio, considerando su rusticidad y profundo sistema radical para establecerse en taludes (Ospina *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2009).

A partir de estos atributos se identificaron una serie de usos y beneficios que se obtienen de la especie. El uso principal que se le da al ilite es transformación para artesanías, proceso que incluye desde la extracción de la madera hasta la manufactura de los productos (Figura 15 y 16), lo que coincide con lo descrito por Sánchez *et al.*, (2009), aun cuando sea una madera de baja durabilidad (Ospina *et al.*, 2005).



Figura 15. Proceso de transformación artesanal, en la imagen un artesano en la elaboración de cucharas.



Figura 16. Artesanías de madera de ilite (molinillos, machacadores, baleros, cucharas, trompos).

El segundo uso que se reporta es como combustible, ya que de la extracción maderable se desechan partes del árbol que son aprovechados como leña (figura 17), tal como lo reporta Niembro *et al.*, (2010).



Figura 17. Leña de *A. acuminata* para combustible como recurso dendroenergético.

La astilla del ilite es el residuo que se produce en el proceso artesanal, la cual se reutiliza como combustible y como materia orgánica con previo composteo para incorporarla a tierras de cultivo (figura 18 y 19).



Figura 18. Astilla residual del proceso artesanal utilizada como combustible doméstico.



Figura 19. Incorporación de residuos de ilite a parcela agrícola.

La viruta es otro residuo de la transformación maderable que se emplea como sustrato para el cultivo de hongo Seta (figura 20), como acolchados en ponederos de gallinas en traspatios y para incorporarla en tierras de cultivo (figura 21).



Figura 20. Uso de viruta de *A. acuminata* como sustrato para cultivo de Setas.



Figura 21. Incorporación de viruta de ilite como acolchado y abono orgánico en café.

Otros de los usos maderables se encuentra su aprovechamiento de morillos para corrales de animales (figura 22), galeras, viviendas y cercos, de manera similar a lo indicado por Niembro *et al.* (2010).



Figura 22. Postes de *A. acuminata* para construcción de cercos.

Entre los usos no maderables se encuentran el medicinal, empleo de hojarasca para compostas y tierra de monte para el cultivo de ornamentales y frutales. Así también destacan los servicios que se obtienen del ilite principalmente de sombra para cultivos como el café (figura 23), arboles en linderos (figura 24), árboles en potreros y parcelas agrícolas (figura 25).



Figura 23. Uso del ilite como sombra en el cultivo de café.



Figura 24. Árboles de *A. acuminata* en lindero a la orilla de una parcela agrícola.



Figura 25. Brinzales de ilite en parcela con milpa, fungiendo como tutoreo para el frijol.

La conservación de biodiversidad también de importancia ecológica relacionada con el ilite, ya que además de formar parte del bosque de niebla y albergar fauna silvestre, hospeda un gran número de plantas epifitas, como se observa en la figura 26.



Figura 26. Individuo de ilite con presencia de bromelias, helechos y musgos.

Es una especie pionera en la restauración de sitios perturbados como deslaves, apertura de caminos y sitios agrícolas abandonados, tal como lo afirma Ospina *et al.* (2005), Sánchez *et al.* (2009) y Niembro *et al.* (2010) ver figura 27, 28 y 29.



Figura 27. Regeneración natural de ilite en parcela agrícola abandonada.



Figura 28. Agostadero abandonado con alta densidad de regeneración con ilite.



Figura 29. Revegetación de talud de carretera con ilite en Taxco, Tetela de O.

En la figura 30, se puede observar la presencia de nódulos fijadores de nitrógeno en raíces de ilite, tal como lo afirma Ospina *et al.* (2005), Niembro *et al.* (2010) y Molina *et al.* (2006).



Figura 30. Prevalencia de nódulos en asociación simbiótica con actinomicetos en raíces de *A. acuminata*.

6.6. Análisis de restricciones y potenciales del sistema de uso de la tierra

Dentro del SUT se identificaron varias limitantes que afectan de manera directa el desarrollo productivo de las familias y artesanos directamente. La obtención de rendimientos agrícolas muy bajos, dan a conocer la pérdida de la fertilidad gradual del suelo, por varios factores como erosión hídrica y eólica, debida a los altos grados de pendiente de las parcelas, cuando no se practican actividades de conservación de suelo, deficiente asociación de cultivos y planes de fertilización inadecuados.

La extracción forestal de manera irracional a falta de un plan de manejo y aprovechamiento, han originado una sobreexplotación de los recursos forestales, y que en consecuencia ha obligado a algunos artesanos a emigrar a zonas aledañas para la obtención de materia prima, incidiendo de manera negativa en los ingresos de las familias.

Otra de las negativas que ha originado el manejo inadecuado de la especie, es la pérdida de zonas boscosas en áreas frágiles como orillas de arroyos y manantiales, y terrenos con pendientes altamente pronunciadas que quedan sin cubierta forestal, propiciando degradación de suelos forestales y pérdida de biodiversidad.

En base a lo anteriormente expuesto, es necesario que se atiendan las limitantes que propician los bajos rendimientos agrícolas, a través de prácticas agroecológicas y conservación de suelos, con la intención de enfocarse a una agricultura tradicional que resulte productivamente aceptable y optimice los recursos disponibles. Diseñar un plan de ordenamiento y manejo forestal para un aprovechamiento adecuado que lleve a la conservación de los recursos forestales y se asegure la provisión de materia prima para la actividad artesanal, contribuyendo a la economía familiar y fomentar la preservación de su valor sociocultural.

6.7. Diseño de tecnologías agroforestales

6.7.1. Análisis de tecnologías agroforestales potenciales

Para el diseño de la propuesta de tecnologías agroforestales, se analizaron previamente los recursos presentes en el SUT en base a la conclusión del diagnóstico.

La tecnología se basa en la optimización de los recursos, a razón de los productores, existe la presencia de árboles de ilite en las tierras de cultivo, ya sea intermedios o en las orillas de las parcelas, sin embargo, los efectos de sombra hacia el cultivo resulta negativo, ya que disminuye la productividad de los cultivos o reduce el desarrollo de los mismos, situación marcada en el caso del maíz. En este sentido, rescatamos que a pesar de que la agricultura no resulta rentable en base a la información proporcionada por los productores, la práctica de esta actividad permite la provisión de alimentos básicos a las familias, ya que la producción se destina al autoconsumo totalmente, además forma parte de la cultura de las familias. Es de relevancia resaltar que la actividad forestal es prioridad en la comunidad para proveer de materia prima a la actividad artesanal, por lo que la propuesta se basa en el manejo de especies forestales y el desarrollo de una agricultura productivamente sostenible.

6.7.2. Tecnología agroforestal propuesta

En este contexto, se optó por mejorar el sistema ya presente en las unidades productivas. La innovación consta del establecimiento de árboles en contorno y cinturones de protección en las tierras de cultivo; con lo que se obtendrán diversos beneficios productivos, ecológicos y socioeconómicos.

6.7.3. Objetivos de las funciones a cumplir por la tecnología

El objetivo del sistema tendrá a bien ejecutar las actividades:

- Conjunto de prácticas agrícolas sostenibles, basadas en manejo agroecológico, bajo labranza de conservación, uso de semillas nativas de los cultivos tradicionales (maíz y frijol), fertilización orgánica, y obras de conservación de suelo.
- Establecimiento de árboles de ilite en contorno de las tierras de cultivo y como cinturones de protección.
- Incorporación de residuos de la extracción maderable a las tierras de cultivo.

La tecnología propuesta tendrá el fin de mejorar la fertilidad del suelo para mejorar la productividad agrícola, promover la seguridad alimentaria con la obtención de productos de primera necesidad, como es el maíz y frijol, que forman parte de la dieta básica de las familias, según la información obtenida; la promoción de la conservación y recuperación de suelos degradados. Por otro lado, se proveerá de materia prima para la actividad artesanal, como la necesidad básica para las familias.

Si bien, es importante denotar los recursos requeridos y el régimen de manejo de los componentes. El diseño propuesto se muestra en las figuras 31 y 32, observándose el arreglo vertical-horizontal.

6.7.4. Componentes y requerimientos de recursos de la tecnología.

En base a ello, las prácticas agrícolas o el establecimiento de los cultivos se llevará a cabo de forma similar a la que se realiza tradicionalmente, policultivos de maíz y frijol, uso de semillas nativas seleccionadas de cosechas anteriores y en base al conocimiento tradicional de las familias, la siembra a realizarse en los meses de febrero y marzo, bajo régimen temporal, labranza de conservación con la incorporación de residuos de cosechas anteriores para la conservación de suelo y humedad; establecimiento de cultivos de cobertera, leguminosas principalmente, entre los meses de octubre a enero, temporada en la cual se tienen las parcelas en descanso, ya que en base a lo reportado por Ayala *et al.*(2002a) ésta práctica favorece el desarrollo del maíz,; laboreo manual para deshierbes, primera y segunda labor, cosecha, manejo postcosecha; con mano de obra familiar y arrendada.

Para el establecimiento de los elementos forestales, se iniciará con el aprovisionamiento de semilla para la producción de plántula, esta actividad deberá limitarse a los meses de noviembre, diciembre y enero, siendo la época de producción de semilla en la región para el ilite, a través de la selección de árboles semilleros que cumplan las necesidades de los artesanos.. Posterior a ello, se dispondrá a la producción de plántula en viveros familiares rústicos, en un periodo de 6 meses, considerando que el ilite resulta ser de rápido crecimiento, entre los meses de junio a septiembre se prevé establecer en campo, esta parte es muy importante, ya que deberá asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia. Las plantaciones se realizarán con árboles en línea sobre el contorno de las parcelas, a un distanciamiento de 4 metros entre árboles, tomando en cuenta que bajo esta condición permitirá obtener árboles rectos y de buena altura, que si bien, las necesidades de los artesanos requieren de mayor altura que diámetro; bajo este régimen se empleará un promedio de 100 árboles por ha, cantidad que con un desarrollo adecuado suministrará de materia prima varios meses a la actividad artesanal. El manejo posterior que se implementa, consta de manejo de podas, incorporando los residuos a las parcelas, y reforestación constante posterior a la extracción forestal, es importante mencionar que para la ejecución de las actividades que nos lleven a cumplir este objetivo se emplean recursos económicos optimizados y mano de obra familiar.

La asociación de maíz bajo manejo agroforestal con arbóreas y arbustivas fijadoras de nitrógeno, tiene a bien mejorar los rendimientos de grano en base a resultados obtenidos por Ayala *et al.* (2002b) y Morán *et al.* (2002), donde observaron que a raíz de la presencia de estos componentes leñosos, mejora el rendimiento de maíz.

Es importante mencionar que bajo este régimen de manejo, se obtienen una serie de múltiples beneficios, encabezados por los usos que localmente se dan al ilite, además de las interacciones ecológicas y económicas entre los componentes del sistema, los cuales se pueden observar en la figura 33.

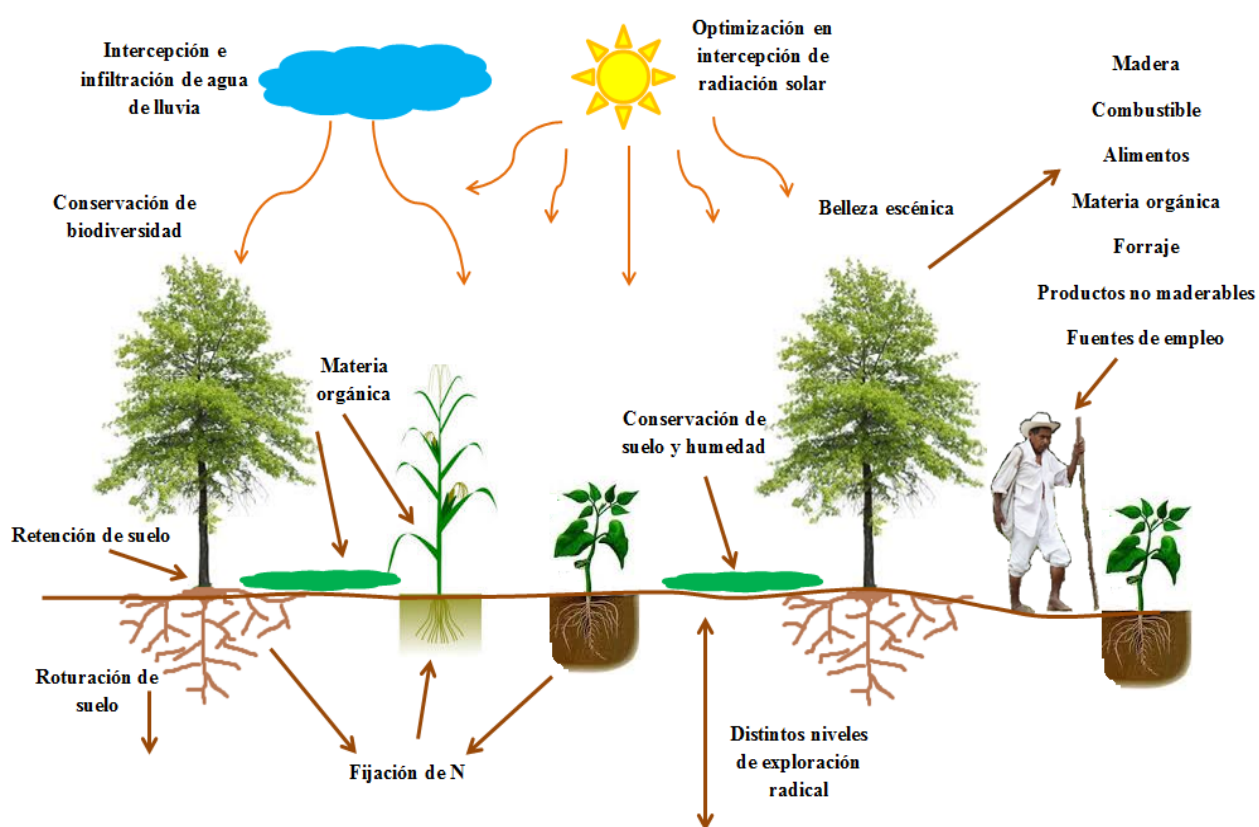


Figura 33. Interacciones ecológicas y económicas de la tecnología (Fuente: elaboración propia).

6.8. Indicadores financieros sobre la tecnología agroforestal propuesta basada en *A. acuminata*.

Con establecimiento de la tecnología propuesta se prevé incidir de manera positiva en el ingreso para los campesinos y artesanos, para ello se realizó una proyección basada en los rendimientos de los cultivos, previendo un incremento anual de 10% en la productividad, de acuerdo al manejo agroecológico que se implementa; la estimación de la producción forestal se estimó a 8 años, debido a que es la edad en que los artesanos realizan el aprovechamiento de la madera para las artesanías.

Para esto se estimaron los costos de inversión en el establecimiento de la tecnología propuesta en el primer año, que consta de mano de obra, insumos y árboles de ilite, para los siguientes años solo se calculó mano de obra e insumos y costos de transformación de la madera al octavo año. De manera similar se proyectaron los beneficios económicos basados en los rendimientos de los cultivos, leña derivada de las podas de los árboles y la producción artesanal al octavo año; cabe mencionar que los costos de inversión y los rendimientos se establecieron de acuerdo a la información proporcionada por los productores y artesanos, como se indica en el cuadro 4. Para esta operación se proyectó una tasa de descuento de 10%, en base a lo planteado por Krishnamurthy y Ávila (1999) y Rucoba (2006).

Cuadro 4. Distribución de costos-beneficios del sistema milpa con árboles en contorno.

Concepto	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Costos (\$)							
Jornales	3200	2645	2645	2645	2645	2645	2645	2795
Insumos	150	150	150	150	150	150	150	150
Árboles	500							
Total	3850	2795	2795	2795	2795	2795	2795	2795
	Beneficios (\$)							
Maíz	765	880	880	880	880	880	880	880
Frijol	1200	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380
Artesanías								10660
Leña			100	100	100	100	100	100
Total	1965	2260	2360	2360	2360	2360	2360	13020

Fuente: elaboración propia.

Con estos datos se obtuvieron los valores que comparan la viabilidad económica del sistema agroforestal con el manejo tradicional de la milpa, resultados que se enmarcan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Indicadores económicos que proyecta la tecnología agroforestal propuesta.

INDICADOR	VALORES OBTENIDOS	
	Tecnología agroforestal	Manejo tradicional
VAN	\$1,192	-\$3,614
TIR	15.33%	
B/C	1.2	0.7

Fuente: elaboración propia.

Los resultados arrojan un valor actual neto (VAN) de \$1,192 de la producción de maíz y frijol bajo manejo agroforestal por la tecnología propuesta, contrastando la proyección de manejo tradicional solo de maíz y frijol con una VAN de -\$3,614. Esto indica que para el establecimiento de esta tecnología proyectada hasta 8 años, se obtienen utilidades positivas, a diferencia del manejo tradicional.

La TIR que se obtuvo fue de 15.33%, mostrando cual es la tasa de descuento máxima que puede soportar el establecimiento de esta tecnología, al obtener una TIR mayor a la tasa de descuento seleccionada (10%), indica que las utilidades del proyecto son viables.

El Beneficio-Costo calculado se hizo en el mismo sentido, se obtuvo B/C de 1.2 para manejo agroforestal propuesto, indicando que por cada peso que se invierta, se obtienen \$0.20 pesos de utilidades; y bajo sistema tradicional proyecta B/C de 0.7, lo que refleja pérdidas. Estos datos reflejan que el manejo agroforestal es 42% más redituable que el sistema tradicional, reflejando que es posible incrementar los beneficios económicos bajo un manejo integral del sistema productivo al incluir el componente forestal, resultando ser beneficioso en varios aspectos socioeconómicos para las familias, incrementando su posibilidad de adopción.

VII. CONCLUSIONES

Se reportan más de 15 usos y servicios del ilite (*Alnus acuminata*) para la comunidad, en los que destacan uso maderable para artesanías, combustible, cercos, materia orgánica para cultivos agrícolas, arboles en linderos, sombra para café, entre otros, lo que destaca su potencial como árbol de uso múltiple ideal para implementarlo en sistemas agroforestales.

La diversidad de usos y beneficios que se le atribuyen al ilite en comparación con las demás especies forestales presentes en la comunidad asume la importancia económica, ya que la población depende directamente del aprovechamiento de esta especie, más del 75% de la población depende económicamente de la actividad artesanal, aportando casi el 90% de los ingresos familiares, con un beneficio-costo de 1.35, lo indica que por cada peso invertido se obtienen \$0.35 pesos, suficiente para cubrir las necesidades básicas de las familias.

El *Alnus acuminata* es también de importancia ecológica, debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, ser una especie pionera para la repoblación de sitios perturbados, y representar un elemento esencial del bosque mesófilo promoviendo la conservación de la biodiversidad.

El diseño agroforestal propuesto basado en ilite como árbol de uso múltiple pueden mejorar notablemente los rendimientos en la productividad agrícola, principalmente de maíz y frijol, cultivos tradicionales de la comunidad, proveer de materia prima a los artesanos, y brindar una serie de servicios ecológicos para mejorar las condiciones del ecosistema local; resultando ser una sistema financieramente rentable a mediano y largo plazo, arrojando una VAN de \$1,192, TIR de 15.33%, y un B/C de 1.2, comparado con el sistema de manejo tradicional comúnmente practicado.

La presente investigación es la primera realizada en el área descrita, enfocada al planteamiento de alternativas productivas sostenibles basadas en las características socioeconómicas y biofísicas locales, promoviendo el uso y conservación de los recursos naturales y la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población, fomentando la

participación y organización de los(as) campesinos y artesanos en el desarrollo rural sostenible.

Se recomienda realizar la cuantificación de nitrógeno fijado por el ilite, así como análisis elemental de la hojarasca, para conocer el aporte real de nutrientes a los terrenos agrícolas; un análisis bromatológico sobre la composición química del follaje del *A. acuminata* para su posible implementación en la alimentación animal promoviendo sistemas silvopastoriles en la región.

Se recomienda que bajo el diseño propuesto, se realicen plantaciones escalonadas para la producción constante de materia prima para la actividad artesanal. Es necesario diseñar un plan de ordenamiento y manejo forestal para un aprovechamiento sostenible que lleve a la conservación de los recursos forestales.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Alcántara, A. O., Luna, V. I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. Acta Botánica Mexicana. Núm. 54. Instituto de Ecología, A.C. México. Pp. 51-87.
2. Ayala, S. A., Basurto, G. JA., Krishnamurthy, L., Leos, R. JA. 2002a. Barbechos cortos cultivados y asociaciones de mucuna y canavalia con maíz para el mejoramiento de la milpa de Yucatán. *In: Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible.* Krishnamurthy L., Uribe, G. M. PNUMA-SEMARNAT. México. Pp. 185-217.
3. Ayala, S. A., Basurto, G. JA., Krishnamurthy, L., Leos, R. JA. 2002b. Barbechos mejorados con leguminosas arbóreas y arbustivas para la producción de maíz en Yucatán. *In: Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible.* Krishnamurthy L., Uribe, G. M. PNUMA-SEMARNAT. México. Pp. 219-249.
4. Baca, U. G. 2001. Evaluación de proyectos. 4ª. Edición. McGraw-Hill. México. 373 pág.
5. Becerra, A., Cabello, M. 2007. Micorrizas arbusculares en plantines de *Alnus acuminata* (Betulaceae) inoculados con *Glomus intraradices* (Glomaceae). Bol. Soc. Argent. Bot. Vol. 42(3-4). Argentina. Pp. 155-158.
6. Bene, J.G., Beall, H.W., Côté, A. 1977. Trees, food and people: land management in the tropics. IDRC. Canadá. 52 pág.
7. Budowski, G. 1994. El alcance y el potencial de la Agroforestería con énfasis en Centroamérica. *In: Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión.* Krishnamurthy L., Leos R. JA. (Eds.). CADS-UACH. México. Pp. 1-16.
8. Burley, J. 1985. Global needs and problems of the collection, storage and distribution of multipurpose tree germoplasm. Science Ad practice of Agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenia. 189 pág.

9. Burley, J. 1987. Exploitation of the potential of multipurpose trees and shrubs in agroforestry. *In: Agroforestry, a decade of development.* Steppler, H.A., Nair, P.K.R.(Eds.). ICRAF. Nairobi, Kenia. Pp. 273-286.
10. Carranza, G. E., Madrigal, S. X. 1995. Flora del Bajío y de regiones adyacentes: Betulaceae. INECOL. México. 22 pág.
11. Cartujano, S., Zamudio, S., Alcántara, O., Luna, I. 2002. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. Sociedad Botánica de México. México. Pp. 13-43.
12. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1995. *Alnus acuminata* ssp. *Arguta*, (Schenhtendal) Furlow, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe técnico. Costa Rica. 45 pág.
13. Cedillo, P. G. 2005. Cooperativa procesadora de Tilapia en Tetela de Ocampo, Puebla. UNAM. México. 148 pág.
14. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. CONABIO, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 440 pág.
15. Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2014. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. Tetela de Ocampo, Puebla.
16. Farrell, J.C., Altieri, M.A. 1999. Sistemas agroforestales. *In: Altieri, M.A. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable.* Nordan-Comunidad. Uruguay. Pp. 229-243.

17. Ferrari, A. E., Wall, L. G. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía. Vol. 105(2). Argentina. Pp.63-87.
18. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. UNAM. México. 243 pág.
19. Geilfus, F. 2009. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA. Costa Rica. 217 pág.
20. Gonzales, E. JM., Ramírez, A. O., Figueroa, H. E., Loera, M. J. 2011. Evaluación financiera de producción de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*): caso Cooperativa de Producción Pesquera Acuícola “El pejelagarto”, S.C. de R.L. Revista Quinta Época. Vol. 29. México. Pp. 704-718.
21. Gualdron, C. E., Padilla, C. CE. 2007. Producción y calidad de leche en vacas Holstein en dos arreglos silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociados con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Tesis de grado. Universidad de la Salle. Colombia. 124 pág.
22. Guerra, M. DD. 2010. Crecimiento inicial de cuatro especies forestales: *Cedrela montana* Moritz ex Turez, *Alnus acuminata* Kuntz, *Croton* spp. y *Pinus radiata* D. Don, en y asocio con cultivos agrícolas. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
23. Huxley, P. A., Sidney, B. W. 1989. Multipurpose trees: selection and testing for agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenia. 105 pág.
24. Ibrahim, M., Camero, A., Camargo, J.C., Andrade, H.J. S/F. Sistemas silvopastoriles en América Central: experiencias de CATIE. CATIE. Costa Rica. 18 pág.

25. Instituto Nacional Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Guía para la interpretación de Cartografía Edafología. México. 27 pág.
26. Instituto Nacional Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tetela de Ocampo, Puebla. México. 9 pág.
27. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Mapa digital de México. Consultado en línea el 24 de abril de 2015, disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jE5Ljg3MzA3LGxvbjotOTcuNzMzOTgsejoxMSxsOmM0NjJ8YzQ2NQ==>
28. Jaimes, E., Mendoza, JG. 2004. Evaluación física de tierras para cuatro sistemas agroforestales en los sectores Piedra Azul y La Ciénega, estado Trujillo-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 45(1). Venezuela. Pp. 125-132.
29. King, K.F.S., Chandler, M.T. 1978. *The wasted lands*. ICRAF. Nairobi, Kenia. 39 pág.
30. Krishnamurthy, L., Ávila, M. 1999. *Agroforestería básica*. PNUMA. México. 340 pág.
31. Lara, P. E., Caso, B. L., Aliphath, F. M. 2012. El sistema milpa, roza, tumba y quema de los Maya Itzá de San Andrés y San José, Petén, Guatemala. *Revista Ra Ximhai*. Vol. 8(2). México. Pp. 71-92.
32. López-Pérez, Y., Tejero-Díez, JD., Torres-Díaz, AN., Luna-Vega, I. 2011. Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México. *Sociedad Botánica de México*. Núm. 88. México. Pp. 35-53.
33. Martínez, MA., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., Cruz, R. A. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(1). México. Pp. 15-40.

34. Mendieta, L. M., Rocha, M. L.R. 2007. Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 217 pág.
35. Miranda, F., Hernández, X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UACH. México. Pp. 29-176.
36. Molina, L. M., Medina, S. M., Orozco, P. S. 2006. El efecto de la interacción Frankia-micorrizas-micronutrientes en el establecimiento de árboles de aliso (*Alnus acuminata*) en sistemas silvopastoriles. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 19(1). Colombia. Pp. 39-48.
37. Montiel-Aguirre, G., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., Uribe-Gómez, M. 2006(a). Opciones agroforestales para productores de mango. TERRA Latinoamericana. Vol. 24(3). México. Pp.409-416.
38. Montiel-Aguirre, G., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., Uribe-Gómez, M. 2006(b). Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el estado de Michoacán, México. TERRA Latinoamericana. Vol. 24(4). México. Pp.557-564.
39. Morán, V. MA., Krishnamurthy, L., Srinivasan, G. Cultivo en callejones con frijol de árbol [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] y maíz (*Zea mays* L.) en el trópico húmedo del estado de Veracruz: análisis del rendimiento de grano y fertilidad del suelo. 2002 *In: Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible*. Krishnamurthy L., Uribe, G. M. PNUMA-SEMARNAT. México. Pp. 251-280.
40. Muñante, P. D. 1995. Indicadores para la evaluación económica de proyectos: VAN, B/C, N/K, TIR. Definición de cálculo e interpretación. Universidad Autónoma Chapingo. México.

41. Muñoz-Tlahuiz, F., Guerrero-Rodríguez, JD., López, PA., Gil-Muñoz, A., López-Sánchez, H., Ortiz-Torres, E., Hernández-Guzmán, JA., Taboada-Gaytán, O., Vargas-López, S., Valadez-Ramírez, M. 2013. Producción de rastrojo y grano de variedades locales de maíz en condiciones de temporal en los valles altos de Libres-Serdán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 4(4). México. Pp. 515-530.
42. Nair, P. K. 1997. *Agroforestería*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. México. 543 pág.
43. Nair, P.K.R. 1984. Tropical agroforestry systems and practices. *In: Tropical Resource Ecology and Development*. Furtado, J.I., Ruddle, K. (Eds). Englad.
44. Nair, P.K.R. 1993. *An introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers-ICRAF. Netherlands. 489 pág.
45. Nair, P.K.R. 1994. Estado actual de la educación e investigación agroforestal. *In: Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión*. Krishnamurthy L., Leos R. JA. (Eds.). CADS-UACH. México.
46. Niembro, R. A. 1990. *Árboles y arbustos útiles de México*. 1era. Edición. Editorial Limusa. México. 206 pág.
47. Niembro, R. A. 2001. Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso. *Revista Madera y Bosques*, Vol. 7(2). México. Pp. 3-11.
48. Niembro, R. A., Vázquez, T. M., Sánchez, S. O. 2010. *Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación estratégica*. México. 258 pág.

49. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
50. Ospina, A.A. 2006. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. ACASOC. Colombia. 209 pág.
51. Ospina, P. CM., Hernández, R. J., Gómez, D. DE., Godoy, B. JA., Aristizábal, V. FA., Patiño, C. JN., Medina, O. JA. 2005. El aliso o cerezo: *Alnus acuminata* ssp. *acuminata*. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina de Colombia. CENICAFE. Colombia. 35 pág.
52. Pérez-Luna, A. 2014. Zonificación agroecológica aplicada para la selección de especies agrícolas promisorias en San Nicolás, Puebla. Tesis de licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 89 pág.
53. Ponce-Vargas, A., Luna-Vega, I., Alcántara-Ayala, O., Ruiz-Jiménez, CA. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Núm. 77. Mexico. Pp. 177-190.
54. Quintero, A. B., Walkiria, G. C., Fernández, L., Calzadilla, J. 2010. Diagnóstico del sistema de producción-comercialización del ganado caprino-ovino en el departamento de La Guajira, Colombia. Aplicación del Escalamiento Óptimo. Revista de Ciencias y Técnicas. Agropecuarias. Vol. 19(2). Cuba. Pp. 57-64
55. Raintree, J. B. 1987. D&D User's Manual: An Introduction to Agroforestry Diagnosis and Desing. ICRAF. Nairobi, Kenia.

56. Ramírez, V. B., Juárez, S. JP. 2012. Tracción animal en la agricultura campesina: Estudio longitudinal en once municipios de Puebla. *In: Ganadería y alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social*. Cavallotti, V. B., Cesín, V. A., Ramírez, V. B., Marcof, A. C. (Coordinadores). Vol. 2. UACh. México. Pp. 487-500.
57. Ramos, C. G., Jaramillo, V. JL., Parra, I. F., Gonzáles, L. GJ. 2013. Factores que determinan la persistencia de la producción campesina de maíz: el caso del municipio de Libres Puebla. *Revista Ra Ximhai*. Vol. 9(1). México. Pp. 15-28.
58. Rojas, R. F., Torres, C. G. 2008. Árboles del vale central de Costa Rica: reproducción. Solución tecnológica. *Kurú: Revista Forestal*, vol. 4(14). Costa Rica.
59. Rucoba, G. A., Anchondo, N. A., Luján, A. C., Olivas, G. J. 2006. Análisis de rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernadero en la región centro-sur de Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Vol. 5(19). México. 11 pág.
60. Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*. México. Pp. 25-44.
61. Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 328-339.
62. Sánchez, M. L., Amando, S. GM., Criollo, C. PJ., Carvajal, S. T., Roa, T. J., Cuesta, P. A., Conde, P. A., Umaña, A. A., Bernal, LM., Barreto, de E. L. 2009. El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. CORPOICA. Colombia. 56 pág.

63. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Estudio de factibilidad de alternativas de riego por medio de una presa en el municipio de Tetela de Ocampo en el estado de Puebla. Estudio técnico. México. 174 pág.
64. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2015. Catálogo de localidades. Documento en línea. Consultado el 25 de abril de 2015, disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=172>
65. Segura, M., Castillo, A., Alvarado, A. 2006. Efecto de la fertilización con fosforo sobre la nodulacion de *Frankia* en plantaciones de *Alnus acuminata* en andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, Vol. 30(1). Costa Rica. Pp. 43-52.
66. Segura-Santos, H., Vázquez-Martínez, I., Hernández-Archundia, FJ. 2013. Impacto socioeconómico de los programas para la seguridad alimentaria en la comunidad de Taxco, Puebla: Caso POPMI-CDI. *In: La ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas*. Cavallotti, V. B., Ramírez, V. B., Cesín, V. A., Rojo, M. GE., Marcof, A. C. (Coordinadores). UACH. México. Pp. 53-59.
67. Somarriba, E. 1998. Diagnóstico y diseño agroforestal. *Agroforestería de las Américas*. Vol. 5:17-18.
68. Torquebiau, E. 1993. Los conceptos de agroforestería: una introducción. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, UACH. México. 60 pág.
69. Turiján, A. T., Damián, H. MA., Ramírez, V. B., Juárez, S. JP. Estrella, C. N. 2012. Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 3(6). México. Pp. 1085-1100.

70. Von Carlowitz, P. G. 1986. Defining ideotypes of multipurpose trees for their phenotypic selection and subsequent breeding. *In: International Workshop on Biological Diversity and Genetic Resources of Underexploited Plants*. Pp. 14.
71. Wood, P. J., Burley, J. 1991a. A tree for all Reasons: Introduction and Evaluation of Multipurpose Trees for Agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenia. Pp. 13-18.
72. Wood, P. J., Burley, J. 1991b. The ideal tree or “ideotype” for an agroforestry system. *In: A tree for all Reasons: Introduction and Evaluation of Multipurpose Trees for Agroforestry*. Wood, P. J. y Burley, J. (Eds). ICRAF. Nairobi, Kenia. Pp. 13-18.
73. Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB international-ICRAF. Nairobi, Kenia. 318 pág.

IX. ANEXOS



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



Encuesta de apoyo para la realización del trabajo de investigación “Análisis funcional de *Alnus acuminata* H.B.K. como árbol multipropósito y opciones agroforestales en Taxco, Puebla”.

***La información obtenida será utilizada únicamente con fines académicos y de investigación, por lo que se garantiza la confidencialidad de los encuestados.**

No. DE ENCUESTA _____

Localidad: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Altitud: _____

Integrantes de la familia: _____ Escolaridad del productor: _____

Características ecológicas

1.- Clase textural del suelo: _____

2.- Hidrología (presencia de ríos, arroyos, manantiales, etc.): _____

3.- Tipo de vegetación presente: _____

Características socioeconómicas

4.- Habla lengua indígena: Si () ¿Cual? _____ No ()

5.- Tenencia de la tierra: Propia () Rentada () comunal o Ejidal ()

6.- Ocupación del campesino: _____

7.- Ingresos: Oficio (%) _____ Agricultura (%): _____ Programa de apoyo (%) _____

Uso de la tierra

8.- Área total del predio del productor (contemplando áreas boscosas, de cultivo, potreros y vivienda) (UP): _____

Actividades en la UP.

9.- Superficie: Agricultura _____ Ganadería _____ Área boscosa _____

Otra: _____

Producción agrícola

10.- Cultivos: _____

11.- Patrón de cultivo: Monocultivo () Policultivo () Rotación ()

Prácticas culturales:

12.- Barbecho: Maquinaria () Tracción animal () Labranza cero ()

13.- Siembra: Manual (): Implementos: _____
Mecanizada ()

14.- Control de plagas y enfermedades: Aplicación de pesticidas ()

¿Cuáles? _____ Deshierbes manuales ()

15.- Fertilización: Química () Orgánica ()

Productos aplicados: _____ Dosis: _____

16.- Cosecha: Manual () Mecanizada ()

17.- Manejo post-cosecha: _____

18.- Destino de la producción: Autoconsumo () Venta ()

Mano de obra: Familiar () Jornales () Costo del jornal: _____

19.- Rendimientos:

Cultivo	Rendimientos	Precio de venta

20.- Costos de producción

Actividad	Costos
Preparación del suelo (Barbecho)	
Siembra	
Control de plagas y enfermedades	
Primera labor (labranza)	
Segunda labor (aterrada)	
Fertilización	
Cosecha	
Total	

21.- Prácticas de conservación de suelo: _____

Producción pecuaria

22.- Especies presentes: _____

23.- Tipo de explotación: Comercial () Traspatio ()

24.- Manejo de cruzas: Si () No ()

25.- Alimentación: Alimentos bal. () Pastoreo ()

Área de agostadero: _____

26.- Forrajes o pasturas manejados: _____

27.- Productividad

Especie	Cabezas	Prod/año	Destino	Precio

28.- Costos de producción

Concepto	Costos
Compra de cabezas	
Alimentación	
Medicamentos	
Otras	

Producción forestal

29.- Área forestal: _____

30.- Especies de importancia: _____

31.- Extracción de no maderables: No () Si () ¿Cuáles? _____

32.- Programa de manejo forestal: Si () No ()

33.- Presencia de árboles en cultivos: _____

34.- Usos y beneficios de las especies forestales

Especie	Nom. Científico	Usos	Beneficios económicos	Importancia cultural

Evaluación del Ailíte

- 35.- Superficie manejada: _____
 36.- Arreglo espacial: Bosque natural () Plantación () Dispersos en cultivos ()
 37.- Edad de explotación: _____ 38.- Altura: _____ 39.- Diámetro: _____
 40.- Forma del tronco: _____
 41.- Calidad de madera: _____
 42.- Transformación: _____
 43.- Proceso de transformación:

- 44.- Cantidades de producción por semana

- 45.- Diámetro preferencial del árbol _____
 46.- Numero de árboles talados/semana _____
 47.- Variación de la madera por temporada del año: Si () No ()
 ¿Cuáles? _____
 48.- Variación en la madera por zonas de distribución: Si () No ()
 ¿Cuáles? _____
 49.- Sugerencias de Manejo: Si () No ()
 ¿Cuáles? _____
 50.- Costos de transformación: _____
 51.- Precios de venta: _____

52.- Usos y beneficios principales del ilite

Usos o Productos	Usos o productos
Madera para aserrío	Uso de viruta como subproducto
Madera para artesanías	Follaje como abono verde
Forraje	Follaje para compostas
Colorante	Tierra de monte (Hojarasca)
Medicinal	Cortinas rompevientos
Leña	Uso de astilla
Sombra para cultivos	Materia orgánica para cultivos
Ornamental	Reforestación en deslizamientos de tierra
Arboles en linderos	
Arboles en potreros	
Postes para cercos	
Postes para corrales	
Postes para construcción de vivienda	

Recursos y servicios en las unidades de producción:

53.- Tipo de mano de obra: Familiar () Peones ()

54.- Maquinaria y equipo:_____

55.- Como le gustaría diversificar su producción artesanal_____

56.- Cuales son las necesidades que tiene para crecer como artesano o diversificar la producción?_____

57.- Como se ha comportado el mercado de sus productos durante los últimos años?_____

58.- Comercialización de productos: Local () Nacional ()

59.- Programas de apoyo: Procampo () Progan () Otro:_____

60.- Asesoría técnica: Si () No () Tipo de asesoría:_____

61.- Organizaciones locales o cooperativas:_____

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN...



BUAP

Oficio No. IAH/516/2015

C. Heliberto Segura Santos
Egresado de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el M.C. Raúl Fidel Sánchez Hernández (Director de Tesis), M.C. Francisco Javier Hernández Archundia (Asesor), M.C. Ignacio Vázquez Martínez (Asesor), M.C. José Nelson Montoya Toledo (Asesor) y M.C. Fabián Enriquez García (Asesor) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Análisis funcional de *Alnus acuminata* H.B.K. como árbol multipropósito y opciones agroforestales en Taxco, Puebla”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., 28 de Abril de 2015

M. C. Fabián Enriquez García
Director de Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

C.c.p. - Archivo y Minutario
MC FEG/mlsm

