



---

---

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**Sistemas Agroforestales (SAF) de la comunidad de Talican, Tetela de  
Ocampo Puebla**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:  
Edmar Barrientos Villegas**

**DIRECTOR DE TESIS:  
MC. Alfredo Báez Simón**

**TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, MAYO DE 2022**



---

---

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF) EN LA COMUNIDAD DE TALICAN,  
TETELA DE OCAMPO, PUEBLA**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:  
EDMAR BARRIENTOS VILLEGAS**

**DIRECTOR DE TESIS:  
MC. ALFREDO BAEZ SIMON**

**ASESORES:  
MC. BENJAMÍN BARRIOS DÍAZ**

**MC. MARIA DEL ROSARIO HERNANDEZ TAPIA**

**TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, MAYO DE 2022**

La presente tesis titulada: **Sistemas agroforestales (SAF) de la comunidad de Talican, Tetela de Ocampo, Puebla**. Realizada por el alumno: **Edmar Barrientos Villegas**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL  
COMPLEJO REGIONAL NORTE — SEDE  
TETELA

Consejo particular integrado por:

Director: M.C. Alfredo Báez Simón

Firma  


Asesor: M.C. Ma. Del Rosario Hernández Tapia



Asesor: M.C. Benjamín Barrios Díaz



Tetela de Ocampo, Puebla, mayo de 2022

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico: Mtro. Alfredo Báez Simón, colaborador activo con el cuerpo académico: **348-Biotecnología para la Agroalimentación y Agroecología**

## AGRADECIMIENTOS

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**, por ser la institución que me abrió las puertas, estoy muy agradecido de haber pasado mi época de estudiante en las instalaciones de la sede de Tetela de Ocampo.

A mi director de tesis el **MC. ALFREDO BAEZ SIMON**, por su paciencia, dedicación y disponibilidad de tiempo para revisar ésta tesis; el aporte de sus conocimientos y experiencias benefician a éste trabajo, haciéndolo más extenso y rico en información.

A mis asesores de tesis el **MC. Benjamín Barrios Díaz** y la **MC. María Del Rosario Hernández Tapia**, por apoyarme en esta parte tan importante que es realizar la tesis, agradezco todo el conocimiento que aportan para enriquecer este trabajo y obtener un mejor resultado.

A los **maestros y cuerpo administrativo** de la sede Tetela de Ocampo, que siempre estuvieron al pendiente de todo, les agradezco, ya que cada uno de ellos es importante por su aporte, ya sea por una clase, algún consejo o ayuda con algún problema académico o personal.

A mis padres **Alfonso Barrientos Carmona** y **Piedad Villegas Martínez**, les agradezco por todo el tiempo, esfuerzo y sacrificio que han dedicado para forjarme como la persona que soy, todos mis logros se los debo a ustedes, incluyendo éste. Gracias por motivarme constantemente para hacer mejor las cosas y poder alcanzar todas mis metas.

A mis hermanos **Saúl, Jacob, Isaí, Abi y Salo**, que siempre han estado para ayudarme en días difíciles con sus consejos y palabras de motivación, sé que cuento con ustedes y ustedes conmigo.

## DEDICATORIAS

A **Dios** por todo lo que me ha dado, por permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi vida, por darme la fortaleza que necesito para salir adelante y que hoy me permite culminar con esta etapa, por llenar mi camino de personas que han sido mi soporte y compañía durante mi periodo de estudio.

A la **Madre Tierra** que nos da los árboles, agua, abejas y flores que todos los días nos dan comida, oxígeno y vida, es mi deber cuidar y amarte.

A mis padres **Alfonso Barrientos Carmona** y **Piedad Villegas Martínez**, por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, por su cariño, por todos sus consejos, por su ejemplo de perseverancia y fortaleza, y apoyarme en lo que necesito.

A mis hermanos **Saúl, Jacob, Isaí, Abi y Salo** por su cariño y apoyo en todos los momentos que necesite, por hacerme saber que siempre cuento con ustedes y por alentarme moralmente en todo momento y nunca dejarme solo.

A las familias que me dieron su tiempo apoyándome en mi investigación

A mis **amigos y compañeros** que me acompañaron durante esta travesía haciéndola más fácil y divertida, por ofrecerme su amistad y compartir todas las experiencias vividas durante nuestra vida universitaria, con quienes compartí grandes momentos y experiencias y de quienes pude aprender muchas cosas. Su compañía y apoyo fueron muy importantes para mí durante la universidad.

A **Lizbeth** por darme ánimos en tiempos difíciles y todo el apoyo brindado durante estos años.

Contenido	
INDICE.....	III
<b>Introducción</b> .....	VII
<b>II. Planteamiento del problema</b> .....	2
<b>III. Objetivo General</b> .....	2
<b>Objetivo específico</b> .....	2
<b>IV. Hipótesis</b> .....	2
<b>V. Revisión de literatura</b> .....	3
<b>Definición de Agroforestería</b> .....	3
<b>5.2 Origen de los sistemas agroforestales</b> .....	12
<b>5.3 Historia de la Agroforestería</b> .....	14
<b>5.4 Sistemas agroforestales y climas</b> .....	14
<b>5.5 Sistemas agroforestales en Puebla</b> .....	15
<b>5.5.1 El Kuojtakiloyan</b> .....	15
<b>5.5.2 Los sistemas agroforestales en el valle de Tehuacán</b> .....	17
<b>5.6 Clasificación de sistemas Agroforestales</b> .....	19
<b>5.7 Clasificación por arreglos en el espacio y tiempo</b> .....	20
<b>5.8 Clasificación funcional</b> .....	21
<b>5.9 Clasificación ecológica</b> .....	22
<b>5.10 Clasificación socioeconómica</b> .....	22
<b>5.11 Interacciones positivas en Agroforestería</b> .....	23
<b>5.12 Interacciones negativas en Agroforestería</b> .....	26
<b>5.13 Manejo de los componentes</b> .....	29
<b>Materiales y Métodos</b> .....	30
<b>6.1 Descripción del área de estudio</b> .....	31
<b>6.2 Descripción geográfica de la comunidad</b> .....	33
<b>6.3 Encuesta para productores de Sistemas agroforestales en la comunidad de Talican Tetela de Ocampo puebla</b> .....	34
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	69

Figura	Lista de figuras	Pagina
1	Tetela de Ocampo en la Sierra Norte de Puebla.	30
2	Ubicación de los sistemas agroforestales en la comunidad de Talican.	32
3	Jardín Multiestrato.	53
4	Granos almacenados.	53
5	Maíz del SAF Jardín Multiestrato.	53
6	Seberina González De La Luz.	53
7	Gallinas del SAF Huerto de Traspatio.	54
8	Maíz del SAF Huerto de Traspatio.	54
9	Manuela Bonilla Lucas dueña del Huerto de Traspatio.	54
10	Frijol del SAF Huerto de Traspatio.	54
11	Ovejas del Huerto de Traspatio.	54
12	Margarita Calderón Bautista dueña del SAF Cinturón de protección y rompevientos.	55
13	Jitomate silvestre en el SAF.	55
14	Maíz obtenido del SAF.	55
15	Frijol obtenido del SAF.	55
16	Calabazas obtenidas en el SAF como complemento alimenticio.	56
17	Concepción Barrientos Carmona.	56
18	Barrera de protección y cerca viva.	56
19	Mazorca para alimentación de la familia y animales.	56
20	Gallinas con doble propósito.	56
21	Combinación de jitomates y aguacates.	57
22	Plantas de aguacate y cafetos.	57
23	Huerto de traspatio.	57
24	Higueras y aguacates.	57
25	Milpa en melgas con aguacate.	58
26	Nopal verdura para alimentación de la familia.	58
27	Trigo en callejones junto a plantas de durazno.	58
28	Trigo en callejones junto a plantas de aguacate.	58
29	Huerto de traspatio con aguacate, nopales y pollos.	59
30	Maguey en combinación con aguacate.	59
31	Combinación de pollos y duraznos.	59
32	Alverjón obtenido del SAF para alimentación familiar	59
33	Amparo Hernández H.	60
34	Pollos con doble propósito	60
35	Cedro blanco como cortina rompevientos.	60
36	Planta de chile canario.	60
37	Alcatraz para comercialización y ornato.	60
38	Huerto de aguacate de accesiones variadas.	61

39	Vaca utilizada para las actividades del campo.	61
40	Maíz obtenido del SAF.	61
41	Gallinas con doble propósito	61
42	Piedad Villegas Martínez.	61
43	Jardín Multiestrato.	62
44	Huerto semi comercial de aguacate Hass.	62
45	Presencia de duraznos y aguacates.	62
46	Saúl Barrientos Villegas.	62
47	Huerto de aguacate con milpa.	62
48	Combinación de aguacate y durazno.	63
49	Huerta semicomercial de aguacate Hass.	63
50	Higueras con aguacates.	63
51	Huerto de duraznos.	63
52	Guía de espino.	64
53	Aguacate en tecorrall.	64
54	Huerta semicomercial.	64
55	Serafín Barrientos Carmona	64
56	Borregos con doble propósito	64
57	Señora Piedad vendiendo productos de su SAF.	65
58	Chicharos obtenidos del SAF.	65
59	Huevos para alimentación y reproducción.	65
60	Diversidad de alimentos obtenidos.	65
61	Señora Amparo vendiendo productos de su SAF.	66
62	Diversidad de alimentos del SAF.	66
63	Nopal verdura obtenido del SAF.	66
64	. Huevos para alimentación y reproducción.	66

Cuadro	Lista de cuadros	Pagina
1	(Elaboración propia CONAFOR, 2013).	15

## **SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF) EN LA COMUNIDAD DE TALICAN TETELA DE OCAMPO, PUEBLA.**

### **Resumen**

Los sistemas agroforestales son una alternativa sustentable para el aprovechamiento de los recursos que el suelo, agua y microbiología nos brindan. La comunidad de Talican, Tetela de Ocampo se caracteriza por tener suelos productivos pero de difícil acceso impidiendo el aprovechamiento extensivo de la agricultura sin embargo abre las posibilidades a los sistemas agroforestales como opción viable para la alimentación y subsistencia familiar. Por ello se realizó una investigación donde se ubicaron y clasificaron los SAF de dicha comunidad obteniendo el conocimiento de especies (animales y vegetales) empleadas en los sistemas y su forma de aprovechamiento por parte de las familias. Se realizaron recorridos por la comunidad ubicando los terrenos que cumplían las características y ubicando a los dueños para realizarles una encuesta donde se obtiene información de las especies con las que su SAF cuenta y a su vez el aprovechamiento que les dan y que tan involucrada esta la familia en el trabajo y manejo del sistema. Se obtuvieron los resultados de las especies más abundantes de los SAF, sabemos que el maíz y frijol son los granos que más se cultivan y consumen en las familias de la comunidad, por su parte los aguacates y duraznos son los frutos con mayor población resaltando que cuentan con diferentes variedades de estos frutales enriqueciendo la diversidad y obteniendo mayor ingreso económico de ellos, los pollos son la especie animal con mayor población por su bajo costo de mantenimiento y por su doble o triple aprovechamiento, en segundo lugar se encuentran las ovejas por su excremento que es muy utilizado para la nutrición de los suelos de cultivo que tienen las familias de la comunidad.

**Palabras clave:** Sistemas agroforestales (SAF), recursos naturales, aprovechamiento, especies, diversidad.

## **AGROFORESTRY SYSTEMS (AFS) IN THE COMMUNITY OF TALICAN TETELA DE OCAMPO, PUEBLA.**

### **Summary**

Agroforestry systems are a sustainable alternative for the use of the resources that the soil, water and microbiology provide us. The community of Talican, Tetela de Ocampo is characterized by having productive soils that are difficult to access, preventing the extensive use of agriculture, however, it opens up the possibilities for agroforestry systems as a viable option for family food and subsistence. For this reason, an investigation was carried out where the SAF of said community were located and classified, obtaining the knowledge of species (animals and vegetables) used in the systems and their form of use by families. Tours of the community were carried out locating the land that met the characteristics and locating the owners to carry out a survey where information is obtained on the species that their SAF has and, in turn, the use they give them and how involved the family is. in the work and management of the system. The results of the most abundant species of the SAF were obtained, we know that corn and beans are the grains that are most cultivated and consumed in the families of the community, meanwhile, avocados and peaches are the fruits with the highest population, highlighting that You have different varieties of these fruit trees, enriching diversity and obtaining greater economic income from them. Chickens are the animal species with the highest population due to their low maintenance cost and their double or triple use. Sheep are in second place due to their excrement that is widely used for the nutrition of the cultivated soils that the families of the community have.

**Key words:** Agroforestry systems (**SAF**), natural resources, use, species, diversi

## **Introducción**

La Agroforestería es una disciplina que promueve un uso distinto de la tierra, donde existe interacción en espacio y-o tiempo entre especies maderables, vegetales y-o animales.

Esta disciplina ha existido desde tiempos remotos en distintas regiones del planeta. Por su parte en América las civilizaciones mayas, aztecas, incas y otras existentes reconocieron los beneficios de la interacción de árboles y cultivos e incluso animales.

En la Región Nororiental de la Sierra Norte de Puebla está presente el sistema Kuojtakiloyan establecido en las áreas cafetaleras, de la región cuenta con amplio tipo de árboles y cultivos conformado por milpas, cafetales bajo sombra, vegetación secundaria de diferentes edades, potreros, cañaverales y algunos remanentes de selva y bosque maduros además de una gran riqueza florística con cerca de 1000 especies de plantas de las cuales 636 reciben nombre en Náhuatl y cuentan con características alimenticias o medicinales que la gente usa.

Tetela de Ocampo ubicado en el corazón de la Sierra Norte de Puebla, cuenta con clima templado, un rango de altitud de entre los 1500 a 3000 msnm y una extensión de 328.80 km cuadrados, de las principales actividades destaca la agricultura que está presente en la mayoría de sus comunidades. Talican se ubica aproximadamente a 20 km de la cabecera municipal con dirección al municipio de Zacapoaxtla, la comunidad cuenta con terrenos pedregosos y con notable pendiente siendo este un impedimento para la agricultura extensiva pero si para la agricultura de conservación, agricultura familiar, huertos de traspatio donde la familia participa y cultiva parte de sus alimentos, obteniendo también productos de origen animal, abono de sus animales, minerales de los suelos y otros insumos como leña de los bosques y parcelas de las cuales los jefes de familia son dueños.

## **II. Planteamiento del problema**

¿Qué beneficios han brindado a las familias los sistemas agroforestales en la comunidad de Talican?

## **III. Objetivo General**

Identificar los factores que han aportado beneficios para las familias que establecieron los sistemas agroforestales (SAF) en sus terrenos.

### **Objetivo específico**

Reconocer los beneficios ambientales, económicos y de seguridad alimentaria que los sistemas agroforestales (SAF) brindan.

## **IV. Hipótesis**

Las familias que cuentan con SAF en sus parcelas obtienen mayor diversidad de alimentos así como un ligero mayor ingreso económico a diferencia de las familias que no cuentan con los SAF.

Las familias que se ven involucradas en el manejo y trabajo del sistema generan conocimiento cultural además de empírico que se transmiten a las nuevas generaciones

## V. Revisión de literatura

### Definición de Agroforestería

Agroforestería es una palabra nueva para designar la vieja práctica de cultivar especies leñosas junto con cultivos agrícolas y/o animales en la misma unidad de superficie. La Agroforestería como ciencia tiene sus bases en la silvicultura, la agricultura, la ganadería, la acuicultura, la piscicultura, el manejo del recurso tierra y otras disciplinas que, en conjunto, constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra (Kellimore, 2010). Implica tener conciencia de las interacciones y la retroalimentación entre el hombre y el ambiente (Callaway, 1995); entre la demanda de recursos y su existencia en una determinada área, para lo cual se requiere optimización y manejo sustancial más que el incremento permanente de la explotación (García-Barrios y Ong, 2004).

Sin embargo, ¿por qué no deberíamos seguir combinando el conocimiento tradicional en agricultura y silvicultura, que está a nuestro alcance, con el propósito de obtener una visión global de los sistemas específicos de la Agroforestería? Es generalmente aceptado que un bosque es algo más y algo diferente que un conglomerado de árboles; un ser humano es más que la suma del peso y el valor de sus componentes químicos. Del mismo modo la Agroforestería no solo es la suma de sus dos principales componentes, la agricultura y la silvicultura, que constituyen los "Sistemas Agroforestal" (Huxley, 1985). Por eso, la Agroforestería, si bien no es nueva en sí misma, requiere nuevas estrategias y tecnologías, en comparación con la agricultura y la silvicultura tradicionales o modernas (Puri y Panwar, 2007). Nadie niega la existencia y el papel decisivo de la competencia que se genera en Agroforestería, cuando los cultivos crecen en combinación con árboles, arbustos y/o animales. Sin embargo, puede utilizarse mejor el espacio, en dirección horizontal y vertical, y en la secuencia temporal (Huxley, 1985; Kellimore, 2010).

Es característico de la Agroforestería que muchos componentes del sistema, totalmente o en parte, son interdependientes; eso ayuda a evitar conflictos y a armonizar los diversos esfuerzos que se realizan en cuanto al uso de la tierra (Wojtkowski, 1998). Por otra parte, la Agroforestería es solo un instrumento que sirve al ser humano, un instrumento tan bueno o tan malo como otros, de acuerdo con la capacitación y la buena voluntad de quienes la utilizan (Krishnamurthy *et al.*, 2003). La Agroforestería no es buena o mala en sí misma, pero podría ser la mejor respuesta para resolver problemas de desarrollo rural en lugares o regiones determinados (Nair, 1997; Puri y Panwar, 2007).

Para otros, podría ser tan buena como cualquier otro modo de uso de la tierra, o también menos conveniente. La responsabilidad de una elección adecuada requiere sopesar cuidadosamente diversos factores económicos y ecológicos. La Agroforestería, como otras formas de uso de la tierra, deberían ser siempre consideradas en respuesta a la pregunta: ¿Qué beneficio representa?

Una vez más: ¿Qué es la Agroforestería?, ¿qué hace o qué objetivo tiene? La gente demanda con insistencia una clara definición de los (nuevos) términos. Pero, ¿en dónde contamos, con respecto al uso de la tierra, con definiciones que sean realmente integrales, exactas e inequívocas? ¿Ha podido alguien definir con éxito términos como silvicultura o agricultura? Por esta razón, expertos y científicos interesados en el uso de la tierra y en disciplinas análogas, dan a conocer sus puntos de vista, sus personales interpretaciones de lo que ellos entienden por "Agroforestería". Las opiniones que siguen, si bien provienen de una selección echa al azar, pueden ser consideradas como respuestas representativas:

1. La Agroforestería es un sistema de uso de la tierra que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos, de árboles con cultivos y/o animales, simultánea o secuencialmente, de tal manera que se incrementa la productividad total de plantas y animales de una forma sustancial por unidad de producción o

finca, especialmente en condiciones de bajos niveles de insumos tecnológicos y en tierras marginales (Dubois, 1980; Huxley, 1985).

2. La Agroforestería es un manejo sostenible de la tierra que incrementa su rendimiento integral, combina la producción de cultivos (incluidos cultivos arbóreos y plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente, en la misma unidad de tierra y aplica prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local (King, 1979).

3. La Agroforestería es una forma de uso de la tierra que satisface exitosamente las necesidades del agricultor, silvicultor y/o productor ganadero (Somarriba, 1992).

4. La Agroforestería es cualquier sistema de uso de la tierra que:

i) Produce combustibles y productos provenientes de árboles y arbustos (o los beneficios ambientales que surgen del cultivo de árboles y arbustos).

ii) Implica cultivos múltiples, mixtos o zonales, con o sin producción animal, en los cuales las especies leñosas perennes son utilizadas para más de un propósito, junto con cultivos herbáceos o pastos (Huxley, 1985).

Mediante estas combinaciones, la Agroforestería tiene por objetivo: maximizar el uso de energía solar, minimizar las pérdidas de nutrientes de las plantas en el sistema, optimizar la eficiencia en el uso de agua, minimizar las escorrentías y las pérdidas del suelo (Gregory, 2006). De ese modo se logran algunos beneficios que pueden ser proporcionados por árboles perennes, en comparación con cultivos agrícolas convencionales, y se maximiza el producto total de beneficios de la tierra, a la vez que ésta se conserva y mejora (Simmonds, 1984).

5. La Agroforestería no es un sistema cualquiera, sino un principio común a varios sistemas potenciales y existentes, que:

i) Aumentan la resiliencia ecológica y económica del sistema agroforestal en virtud de su arquitectura biológica, incluidas las de ciclo corto, las de ciclo largo y los animales.

ii) Garantiza la aceptación social separando los ciclos ecológicos del ciclo largo en una secuencia de actividades diarias y estacionales de fácil comprensión, moldeadas sobre las tradiciones locales pero concebidas para incrementar la eficiencia.

iii) Procura el uso completo de todos los recursos inorgánicos en todos los nichos disponibles, para plantas y animales útiles, maximizando el reciclaje de esos recursos.

iv) Disminuye los riesgos para el agricultor individual por medio de una amplia variedad de plantas y animales útiles, que amplían la gama de productos, proveyendo un sistema de autoprotección y elevando la calidad del ambiente cotidiano (Somarriba, 1992).

6. La Agroforestería es un sistema de uso de la tierra en el cual las especies arbóreas perennes y los cultivos herbáceos crecen juntos en forma mixta, espacial y/o secuencialmente, con o sin animales, con mayores beneficios para el uso de la tierra que en los casos de la agricultura o la silvicultura aisladas (Puri y Panwar, 2007); incluyendo uno o más de los siguientes aspectos positivos: mantenimiento de la fertilidad del suelo, conservación del suelo, incremento del rendimiento, disminución del riesgo de pérdida de cosecha, facilidades para el manejo integrado de plagas y enfermedades, y/o cumplimiento de las necesidades socioeconómicas de la población local (Somarriba, 1992; Rao *et al.*, 2000).

7. La Agroforestería es el cultivo de árboles en combinación especial o en secuencia temporal con cultivos agrícolas y/o pasturas, en pequeñas fincas o grandes propiedades, no es sinónimo de silvicultura comunal, pero a menudo constituye un

medio apropiado de poner en marcha un proyecto de silvicultura comunal (Huxley, 1985).

#### 8. Agroforestería:

i) Es el arte y la ciencia de combinar cultivos herbáceos y/o animales en la misma unidad de tierra, con el fin de optimizar la producción de propósito múltiple y llevarla a un estado de producción sostenida (Kellimore, 2010).

ii) Es un nuevo paradigma científico que ha logrado llenar el vacío creado por la separación entre agricultura y silvicultura.

iii) Es cualquier sistema mixto de uso de la tierra, generado por la interacción libre de la agricultura, silvicultura y disciplinas conexas (Somarriba, 1992).

9. Los sistemas agroforestales comprenden componentes arbóreos y no arbóreos que crecen en estrecha asociación; su objetivo es la maximización del rendimiento en largo plazo de los productos que se deseen obtener (Huxley, 1985). Los rendimientos generalmente provienen tanto de los componentes arbóreos como no arbóreos, directamente o en forma indirecta a través de los animales que pastorean, si bien en algunas ocasiones un componente -habitualmente los árboles- es incluido solamente para elevar el rendimiento de los otros. El rasgo esencial de estos sistemas es la estrecha interacción, competitiva o complementaria, entre los componentes arbóreos y no arbóreos (Hauggaard-Nielsen y Jensen, 2005). El contraste entre los componentes en sus dimensiones físicas, sus espacios vitales y sus respuestas fisiológicas añade una complejidad adicional, que coloca a esas asociaciones aparte de los intereses generales tanto de la silvicultura como de la agricultura (Somarriba, 1992).

10. La Agroforestería no es una actividad nueva, ya que ha sido practicada en diversos lugares por más de un siglo. El sistema se originó con la experiencia

birmana de fincas de colinas, con utilización de la teca (*Tectona grandis*) como cultivo forestal. Desde entonces, el sistema se ha dispersado a través de Asia y ha pasado a África y América Latina. Las condiciones básicas que favorecen su adaptación, son el desempleo y la carencia de tierra. Sin embargo, a lo largo de las últimas dos décadas, en las cuales se debieron adoptar decisiones políticas fundamentales bajo severas condiciones socioeconómicas, la Agroforestería se ha vuelto cada vez más popular, no solo como un mejoramiento técnico sino como un programa de desarrollo rural integral (King, 1979; Nair, 1997).

Las enormes oportunidades de empleo generadas, así como las infraestructuras sociales y los múltiples efectos resultantes, han elevado la popularidad del esquema. El real incremento de la cantidad y gran variedad de productos alimenticios debido a la Agroforestería, además de su papel en la rehabilitación del suelo, en conjunción con otros agentes de uso de la tierra, es ahora ampliamente reconocido. Las potencialidades de la Agroforestería obligan a un manejo en el uso de la tierra que rehúye la falsa dicotomía de agricultura y silvicultura que aún conserva el ecosistema, ya que provee al mismo tiempo de madera y alimentos (Kellimore, 2010). En consecuencia, existe la urgente necesidad de contar con un nuevo plantel de administradores forestales, no solo capacitados en sistemas de producción múltiple sino también conscientes del papel significativo que desempeñan los insumos socioeconómicos pertinentes (Puri y Panwar, 2007). El futuro de la Agroforestería está relacionado estrechamente con el desarrollo de pericias apropiadas y de diferentes técnicas de implementación (Adeyoju, 2001).

11. El término "Agroforestería" cubre diversos sistemas de uso de la tierra que combinan la silvicultura con la agricultura o un manejo ordenado de la misma tierra (Puri y Panwar, 2007). La Agroforestería tiene como fin resolver los problemas de desarrollo rural, sobre todo en los trópicos, por los siguientes medios:

I) Incrementando y mejorando los rendimientos de la producción de alimentos.

II) Salvaguardando la oferta local de combustibles.

III) Produciendo madera y otras materias primas para la subsistencia de los agricultores, para uso industrial y si es el caso para exportar.

IV) Protegiendo y aumentando la producción potencial de un determinado lugar y ambiente, incrementando la capacidad y la visión ecológica de los pobladores.

V) Salvaguardando la sostenibilidad mediante una apropiada intensificación del uso de la tierra.

VI) Mejorando las condiciones sociales y económicas en las áreas rurales mediante la creación de empleos, el incremento de los ingresos y la reducción de riesgos de mercado.

VII) Desarrollando sistemas de uso de la tierra que utilicen al máximo las tecnologías modernas, la tradición y experiencias locales, siempre que sean compatibles con la vida cultural y social de los habitantes (Somarriba, 1992).

12. La Agroforestería implica la utilización de sistemas de uso de la tierra que incluyen el uso de árboles y arbustos en combinación con cultivos alimentarios o pasturas y ganado, diseñados para optimizar la generación de productos útiles y mantener o incrementar la productividad del suelo (Huxley, 1985).

En sentido amplio, la Agroforestería se refiere a sistemas en los cuales los árboles, los cultivos agrícolas, incluidos las pasturas, y las especies animales se desarrollan simultáneamente o en secuencia temporal en la misma tierra, y son utilizados para diversos propósitos (Huxley, 1985). La Agroforestería desarrolla el concepto de utilizar árboles como un componente del manejo integral del recurso tierra, con el

propósito de atender las necesidades de la población en cuanto a alimentos, combustibles, vivienda e ingresos. Los sistemas utilizados deben ser social, cultural y económicamente aceptables, para maximizar el producto total con determinados niveles de insumos y minimizar los daños del ambiente (Puri y Panwar, 2007).

En Agroforestería, todos los árboles y arbustos son considerados como cultivos, su manejo varía de acuerdo con los usos principales y las necesidades de las plantas y animales asociados (Huxley, 1985). Para el agricultor tradicional, la Agroforestería enmienda el desaprovechamiento que se ha hecho durante largo tiempo de los árboles como mejoradores y protectores del suelo y como productores de alimento para el ganado. La Agroforestería supera la tradicional despreocupación por el bienestar de la población rural, ya que habitualmente solo se contempla la conservación y cuidado de los recursos forestales "para beneficio de la sociedad".

En sus aplicaciones, la Agroforestería constituye una serie de técnicas de manejo que combinan elementos de agronomía, producción animal y silvicultura con aquellos emergentes de la interacción de las especies vegetales y animales de diferentes tamaños, rasgos y requerimientos (Kellimore, 2010). La Agroforestería es una ciencia aplicada compleja; requiere conocimiento del ambiente, de la agricultura, de la silvicultura y de la gente. Si bien se sabe mucho sobre sus componentes, vistos individualmente, se conoce aun relativamente poco acerca de sus interacciones, aparte de las observaciones empíricas realizadas (Casanova *et al.*, 2007). Por ello, el conocimiento actual necesita ser examinado a la luz de nuevas y refrescantes investigaciones sobre la interacción de los componentes. De ese modo la Agroforestería agrega una importante dimensión al estudio científico del manejo de los recursos naturales (Somarriba, 1992).

La revista *Agroforestry Systems* contribuyó a la mejor comprensión de este tema, sintetizando las definiciones, a partir de lo siguiente:

Resulta pretencioso definir la Agroforestería como una forma exitosa del uso de la tierra que lleva al incremento de la producción, a la estabilidad ecológica, etc. Se debe, ciertamente procurar ese objetivo, y en muchos aspectos ecológicos y socioeconómicos, los enfoques agroforestales tienen un mayor potencial para lograr una mejor aproximación del uso de la tierra. Sin embargo, en una errónea elección de especies y prácticas de manejo, junto con la falta de motivación y comprensión por parte de la gente, la Agroforestería puede fallar del mismo modo que cualquier otra forma de uso de la tierra puede hacerlo y, sin embargo, seguirá siendo Agroforestería en el sentido objetivo del término. Una definición estrictamente científica de esta disciplina debería enfatizar dos características comunes a todas las formas de Agroforestería, que la diferencian de otras formas de uso de la tierra, a saber:

El cultivo deliberado de especies leñosas perennes en la misma unidad de tierra junto con los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal. Debe existir una interacción significativa (positiva y/o negativa) entre los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema, ya sea en términos ecológicos y/o económicos (Callaway, 1995; García-Barrios y Ong, 2004). Al promover la Agroforestería, se debería enfatizar su potencial para alcanzar ciertos objetivos, no solo haciendo consideraciones teóricas y cualitativas sobre los beneficios de los árboles, si no también -lo cual es mucho más importante- proveyendo información cuantitativa (Raintree y Warner, 1986). Nuevos aspectos y nuevos criterios deben agregarse a lo que se ha dicho más arriba. Sin embargo, en el futuro se deben evitar largas discusiones sobre definiciones y terminologías, pues lo importante es encontrar las respuestas apropiadas de lo que realmente es la Agroforestería.

## 5.2 Origen de los sistemas agroforestales

Las primeras civilizaciones humanas vivía de la cacería, pesca y recolección de frutos en su mayoría eran nómadas, pero alrededor de 10,000 años las sociedades comenzaron a cultivar la tierra para satisfacer la demanda de alimentos de una población en crecimiento. Los inicios de la agricultura se dieron en el Medio Oriente y mediterráneo. Estudios demuestran que el trigo y cebada se cultivaron en Siria, por su parte China comenzó con el cultivo de arroz y soya. En América se inició el uso de la agricultura por parte de los pueblos aztecas y mayas cultivando maíz, frijol, cacao, yuca, piña y los Incas cultivaban papas.

A nivel mundial ya sea en una época u otra se han encontrado algunas especies de árboles y cultivos agrícolas y animales en combinación y completa armonía en un mismo espacio y tiempo creando así sinergias benéficas para todos.

En 1806 en los bosques de Birmania se estableció una plantación de teca mediante el método taungya, este sistema se extendió a otras partes de Birmania, crecía exponencialmente tanto que en 1887 se introdujo en Sudáfrica, en la India se introdujo en 1890 y en Bengala en el año de 1896.

Este mismo método se dispersó a mas lugares de África, en la actualidad se sigue practicando en mayor o en menor grado de las zonas tropicales. La teca no es la única especie utilizada para este sistema agroforestal.

Los orígenes de la Agroforestería en América central se remontan a 1901, Cook quien reconoció los beneficios de árboles que brindan sombra, en especial leguminosos que aportaban grandes beneficios (fijación de nitrógeno y aporte de materia orgánica) en plantaciones de caféto.

En América tropical existen sociedades que imitan las condiciones del bosque en las fincas de los agricultores, esto con la finalidad de tener los beneficios de los árboles de los bosques naturales, en Centroamérica donde desde tiempos remotos los agricultores hacen plantaciones que imitan la estructura y diversidad de especies con diferentes hábitos de crecimiento, parcelas de no más de 1000 metros

contienen un promedio de 24 especies de plantas diferentes, simulando las estratificaciones de los bosques. Por ejemplo: coco o papaya como primer nivel de árboles bajo esta cobertura se plantaba bananos o cítricos además de café o cacao, plantas altas y bajas anuales como maíz y como último nivel calabazas para cubrir el suelo. (Whilhem 1977).

En Hanunoo, Filipinas Asia se practicó un sistemas más complejo, consistía en limpieza de los bosques para uso agrícola donde se seleccionaban árboles que cumplieran los requisitos de las especies cultivadas en su suelo, producían arroz por ejemplo, ya que la humedad es más importante que la luminosidad para llenado y maduración del grano.

Y aún más importante, los árboles son una parte importante del sistema Hanunoo, estos eran conservados de los bosques originales o bien eran plantados, estos árboles se utilizaban para alimento, medicina, madera además de otras funciones. (Conklin, 1957).

Los anteriores ejemplos solo indican lo amplio y antiguo que son los sistemas. Como base y mayor importancia de la Agroforestería es ver a la producción de alimentos como lo más importante del sistema. El objetivo final no era la producción de árboles y madera si no la producción de alimentos a través de sinergias.

En propias palabras, los sistemas agroforestales independientemente de la zona y clima siempre han existido, algunos más complejos que otros pero siempre cumpliendo con las características que estos sistemas poseen tales como la presencia de árboles maderables (arboles forestales o frutales), cultivos anuales y animales, coexistiendo en un mismo espacio al mismo tiempo.

### **5.3 Historia de la Agroforestería**

La Agroforestería se refiere a una forma de manejo de los recursos naturales, la cual puede ser transmitida de generación en generación por los campesinos de diferentes partes del mundo, esta tiene como finalidad el desarrollo de sistemas sustentables que permitan cubrir las necesidades presentes, sin comprometer los requerimientos para las generaciones futuras (desarrollo sustentable) (Wojtkowski, 1998; Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Un claro ejemplo de sistemas agroforestales tradicionales son las chinampas, definidas como un sistema integrado de producción de alimentos que incluye la producción de peces y otros animales acuáticos, cultivos básicos como hortalizas y diversas flores en las parcelas elevadas; ganado de establo y árboles frutales que funcionan como cortinas rompevientos, además de que brindan estabilidad a las tierras de cultivo (Nair, 1997; Puri y Panwar, 2007). Otro ejemplo de la agroforestería es la práctica de roza, tumba y quema o agricultura migratoria, en esta primera los campesinos rozan, tumban, pican y dejan secar al sol los árboles y su biomasa para posteriormente ser quemados y así aprovechar la ceniza como abono para enriquecer el suelo (Kellimore, 2010). Posteriormente, se establece un cultivo en el lugar o se utiliza como potrero, este sitio es utilizado de dos a cinco años y después es abandonado para buscar otro lugar y realizar la misma práctica, vuelven al sitio después de 10 a 25 años para realizar la misma práctica antes utilizada (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

### **5.4 Sistemas agroforestales y climas**

Las condiciones de crecimiento de las plantas y especies en general están marcadas por las condiciones climáticas, la cantidad de nutrimentos, agua, radiación solar y demás recursos que no son los mismos en climas tropicales en templados y áridos.

<b>Sistemas Agroforestales clasificados por climas</b>		
<b>Clima tropical</b>	<b>Clima templado</b>	<b>Clima árido</b>
Barbecho mejorado Sistema taungya Cultivo en callejones Jardines multiestratos Árboles de usos múltiples en tierras de cultivo Combinación de árboles perennes y plantaciones de árboles Huertos caseros Cinturones de protección y rompe vientos Árboles en pastizales Plantaciones de árboles con pastos y animales Sistema Kuojtakiloyan	Barbecho mejorado Cultivo en callejones Jardines multiestratos Huertos caseros Cinturones de protección y rompe vientos Chinampas Metepantles	Huamil Ñañú Pápago Oasis

Cuadro 1. (Elaboración propia CONAFOR, 2013).

## **5.5 Sistemas agroforestales en Puebla**

### **5.5.1 El Kuojtakiloyan**

Kuojtakiloyan, que en náhuatl significa monte útil o monte productivo. Presente en la región nororiental de la Sierra Norte de Puebla, que es una creación de las comunidades indígenas nahuas. Conocido localmente como Kuojtakiloyan. Este sistema tienen la virtud de mantener la estructura y gran parte de las funciones del ecosistema forestal original a través de la coexistencia de especies de plantas silvestres y cultivadas, nativas e introducidas, a su vez ofrecen numerosos productos para la economía del productor, ya sea para el auto-consumo o intercambio, comercialización o incluso la exportación. Por lo anteriormente mencionado estos sistemas agroforestales han jugado un papel relevante en la antigüedad, como cimientos productivos estratégicos de diversas civilizaciones

tropicales, como la maya (Barrera et al., 1977; Toledo et al., 2008) o la huasteca (Alcorn, 1983).

El sistema está establecido en el área cafetalera que está atendida por la cooperativa indígena Tosepan Titataniske, la cual incluye siete municipios y tiene como centro social, político y comercial a la ciudad de Cuetzalan, Puebla. Esta región posee un rango altitudinal de entre 300 y 1200 msnm, con clima tropical húmedo y templado húmedo, y una cobertura forestal original de selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias, y en las partes más altas de bosques mesófilos y bosques de pino. Habitada desde tiempos prehispánicos por la cultura nahua y totonaca, la región conforma un área de alta concentración indígena, de tal forma que Cuetzalan tiene lugar cada domingo uno de los mercados indígenas más importantes del país.

La región cuenta con un gran mosaico de paisajes conformado por milpas, cafetales bajo sombra, vegetación secundaria de diferentes edades, potreros, cañaverales, y algunos remanentes de selvas y bosques maduros, cuenta con una gran riqueza florística de cerca de 1000 especies de plantas, de las cuales 636 reciben nombre en náhuatl (Beaucage, 2009), y alrededor de trescientas se protegen, manejan o utilizan dentro de los “jardines de café” (Martínez-Alfaro et al., 2007).

El diseño, cuidado progresivo, manejo y mantenimiento del sistema Kuojtakiloyan no sería posible sin un amplio conocimiento de las especies de plantas, así como sus principales características y su utilidad y función por parte de los productores indígenas. Ello supone no solo un sistema de carácter empírico, sino el soporte de un sistema taxonómico. De acuerdo a Beaucage (2009) y colaboradores, quienes se han dedicado al estudio de la etnobotánica nahua de la Sierra Norte de Puebla, y a quienes se debe una primera interpretación del tema en sus “Elementos de etnobotánica náhuatl del municipio de Cuetzalan, Puebla” (Beaucage et al., 1985). Se ha reconocido que el 96% de las especies registrados en los censos tienen algún tipo de uso o utilidad para los agricultores Nahuas, es decir, prácticamente todas las especies, afirmando que el Kuojtakiloyan es un sistema construido, mantenido y manejado como una especie de jardín productivo. Del total de plantas registradas con uso, 888 (50.22%) son alimentos; 169 (9.55%) son medicamentos y 1064

(60.18%) tuvieron algún otro uso. Entre los alimentos destacan los frutos, además de las verduras, semillas, condimentos, bebidas y raíces. De las plantas utilizadas como medicamentos sobresalen las que atienden problemas gastro-intestinales, dermatológicos, respiratorios y sistémicos. Otros usos de importancia se refieren al empleo de especies como leña, para la construcción, los que sirven de sombra y los que son maderables.

### **5.5.2 Los sistemas agroforestales en el valle de Tehuacán**

El Valle Tehuacán-Cuicatlán es una zona de gran importancia biológica y cultural, ya que en 10 000 km<sup>2</sup> se han registrado 37 tipos de vegetación que albergan más de 3000 especies de plantas (Dávila et al., 2002; Lira et al., 2009; Valiente-Banuet et al., 2009). El valle tiene una historia de presencia humana desde hace 12 000 años y de presencia de la agricultura desde hace cuando menos 9000 años (MacNeish, 1967), lo relevante del valle de Tehuacán-Cuicatlán es la región con gran antecedente de interacción entre seres humanos y naturaleza, y esta ha dado como resultado una abundante riqueza de conocimientos y formas de manejo, tanto de las especies locales como de los ecosistemas que caracterizan el medio (Casas et al., 2001, 2008). En la región existe la presencia de ocho grupos indígenas: náhuas, ixcatecos, cuicatecos, popolocas, chochos, mazatecos, chinantecos y mixtecos (Casas et al., 2001).

Dicha zona cuenta con gran riqueza de conocimientos etnobotánicos en México (Casas et al., 2001; Lira et al., 2009; Blancas et al., 2010), y un indicador de tal riqueza son las más de 1600 especies de la región utilizadas de alguna manera por los pobladores locales (Casas et al., 2001; Lira et al., 2009).

En la actualidad las prácticas agrícolas se efectúan en tres grandes zonas, la primera son las partes bajas, conformadas por los valles aluviales de los principales ríos regionales: Salado, Grande, Cacahuatal y Santo Domingo, donde la vegetación predominante son mezquitales y bosques tropicales secos; esta zona alberga los sistemas agrícolas más intensivos, principalmente el cultivo y producción de caña

de azúcar, pues cuentan con condiciones de riego y son tierras planas, la segunda es la zona montañosa templada de la Sierra de Zongolica, entre los 2200 a 3200 msnm, donde abundan los bosques templados de pino y encino; es una zona que ha sufrido grandes alteraciones, principalmente por la agricultura de temporal dirigida al autoconsumo. En esta franja predomina la milpa en sinergia con árboles frutales y cuya producción es destinada a la comercialización; y la tercera es la franja árida y semiárida en las laderas y cimas derivadas de bosques secos, matorrales xerófilos y bosques de cactáceas donde se cultiva maíz de temporal para el autoconsumo (Casas et al., 2008).

Los sistemas agroforestales de Tehuacán comenzaron a estudiarse recientemente, se han caracterizado por estar dedicados principalmente a cultivos de milpa de temporal en parcelas de media a cuatro hectáreas con escasos niveles de insumos industrializados. Se ha registrado que estos sistemas mantienen grandes niveles de riqueza de especies silvestres y cultivadas, así como altos niveles de diversidad genética de entre las especies silvestres dominantes (Casas et al., 2006; Parra et al., 2008; Moreno-Calles et al., 2010, 2012; Vallejo et al., 2014).

Los sistemas agroforestales albergan una abundante diversidad de arbustos y herbáceas nativas que contribuyen de manera importante a mantener e incrementar la diversidad que se mantiene en los sistemas y que a su vez aportan servicios y funciones ecosistémicas de alta importancia (Blanckaert et al., 2007; Moreno-Calles et al., 2010; Vallejo et al., 2014, 2015). En general los SAF son ampliamente reconocidos por brindar recursos aprovechados por las familias que los manejan (Donald, 2004); de igual manera, son reconocidos por distintos beneficios ecosistémicos como: mantenimiento de polinizadores, dispersores de semillas, y controladores naturales de plagas (Jose, 2009; Nair, 2011; Tschardt et al., 2011). También, la presencia de vegetación contribuye a controlar erosión y retención de agua, así como a proporcionar sombra y microclimas para el resguardo de una humedad relativa adecuada para los cultivos (Altieri y Toledo, 2005; Nabhan, 2007).

## 5.6 Clasificación de sistemas Agroforestales

El propósito principal de clasificar los sistemas debe ser la creación de un marco práctico para la síntesis y análisis de la información acerca de los sistemas actuales; los criterios más obvios y fáciles de usar para la clasificación de los sistemas agroforestales son el arreglo temporal y espacial de los componentes, la importancia y el papel de estos, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico-social. Según Nair (1997), los sistemas agroforestales pueden ser categorizados de acuerdo con el conjunto de criterios siguiente:

\* Base estructural: Se refiere a la distribución de los componentes, incluyendo el arreglo espacial de los componentes leñosos, estratificación vertical y arreglo temporal de los diferentes componentes.

\* Base funcional: Se refiere a la función principal o papel del sistema, generalmente condicionado por los componentes leñosos (estos pueden ser de naturaleza de servicio o de protección, rompe vientos, cinturón de protección, conservación de suelos).

\* Base socioeconómica: Se refiere al nivel de insumos de manejo (baja inversión, alta inversión) o la intensidad o escala de administración y metas comerciales (de subsistencia, comercial, intermedia).

\* Base ecológica: Se refiere a la condición ambiental y la adaptabilidad ecológica de los sistemas, con base en el supuesto de que ciertos tipos de sistemas pueden ser más apropiados para ciertas condiciones ecológicas; por ejemplo: puede haber un conjunto de sistemas agroforestales para tierras áridas y semiáridas, tierras altas tropicales, trópicos húmedos de tierras bajas, etc.

## 5.7 Clasificación por arreglos en el espacio y tiempo

Basados en la naturaleza de los componentes: dentro de los sistemas agroforestales existen tres conjuntos de elementos básicos que son los componentes manejados por el hombre, principalmente los árboles o perennes leñosas, las herbáceas (cultivos agrícolas que incluyen especies de pasturas) y los animales. Es indispensable que exista una especie perenne leñosa para que se pueda describir el sistema como agroforestal, en la mayoría de los sistemas agroforestales se incluye una especie herbácea a excepción de la apicultura y la acuicultura; o en el cultivo de dos perennes leñosas como es el caso del cafeto y el árbol de hule (Nair, 1997).

Debido a la presencia de los componentes en el sistema, se realiza una categorización en tres tipos principales, uno de estos puede utilizarse convenientemente como un prefijo con otros términos de acuerdo a otros componentes para describir la composición básica de cualquier sistema.

Basado en el arreglo de los componentes, se refiere a los componentes vegetales dentro del sistema (especialmente si el sistema incluye plantas y animales, en este arreglo de multiespecies se toma en cuenta el espacio y el tiempo; estos varían desde conjuntos mixtos densos (huertos caseros) hasta conjuntos mixtos dispersos (como es el caso de la mayoría de sistemas silvopastoriles). Además, las especies pueden estar en zonas o franjas, de varias amplitudes como son micro zonales (hileras alternas) o macro zonales.

El ejemplo más conocido del arreglo zonal es el cultivo en callejones, una forma extrema de una plantación zonal es de linderos con árboles en las orillas de las parcelas y espacios para una producción de frutales, forrajes, leña, cercas y protección, conservación de suelo, rompe vientos, entre otras (Puri y Panwar, 2007). Es importante mencionar que un arreglo macro zonal extremo podría considerarse como un monocultivo; por ejemplo: los barbechos mejorados.

Existen diversas formas de arreglos temporales en la Agroforestería, un ejemplo extremo es la agricultura migratoria tradicional (roza-tumba-quema) en la cual se maneja un periodo de 2 a 5 años de cultivos, seguido de 15 años en ciclos de barbecho (descanso de la tierra) por una especie seleccionada con regeneración natural o plantada (barbecho mejorado).

De la misma forma, algunos sistemas silvopastoriles pueden conformarse por parcelas de pastos en rotación con árboles utilizando la misma especie de pasto

que queda en la tierra durante varios años, a estos arreglos temporales dentro de la Agroforestería se les ha descrito con términos como: coincidentes, concomitantes, coincidentes parciales (de las cuales el cultivo extremo es el relevo), separados, así como interpolados (Kronick, 1984; Simmonds, 1984).

## **5.8 Clasificación funcional**

Dentro de los sistemas agroforestales existen dos factores indispensables para la sostenibilidad, los cuales son el objetivo de cada uno de los sistemas conocidos, como la producción y la protección (Wojtkowski, 1998). Esto quiere decir que el objetivo de los sistemas agroforestales es realizar una buena producción de los cuales se pueda obtener uno o más productos diferentes, con la finalidad de satisfacer las necesidades del productor, además de que este sistema debe brindar algunos otros servicios para la conservación de los mismos sistemas productivos (Puri y Panwar, 2007).

De acuerdo con la metodología para el diagnóstico y diseño (D&D) de los sistemas agroforestales desarrollada por el ICRAF (actualmente Centro Mundial de Agroforestería, WAC), se realiza un enfoque a las perennes leñosas que son las que cumplen la función principal dentro de los sistemas agroforestales, como: la obtención de un producto específico, así como la obtención de servicios para la conservación de suelo que en ocasiones se ve afectada por las prácticas que se realizan dentro del sistema, para aumentar la sostenibilidad de la producción de los cultivos; de esta misma forma para el mejoramiento del microclima, si se realiza una buena distribución de árboles y cultivos, también funciona como cinturones de protección, todo esto se evalúa mediante el rendimiento de los cultivos (Raintree y Warner, 1986).

Cabe mencionar que el énfasis que se tiene acerca de la producción, no debe menospreciar la importancia de la sostenibilidad, pues esta hace diferente a un sistema a agroforestal de cualquier otro uso de la tierra; por ello, los sistemas

agroforestales producen más de un artículo para el uso del productor (Puri y Panwar, 2007). Por lo tanto, estos sistemas se describen como productivos y protectores, es por ello que un sistema agroforestal no debe ser evaluado o clasificado únicamente por el nivel de producción de un solo artículo; sin embargo, este puede ser tomado como un criterio para el inicio de una evaluación del sistema en general (Nair, 1997).

### **5.9 Clasificación ecológica**

Los sistemas agroforestales pueden encontrarse en distintas zonas agroecológicas (templada, tropical, árida); por ello, la característica que estas zonas presentan puede utilizarse como una base para el diseño de estos sistemas, ya que es posible encontrarse con sistemas agroforestales en diferentes regiones ecológicas que pueden ser similares entre sí, pero con diferentes regiones geográficas (Nair, 1997; Puri y Panwar, 2007). Estos son similares estructuralmente en términos naturales, debido a las especies que se encuentren en cada uno de los sistemas, cabe mencionar que cada región cumple con distintos sistemas y prácticas agroforestales ya que esta varía de acuerdo a las condiciones de cada zona (Wojtkowski, 1998). Un ejemplo de esto sería que en las zonas tropicales se interesan más por la protección del suelo mientras que en las sabanas semiáridas, que se encuentran con una población humana escasa, se brinda mayor importancia a los sistemas silvopastoriles debido a que la producción de ganado y leña son más necesarias (Nair, 1997; Young y Ryan, 1992).

### **5.10 Clasificación socioeconómica**

Los sistemas agroforestales también pueden ser clasificados mediante factores como la escala de producción, el nivel de inversión y el manejo tecnológico, debido a esto se agrupan los sistemas en comerciales, intermedios y de subsistencia (Lundgren y Raintree, 1982). Se define como sistemas agroforestales intermedios aquellos que se ubican entre la escala comercial y de subsistencia de producción y

administración (Wojtkowski, 1998); por ejemplo: en esto se establecen árboles para la obtención de dinero y cultivos para el consumo del hogar en fincas que van de un tamaño medio a pequeño.

Generalmente los propietarios de las tierras o que pueden disponer de ellas por un largo periodo, realizan los trabajos requeridos en los sistemas y en ocasiones son apoyados por trabajo temporal pagado. El tamaño de la finca y el nivel de ingresos económicos son los factores que definen si un sistema pasa de ser intermedio a comercial o de subsistencia, de esta misma manera existe una gran cantidad de sistemas agroforestales intermedios basados en árboles frutales (Nair, 1997).

Se definen como agricultores de subsistencia a los productores que, consumen la mayor cantidad de lo que producen, dentro de esta clasificación también se encuentran los productores que no logran producir el suficiente alimento para el consumo de su familia (Wojtkowski, 1998). Debido a que en estos sistemas la finalidad del uso de la tierra es para satisfacer las necesidades básicas del productor y su familia, en ocasiones los excedentes de la producción se utilizan para la venta, pero este recurso es solo un complemento para cubrir las necesidades básicas de la familia (Puri y Panwar, 2007). Gran parte de los sistemas agroforestales del mundo se clasifican como de subsistencia principalmente en los trópicos ya que es donde se aprovecha todo lo que el sistema provee, cabe mencionar que un sistema de subsistencia no es tan agotador como la agricultura migratoria. Un ejemplo es el huerto casero integrado por multiespecies que se encuentra en todas las áreas densamente pobladas (Wiersum, 1981; Michon *et al.*, 1986).

### **5.11 Interacciones positivas en Agroforestería**

Las interacciones de los componentes juegan un papel muy importante en los sistemas agroforestales debido a que representan un aspecto crítico de la Agroforestería, la importancia de la interacción en los sistemas agroforestales es frecuentemente reconocida, pero el conocimiento acerca de esta es muy limitado

(Callaway, 1995). La interacción de los componentes se refiere a la influencia de un componente del sistema sobre el desarrollo y desempeño de todos los componentes, así como un todo dentro del sistema (Weiner *et al.*, 2010). Algunas interacciones pueden presentarse de acuerdo a lo siguiente:

\* Fijación biológica de nitrógeno: En las raíces de los árboles se crean unos pequeños nódulos (bacterias, hongos y actinomicetos) que actúan como fijadores de nitrógeno, los cuales benefician a los cultivos que se establecen bajo estas perennes leñosas (Hauggaard-Nielsen y Jensen, 2005).

\* Abono verde: Los nutrientes que los árboles y los cultivos requieren por medio de las raíces, se complementan con la materia orgánica que se genera con la caída de las hojas de los árboles, incluyendo las ramas que se eliminan con las podas de las copas, estos restos de las plantas son incorporadas al suelo y es así como se contribuye con la fertilidad del suelo (Wilson, 1990; Krishnamurthy *et al.*, 2003).

\* Materia orgánica: Las hojas y ramas que resultan de la poda, además del desprendimiento de raíces de árboles, incrementan la capacidad del suelo para la absorción y retención de agua (Gregory, 2006).

\* Rompe vientos: Cuando se encuentra un cultivo establecido, los árboles cumplen la función de atenuar ráfagas de viento para minimizar la tasa de evaporación de agua causada por vientos elevados y secos.

\* Sombra: Por medio de las copas, los árboles tienen la capacidad de brindar sombra al suelo descubierto, y con ello reducir la evaporación en los tiempos que se dan entre un cultivo y otro (García-Barrios y Ong, 2004).

\* Descomposición de la raíz: Podar un árbol periódicamente en los sistemas agroforestales, ocasiona que un porcentaje de su raíz muera y mediante la descomposición de estas raíces se incorpora materia orgánica al suelo.

\* Conservación del suelo: Las perennes leñosas que se plantan como cercos vivos en contorno de las tierras de cultivo o tierras accidentadas, cumplen una función como estructura física la cual reduce la erosión y el escurrimiento de agua. La hojarasca que estas perennes leñosas liberan, así como la protección que brinda la copa del árbol, disminuyen la fuerza con la que las gotas de lluvia golpean el suelo, y como resultado se obtiene una mayor cantidad de agua infiltrada en los suelos, y esto evita que la materia orgánica sea arrastrada por corrientes de agua, mientras que cuando se utilizan como rompe vientos estos evitan que las corrientes de aire se lleven las hojas y estas puedan ser integradas como materia orgánica.

\* Control de malezas: Dentro de un sistema agroforestal entre las temporadas de cultivo, se permite que las perennes leñosas desarrollen su copa para brindar sombra, la cual impide el crecimiento de malezas; sumado a esto la ausencia de barbecho dentro de los sistemas agroforestales reduce la población de malezas debido a que no se dan las condiciones a las semillas para su desarrollo. Cabe mencionar que los setos de los árboles impiden la diseminación de las semillas de malezas.

Cuando se combina una plántula de una especie arbórea con un cultivo la tasa de supervivencia de la primera será mayor debido a que se realizan las mismas labores culturales, que se realizan en el cultivo, además que la adición de nutrimentos será de gran ayuda para las plántulas; a la vez tendrán un lugar protegido del ganado y animales silvestres y cuando comparten el espacio con cultivos de porte alto, el cultivo funciona como rompe vientos a las plántulas.

Varias de las especies que se encuentran en los sistemas agroforestales tienen la función de ser utilizados como forraje, debido a que cuentan con un alto nivel de proteína para la alimentación del ganado, además de que estas cuentan con un ambiente favorable para su desarrollo (Petit *et al.*, 2009). Dependiendo de las especies arbóreas y el tipo de ganado se realizará la interacción, esta puede ser de

corte y acarreo, con animales estabulados o que entre las temporadas de cultivo los animales se introduzcan en el sistema para que ramoneen; así también, se realicen podas naturales y control de malezas. Cabe mencionar que mientras los animales incorporan al sistema estiércol, la fertilidad del suelo se incrementa, lo cual beneficia al cultivo que se establecerá posteriormente (Wilson, 1990).

### **5.12 Interacciones negativas en Agroforestería**

Debido a que, dentro de un sistema agroforestal los componentes conforman una comunidad vegetal, las especies que ahí habitan necesitan utilizar las mismas reservas de los recursos para su desarrollo, como son: energía solar, nutrimentos, agua y espacio físico, esto ocasionará interacciones negativas entre los componentes del sistema lo cual se denomina competencia inter e intraespecífica (Grime, 2006; Aguilar-Luna *et al.*, 2011). Esta competencia es causada por interferencia directa (competencia real) y la ocasionada por explotación de los recursos compartidos (competencia aparente) (Cannell *et al.*, 1996).

Los principales efectos de la disminución de producción en la interface cultivo-árbol (ICA) surgen de la competencia por energía solar, agua y nutrimentos (Nair, 1997), así como también de las interacciones por alelopatía (Cheng y Cheng, 2015). Aun cuando la disponibilidad de energía solar puede ser un factor muy limitante para muchas situaciones, particularmente cuando hay suelos relativamente fértiles y una disponibilidad de agua adecuada, la importancia relativa de la energía solar disminuye en condiciones semiáridas, así como en suelos de baja fertilidad debido a que los cultivos difieren en sus respuestas a la nutrición deficiente (García-Barrios y Ong, 2004); la competencia por energía solar puede variar según la cantidad de nutrimentos disponibles para una planta (Cannell *et al.*, 1996).

En la actualidad existen diversos estudios que revelan como la competencia por nutrimentos puede afectar el rendimiento de los cultivos. En la mayoría de los casos, el rendimiento del cultivo agrícola es el criterio para la evaluación de un sistema agroforestal; es por ello, que recibe más interés la importancia del bajo rendimiento

del cultivo que el de las especies de árboles asociados con el cultivo. Puesto que el cultivo es un componente de menor porte y tamaño, cuando se compara por separado se observa que su sistema radical está directamente ligado a los horizontes del suelo (Gregory, 2006). Cabe mencionar que estos horizontes de igual manera están disponibles para los árboles; sin embargo, los árboles exploraran horizontes que están más allá del alcance del sistema radical del cultivo, por lo tanto, la competencia más severa por nutrientes será para el cultivo (Huxley, 1985; Young y Ryan, 1992).

A excepción de las áreas con lluvias bien distribuidas o sitios azonales con un continuo suministro de agua en el suelo, la competencia por agua es muy probable en cualquier sistema agroforestal en algún periodo del año (Gregory, 2006). El efecto de la sequía dependerá del tipo de sequía y de la tolerancia de las plantas a estos eventos, es importante mencionar que ésta tendrá influencia en otros factores como la competencia por nutrientes (Singh *et al.*, 1989).

El término alelopatía (del griego *allelon* = uno al otro, y del griego *pathos* = sufrir; efecto injurioso de uno sobre otro), se refiere a la inhibición del crecimiento de una planta por compuestos químicos volátiles que son liberados en el suelo por plantas circundantes; en la actualidad existen diversos estudios de alelopatía en plantas (López-Ríos, 2009). Siguiendo esta definición, en todo fenómeno alelopático existe una planta que libera al ambiente por una determinada vía (lixiviación, descomposición de residuos, volatilización, etc.) compuestos químicos, los cuales al ser incorporados por otra planta receptora provocan un efecto perjudicial o benéfico en la germinación, el crecimiento o desarrollo de esta última. Los compuestos citados que desencadenan el proceso se denominan compuestos, agentes o sustancias alelopáticas (Cheng y Cheng, 2015).

La modificación microclimática por plagas y enfermedades, tiene su función en los efectos de las asociaciones de plantas sobre la incidencia de plagas y enfermedades, en un área potencialmente importante, pero inexplorada (Rao *et al.*,

2000). En un ambiente sombreado y con alta humedad es probable el incremento de enfermedades bacterianas y fungosas (Simmonds, 1984). El decremento de las enfermedades en cultivos asociados depende de numerosos factores que afectan a los cultivos en asociación, al patógeno y al microclima. La protección de los cultivos contra daños por enfermedades en la asociación de cultivos se presenta por un retraso en el ataque de los patógenos, reducción de la diseminación de esporas por barreras físicas, modificación del microclima por sombreado (humedad relativa, energía solar, temperatura y movimiento del aire), y por diferencias en la absorción de nutrimentos (Altieri y Toledo, 2011).

En la interfase animal-árbol, se clasifican como efectos directos a las interacciones negativas que se dan entre los animales y las plantas. La baja calidad o los componentes tóxicos que se encuentran dentro de las especies arbóreas utilizadas como forraje, pueden afectar adversamente a la producción animal. Por otra parte, la compactación del suelo por el pisoteo del ganado, o el daño mecánico por los animales, puede tener un impacto negativo para el componente perenne leñoso (Petit *et al.*, 2009).

Aun cuando el forraje arbóreo puede ser importante para la alimentación del ganado, en particular como suplemento de temporada seca en áreas semiáridas, su valor no debería ser sobreestimado. La presencia de altos niveles de compuestos fenólicos (taninos) o fuertes olores en las hojas de algunas especies, puede reducir la palatabilidad o aceptabilidad del forraje (Petit *et al.*, 2009). Por otra parte, la digestibilidad puede ser baja y las hojas pueden contener toxinas o concentraciones tóxicas de ciertos micronutrimentos (Carmona, 2007). Además, los compuestos tóxicos o disuasivos pueden ser extraídos y utilizados en el control de plagas, proveyendo un medio económico y efectivo en el manejo integrado de plagas y enfermedades (Ahmed y Grainge, 1986; Rao *et al.*, 2000).

Los herbívoros pueden limitar la regeneración forestal, consumiendo directamente las semillas o las plántulas. El número de semillas que son consumidas por los depredadores y las que no son consumidas, pero que son desprendidas de los

árboles cuando aún no han llegado a su etapa madura, afectan a los bosques; en este caso las especies perennes leñosas dentro de un sistema sufren una mayor depredación y amenaza (Makhabu *et al.*, 2006).

### **5.13 Manejo de los componentes**

La magnitud de los efectos interactivos entre los árboles y otros componentes de los sistemas agroforestales, dependen de las características de las especies, su densidad de plantación, arreglo espacial y el manejo de los árboles (Hauggaard-Nielsen y Jensen, 2005). Manipular densidades y arreglos es sin duda alguna es el método más poderoso para capitalizar los efectos benéficos de los árboles, mientras que, simultáneamente se reducen los efectos negativos (García-Barrios y Ong, 2004).

Cabe mencionar que en algunos casos, cuando los árboles tienen la función de soporte para las plantas de cultivo, la densidad de la plantación de las perennes leñosas se define de acuerdo a la densidad de las plantas de cultivo, por lo tanto, se deben seleccionar árboles que posean copa adecuada según los espacios a utilizar, considerando los factores por los cuales se compite: espacio físico, nutrimentos, energía solar y agua (López-Ríos, 2009).

Se deben considerar varias características para el manejo de los árboles en los sistemas agroforestales; sin embargo, es difícil encontrar árboles que cumplan con todos los requisitos deseados debido a que en algunos sistemas ya se encuentra un cultivo establecido o por que las metas de producción o protección favorecen la elección de otras especies (Huxley, 1985).

Cuando una especie arbórea con todas las características deseadas no se encuentra disponible, que es muy común esta situación, se pueden manipular las copas y raíces mediante el manejo; esto se realiza principalmente con podas. Sin

embargo, se pueden utilizar otras técnicas como la fertilización, aplicación de acolchado y abono, sistema de corte y acarreo de forraje y el confinamiento o rotación de animales. Las diferentes manipulaciones se pueden agrupar como mejoradores o reductores del crecimiento de acuerdo al efecto sobre el componente objetivo (Wojtkowski, 1998; Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Dentro de un sistema, las metas y objetivos del manejo son aumentar el rendimiento de los cultivos, disminuyendo la competencia de componentes indeseados. Si se realiza un buen manejo se pueden obtener ambos objetivos de manera simultánea, como es el caso de la poda de las perennes leñosas para posteriormente incorporar la biomasa al suelo como materia orgánica (Gregory, 2006).

Como consecuencia, la remoción de partes aéreas del árbol reducirá su capacidad competitiva, esto dará como resultado el aumento del crecimiento del cultivo asociado por la incorporación como abono verde y mayor entrada de energía solar (López-Ríos, 2009). También con estas prácticas se reduce la competencia en la parte subterránea, por el marchitamiento de la raíz a través de la poda aérea (Cannell *et al.*, 1996).

## **Materiales y Métodos**

La investigación descriptiva es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es recopilar datos e información sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, caracterizada por ser, observacional, exploratoria, no experimental, formulativa, etc. Refleja el conocimiento tal cual aparece en el espacio y tiempo dado, la principal característica es que se observa y se registra o se pregunta y se registra para describir fenómenos sin introducir a las modificaciones del caso.

“La investigación descriptiva, comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del

estudio. Un estudio descriptivo determina e informa los modos de ser de los objetos.” R. Gay (1996).

Este nivel de investigaciones podría también denominarse investigación diagnóstica o de levantamiento de datos, Puede servir para tomar decisiones correctivas a nivel de instituciones, sobre infraestructura de los centros penitenciarios, centros educativos, organizaciones gremiales, comunidades campesinas, etc

### **6.1 Descripción del área de estudio**

La investigación se desarrolló en el municipio de Tetela de Ocampo, perteneciente al estado de Puebla. Se localiza entre los paralelos 19° 42' y 19° 56' de latitud norte y los meridianos 97° 39' y 97° 55' de longitud oeste, a una altitud entre 1 200 y 3 200 msnm. Colinda al norte con los municipios de Zacatlán, Tepetzintla, Cuatempan, 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 municipio se encuentra en la zona de climas templados de la Sierra Norte; conforme se avanza de sur a norte se incrementa la humedad, identificándose los siguientes climas: 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%). El rango de temperatura es de 12-20°C y de precipitación de 600-1 600 mm. Los grupos de suelo predominantes son: Luvisol (81%), Andosol (9%), Phaeozem (5%), Cambisol (3%) y Arenosol (1%) (INEGI, 2009).

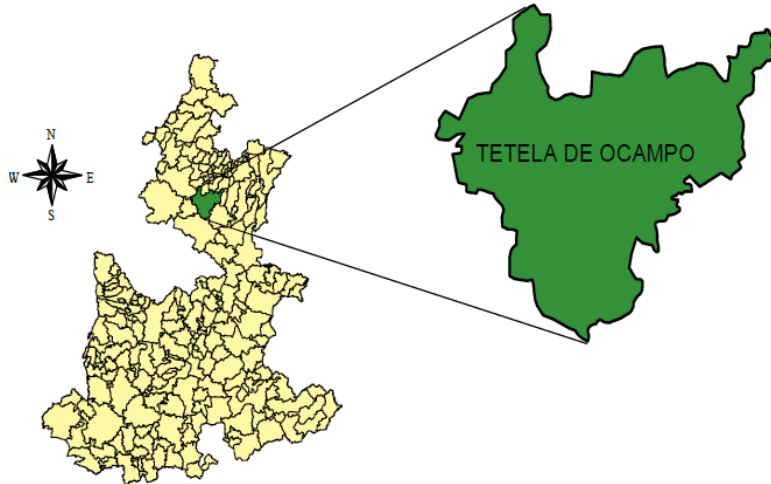


Figura 1. Tetela de Ocampo en la Sierra Norte de Puebla

El tipo de vegetación predominante en los bosques es el género *Pinus*, además, existe la presencia de individuos de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Alnus*, *Buddleia* y *Arbutus*. La fauna que existe son: ardilla, conejo, armadillo, tlacuache, coyote, ratones de campo, zorro gris, tejón, mapache, topos, víbora de cascabel, lagartijas, culebra ratonera, codornices, lechuza, calandria, gorrión, colibríes, escarabajo y mariposas (SAGARPA, 2009).

La actividad económica más importante es la agropecuaria (74.8%), en particular los cultivos de maíz (42%), durazno (16%), y en menor magnitud la producción de papa (7%), avena forrajera (6%) y chile verde (5%). Sin embargo, el mayor valor agregado lo aportan los cultivos de chile verde y el maíz; al registrar el 42% y 20% del valor total de la producción. Tanto las actividades agrícolas como pecuarias, están destinadas casi por completo al autoconsumo o trueque (SAGARPA, 2009).

## 6.2 Descripción geográfica de la comunidad

El trabajo se realizó entre marzo-abril del año 2022 en la comunidad de Talican perteneciente a Tetela de Ocampo, Puebla. Se eligió esta comunidad por la gran variedad de alimentos que cultivan las familias, también en esta comunidad los conocimientos se transmiten de forma tradicional desde hace ya varias generaciones, priorizando el cuidado del suelo y flora, tomando en cuenta los ciclos de la luna para las labores del campo y animales además de las características particulares de los terrenos agrícolas (pendiente y pedregosidad) aunado a que los sistemas agroforestales ya se encuentran dentro de la comunidad. Se recorrió la comunidad a pie ubicando las parcelas con características de un SAF y se entrevistó a los propietarios independientemente de su sexo o edad, cabe destacar que hombres y mujeres tienen sus propias parcelas, la encuesta consta de 14 preguntas, algunas abiertas y otras con incisos pensadas estratégicamente para obtener la información necesaria para efectos de la investigación.

La comunidad de Talican se encuentra al noroeste del municipio entre las coordenadas 19.828889, -97.738333 y con una altura media de 1920 msnm. La comunidad cuenta con bosques de pino encino y vegetación rivereña dominada por papalotes (*Platanus mexicana*) y ailes (*Alnus acuminata*). (INEGI, 2017)

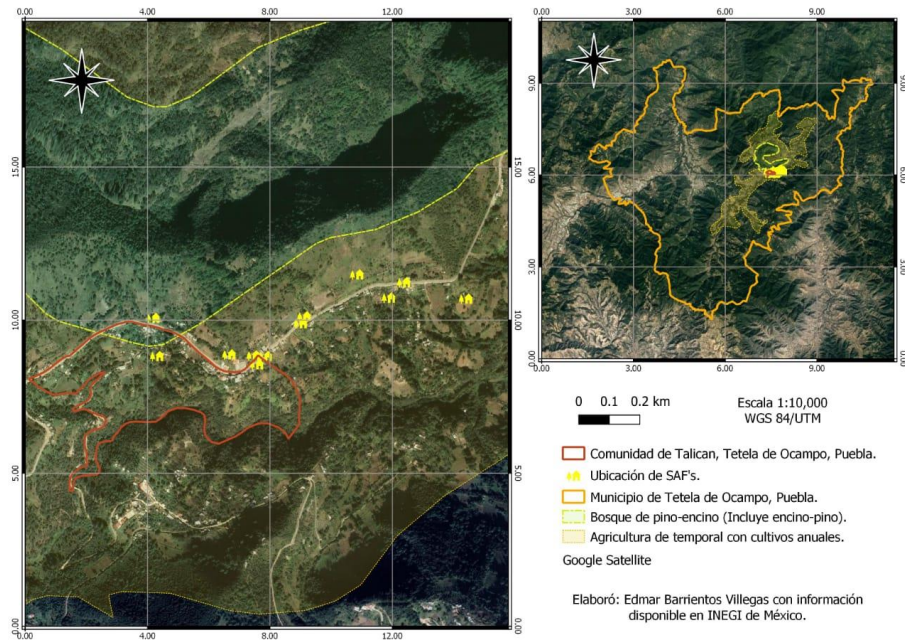


Figura 2. Ubicación de los sistemas agroforestales en la comunidad de Talican.

### 6.3 Encuesta para productores de Sistemas agroforestales en la comunidad de Talican Tetela de Ocampo puebla

A continuación se muestra la encuesta elaborada para recabar la información en campo, la cual comprende preguntas tanto cuantitativas como cualitativas, mismas que una vez respondieron los dueños de los sistemas agroforestales, se hizo un análisis e interpretación de los resultados.

Edad:

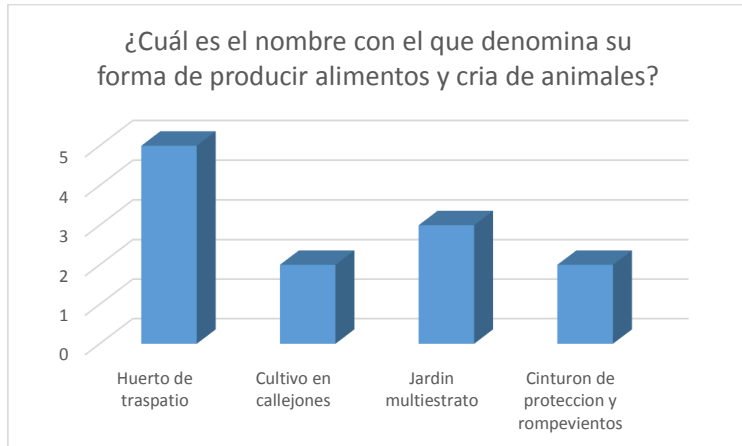
1. ¿Cuál es el nombre con el que denomina su forma de producir alimentos y cría de animales?  
A) Huerto de traspatio    B) Cultivo en callejones  
C) Jardín Multiestrato    D) Cinturones de protección y rompevientos
2. ¿Cómo aprendió a producir, ordenar y manejar el sistema?  
A) Conocimiento empírico    B) Transmisión de conocimientos de padres, abuelos y demás personas    C) Asistencia técnica
3. ¿sabe que es un sistema Agroforestal?    A).SI    B) NO
4. ¿Cuántas especies vegetales y arbóreas tiene en su sistema de producción?  
A) Frutales    B) Vegetales
5. ¿Qué cultivos tiene a lo largo del año?
6. ¿Cuántos kilos producen sus árboles frutales anualmente?  
A) 10-20    B) 21-30    C) Más de 30
7. ¿Vende parte de sus cosechas?    A) SI    B) NO    ¿Qué porcentaje?    A) 25%  
B)50%    C) 80%

8. ¿Qué especies y cuantos individuos tiene de animales? A) Vacas  
B) Borregos C) Gallinas D) Guajolotes E) Conejos F) Cerdos
9. Los animales de corral son par: A) Autoconsumo B) Venta C) Ambos
10. La producción de sus árboles y vegetales son para:  
A) Autoconsumo B) Venta C) Ambos
11. ¿A cuánto asciende sus ingresos de la venta de sus cosechas y animales mensualmente? A) 1000-1800 B) 2000- 2800 C) Más de 3000
12. Los miembros de su familia ¿se involucran en el manejo de su sistema de producción? A) SI B) NO
13. El conocimiento que posee para manejar su sistema de producción ¿es parecido al que practican otros habitantes de la comunidad? A) SI B) NO
14. ¿Qué ventajas considera que tiene su sistema de producción ante la agricultura protegida?

#### **6.4 Interpretación y análisis**

Al realizar la investigación de campo se encontró diferentes situaciones por los particulares terrenos de los agricultores, es necesario agradecer la buena disposición de cada persona para brindar la información, con la autorización de los dueños pasamos a cada sistema logrando identificar las interacciones y el hábito de crecimiento y como cada especie influye en el buen funcionamiento del sistema, cabe recalcar que se expresó y explicó cada pregunta para la buena interpretación de los productores. Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

**¿Cuál es el nombre con el que denomina su forma de producir alimentos y cría de animales?**



Grafica 1: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta.

## INTERPRETACIÓN

Del total de personas encuestadas, cinco de 12 cuentan con un sistema denominado huerto de traspatio mientras que el jardín Multiestrato está en segundo lugar y a su vez, cultivos en callejones y cinturones de protección y rompevientos están a la par en presencia.

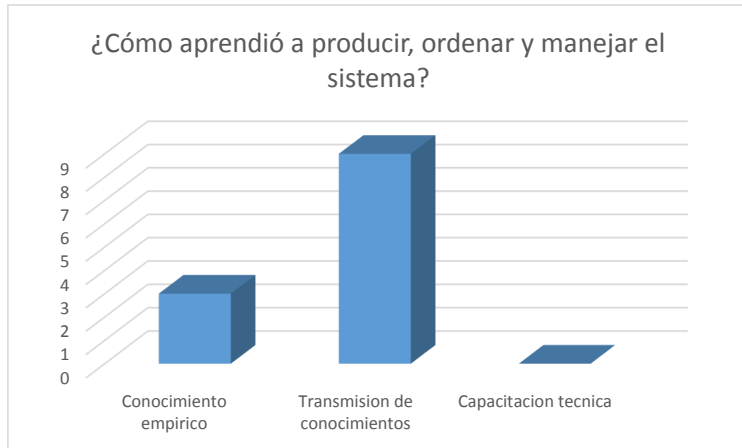
## ANÁLISIS

La diversidad de los sistemas está relacionado con las condiciones particulares de cada terreno tales como pendiente, presencia de agua, árboles, abundancia de piedras, presencia de microorganismos en el suelo y aún más importante los conocimientos adquiridos empíricamente y de transmisión que cada agricultor ha obtenido a través de los años y vivencias. Por lo tanto, se encuentran diferentes tipos de sistemas en la comunidad que comparte ciertas características por las razones señaladas en este párrafo.

**Comentado [ABS1]:** Poner tilde a esta palabra (acento en la letra "o")

**Comentado [ABS2]:** Esta palabra lleva tilde (acento).

¿Cómo aprendió a producir, ordenar y manejar el sistema?



Grafica 2: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

## INTERPRETACIÓN

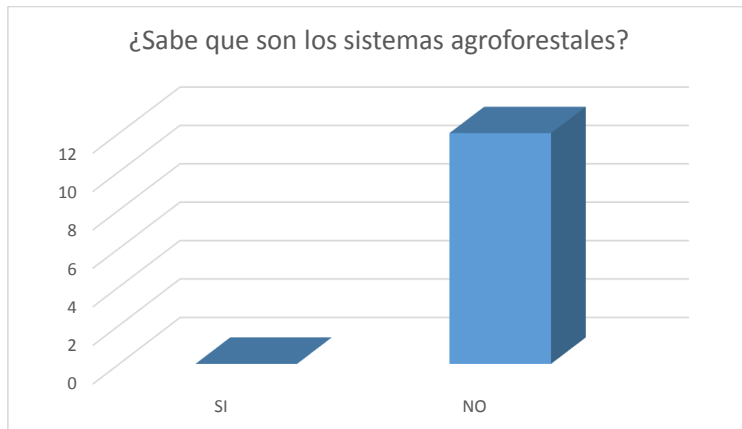
La mayoría de personas afirman que gran parte de los conocimientos adquiridos es porque sus padres, abuelos y demás persona cercanas a su círculo social les compartieron esos conocimientos que a su vez ellos también adquirieron de la misma manera formando así una cadena de conocimientos del campo, flores y ciclos lunares; por otro lado hay personas que dicen haber aprendido de forma empírica por las condiciones de vida que tuvieron, de las personas encuestadas nadie recibió asistencia técnica debido a la lejanía y los costos que esto conlleva.

## ANÁLISIS

Cada persona cuenta con diferentes tipos de conocimientos debido en gran parte porque tuvieron condiciones de vida muy diferente y en distintas épocas. Se encuentra el claro ejemplo de una persona encuestada que desde su infancia se quedó sin padres quienes le enseñaron las actividades del campo y todo lo que conlleva, dando lugar al conocimiento empírico y basado en prueba y error.

**Comentado [ABS3]:** Poner tilde a esta palabra (acento en la letra "o")

¿Sabe que son los sistemas agroforestales?



Grafica 3: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

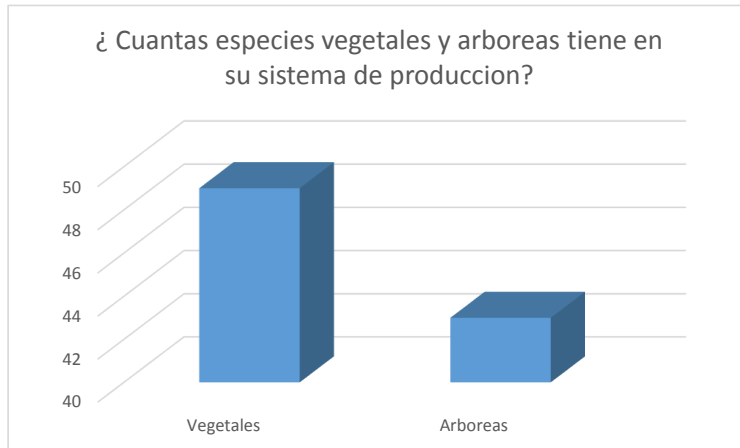
En su totalidad desconocen tanto del término como la función, técnicas, beneficios y todo lo que a los sistemas agroforestales se refiere.

### ANÁLISIS

No ha llegado información, ni conocimientos ni personal que aborde sobre el tema, en cambio el interés de mostrar sobre los sistemas se ha despertado en algunas personas abriendo la posibilidad de nuevos conocimientos que las personas interesadas pueden obtener.

**Comentado [ABS4]:** Profundizar más el análisis, te lo dejo a tu criterio y capacidad indagatoria.

**¿Cuántas especies vegetales y arbóreas tiene en su sistema de producción?**



Grafica 4. Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

El maíz es la especie vegetal que está presente en todos los sistemas de producción de esta comunidad, en segundo lugar, el frijol en sus diferentes variedades, también destacan el alverjón, trigo, evo y otros granos que están en un 70% presentes en todos los sistemas. Con menor presencia encontramos especies como nopales, jitomates silvestres, plantas de aroma, y especies que se emplean para la cocina.

Por su parte en las especies arbóreas el aguacate se encuentra en diferentes variedades distribuidas en todos los sistemas, de las que destacan Hass y criollos principalmente seguido de duraznos, manzanos, higos, limones y algunos nogales.

### ANÁLISIS

Se entiende que el maíz es el más consumido no solo para la alimentación humana sino también como alimento para ganado y otros usos es la especie con mayor presencia junto a frijol ya que estos dos granos son la base de la alimentación de la población complementando con otros que también son importantes

Por las condiciones ambientales y geográficas el aguacate, durazno, manzanas, etc. son los árboles frutales con mayor presencia y por ende los más consumidos.

**Comentado [ABS5]:** Poner en mayúsculas como los demás subtítulos.

¿Qué cultivos tiene a lo largo del año?



Grafica 5: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

## INTERPRETACIÓN

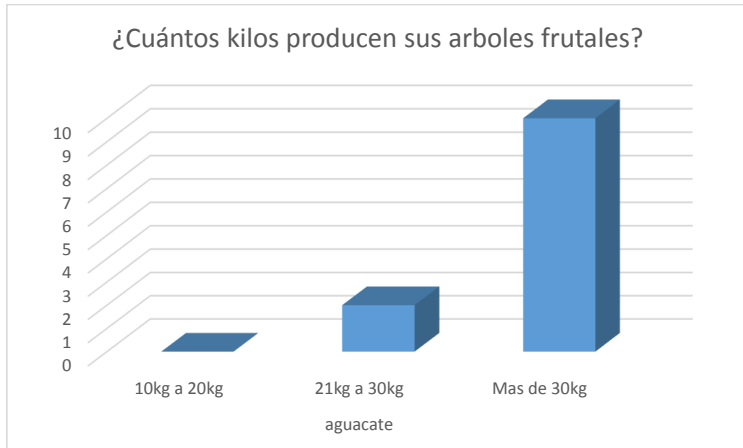
Basados en la alimentación se encuentra que el maíz es el grano más cultivado por lo anteriormente mencionado además del frijol, pero no son los únicos, teniendo una gran diversidad de especies que cumplen funciones variadas ya sea para consumo humanos o para complementar la dieta de los animales y preparar platillos más complejos a base de los granos.

## ANÁLISIS

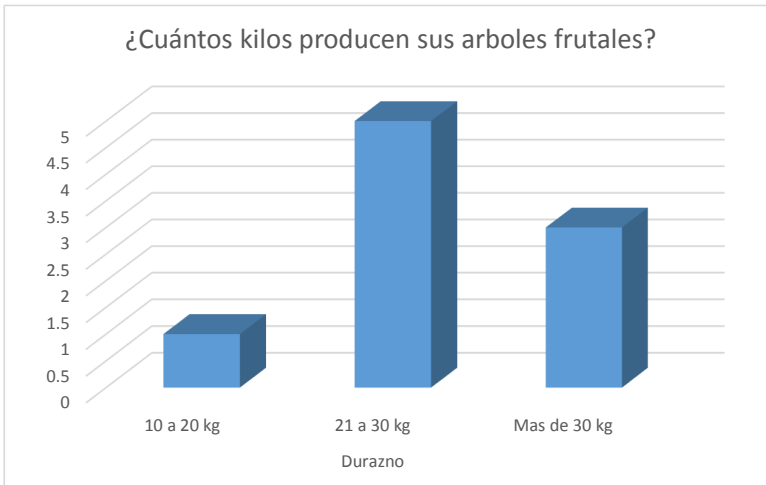
Una de las bondades de los sistemas agroforestales es la libertad de cultivar las especies que mejor convenga según las necesidades de los agricultores, por eso encontramos diversas especies a lo largo del año complementando su dieta, consiguiendo alimentos para los animales y cuidando de las especies frutales y forestales.

Comentado [ABS6]: Poner en mayúsculas.

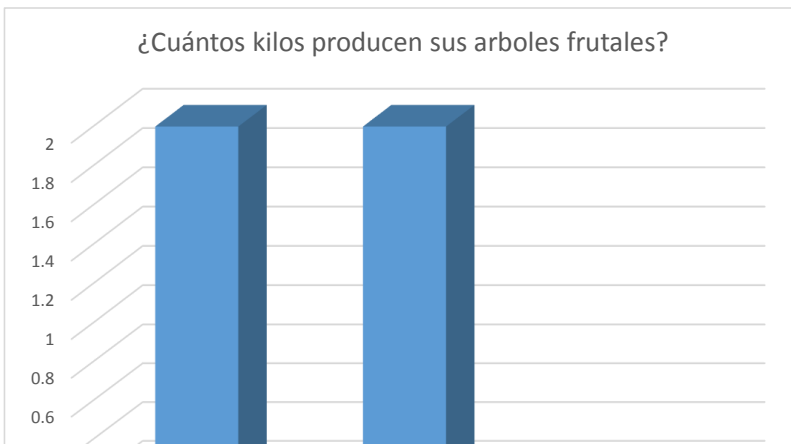
¿Cuántos kilos producen sus árboles frutales?



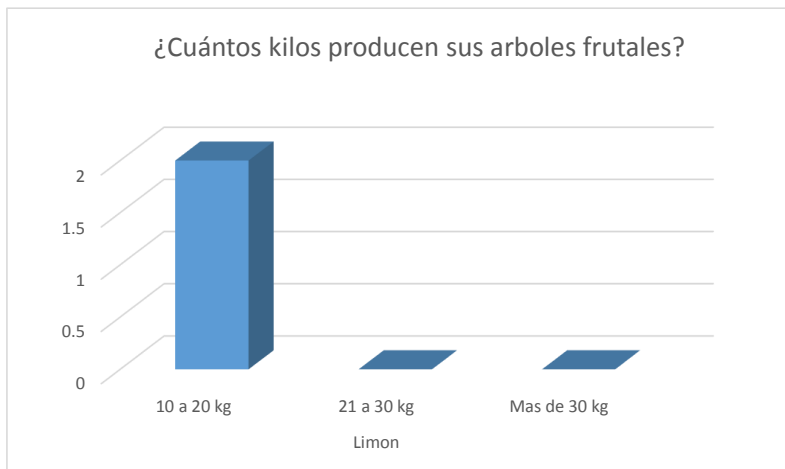
Grafica 6A: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta



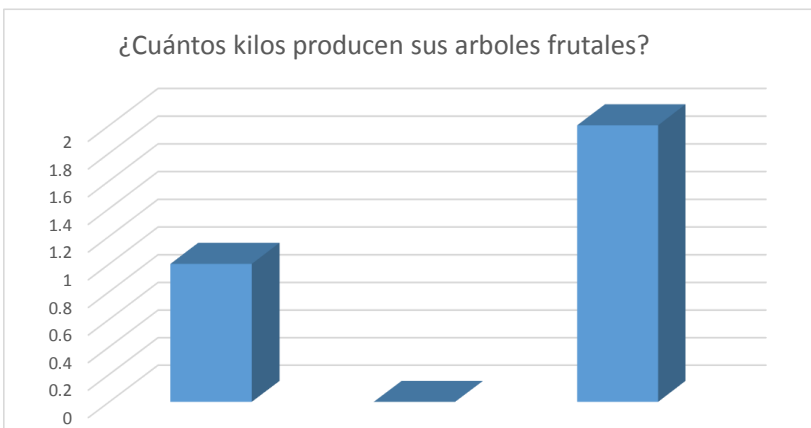
Grafica 6B: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta



Grafica 6C: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta



Grafica 6D: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta



Grafica 6E: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

El aguacate es el frutal presente en todos los sistemas de los agricultores seguido del durazno, manzanos, higos y algunos nogales y en menor presencia encontramos capulines, zapote blanco, peras y ciruelos.

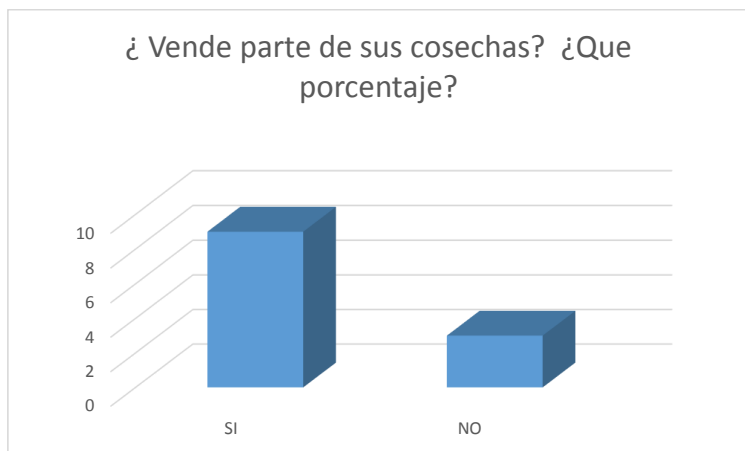
### ANÁLISIS

Las especies frutales son parte importante en la función de los sistemas agroforestales ya que al producir fruto se benefician las personas y otros animales, el aguacate es la especie con mayor presencia por su alto nivel nutrimental y por su alto precio con las variedades Hass y Fuerte, los frutos existentes no solo se consumen en fresco dando así opciones de mayor aprovechamiento, cabe mencionar que los agricultores que tienen sus sistemas agroforestales no se ven afectados por los precios al menos de los frutales y productos en general que su mismo sistema les brinda.

**Comentado [ABS7]:** Poner los kilos que se producen, que sean aproximados en caso de no tener el dato justo.

**Comentado [ABS8]:** Agregar que los precios de estos productos en el mercado local, estatal y nacional no afectan considerablemente en el consumo de las personas que tienen un sistema de producción de este tipo, argumenta más en esta parte de acuerdo a tu indagación y conocimiento del lugar.

¿Vende parte de sus cosechas? ¿Qué porcentaje?



Grafica 7: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

La mayoría menciona que vende parte de sus cosechas, pero se refiere a la producción de frutales de temporada conservando la mayoría de sus granos ya que es para la alimentación de sus familias. A pesar de que cada temporada de cosecha la cantidad de frutos varía, en su mayoría lo venden ya que una familia de cinco integrantes no son capaces de comer 50 o más kilogramos de aguacate, los sistemas que tienen más de diez árboles de una misma especie terminan vendiendo más del 80% de su producción final.

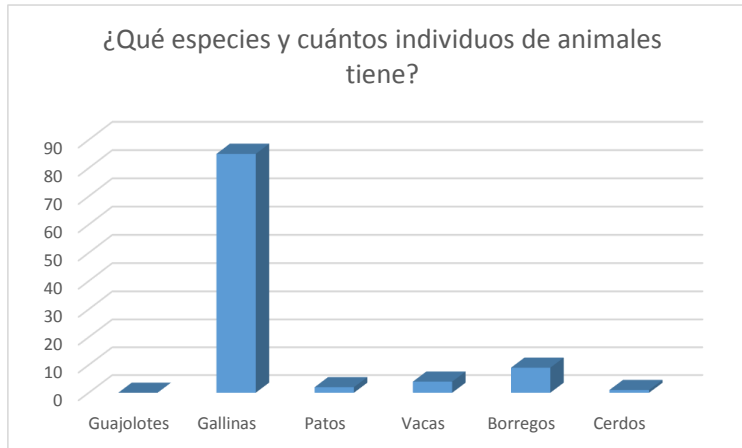
**Comentado [ABS9]:** Poner un porcentaje aproximado si no se cuenta con la cifra exacta.

### ANÁLISIS

La seguridad alimentaria es un tema que las familias se toman muy en serio, solo venden los excedentes de sus frutales garantizando satisfacer parte de su alimentación y bienestar, los recursos juntados de las ventas se utilizan para comprar más productos de la canasta básica y para productos de uso personal e higiene, con lo producido en sus sistemas cubren en un 60% de su alimentación para el resto de alimentos realizan otras actividades para satisfacer el total de sus necesidades.

**Comentado [ABS10]:** Extiende un poco más el análisis haciendo énfasis en lo relacionado a que el tema de alimentación está cubierto, si puedes obtener una estimación en porcentaje cómo queda resuelta la alimentación y la obtención de otros benefactores será adecuado. Lo anterior podría ser: con los alimentos que producen sus sistemas productivos, las necesidades de una familia quedan satisfechas en un 60%, mientras que el 40% restante queda cubierto con las ventas de sus excedentes... esto es un ejemplo.

¿Qué especies y cuántos individuos de animales tiene?



Grafica 8: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

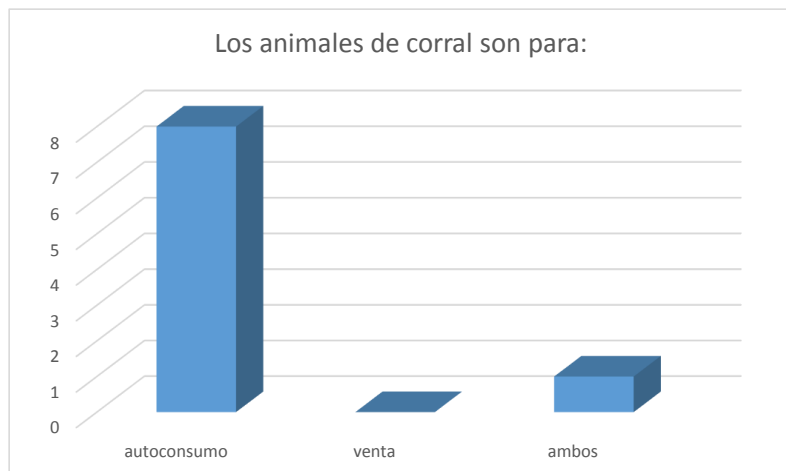
### INTERPRETACIÓN

Las gallinas son los animales con mayor presencia en las familias por la facilidad de manejo y baja exigencia de atención, también se encuentran las ovejas, cerdos y vacas, aunque en menor número.

### ANÁLISIS

Por la baja demanda de alimento comercial, las gallinas son aprovechadas para distintos fines, carne, huevo, gallinaza, pie de cría, complementando las necesidades de los agricultores tanto económicas como alimenticias. Las familias también cuentan con ovejas y vacas que también agregan beneficios como abono para el campo y barbechos de terrenos agrícolas.

**Los animales de corral son para:**



Grafica 9: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

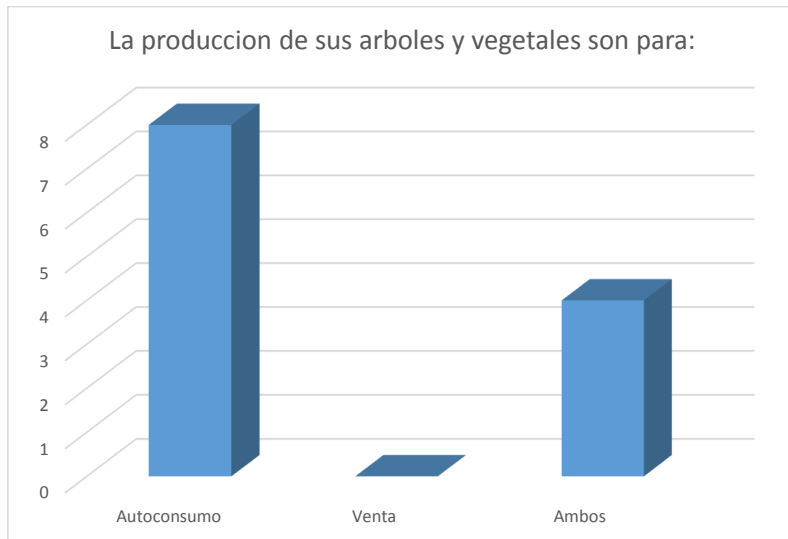
### INTERPRETACIÓN

Los agricultores tienen sus animales principalmente para su autoconsumo aportando a su economía y cuando existen poblaciones altas de ellos los utilizan para la venta.

### ANÁLISIS

No todas las familias tienen grandes cantidades de animales ya que su actividad principal es el campo y donde si hay animales no son en grandes cantidades por eso su gran mayoría se destinan al autoconsumo.

**La producción de sus árboles y vegetales son para:**



Grafica 10: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

La seguridad alimentaria es uno de los privilegios que los sistemas agroforestales brindan y las familias toman la mayoría de sus cultivos para el autoconsumo, aunque los agricultores que tienen varios árboles frutales pueden vender para tener ingresos extras a su economía.

### ANÁLISIS

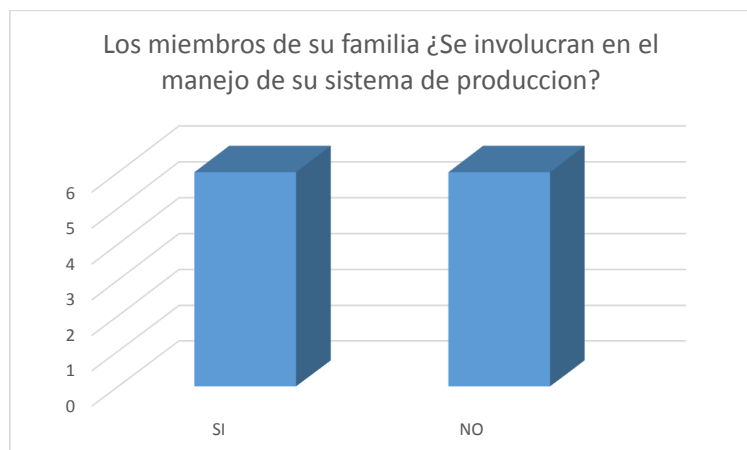
Algo característico de las familias es que comparten sus cosechas con sus hijos, hermanos y vecinos dando paso al trueque de productos alimenticios, así obtienen granos y frutos que no cultivan, pero tampoco compran.

### ¿A cuánto asciende sus ingresos con la venta de sus cosechas y animales?

#### INTERPRETACIÓN

Las familias agricultoras no llevan registro escrito de sus producciones ni ventas, además que las condiciones climáticas de cada temporada son distintas teniendo cosechas heterogéneas eso hace difícil establecer un valor numérico de la cantidad que ingresa a las familias, por su parte hubo una persona que al llevar los productos de su sistema a la plaza dominical del municipio lleva un registro más establecido y dando la cantidad de \$5500 mensuales en la venta de animales, granos y frutos.

### Los miembros de su familia ¿Se involucran en el manejo de su sistema de producción?



Grafica 11: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

## INTERPRETACIÓN

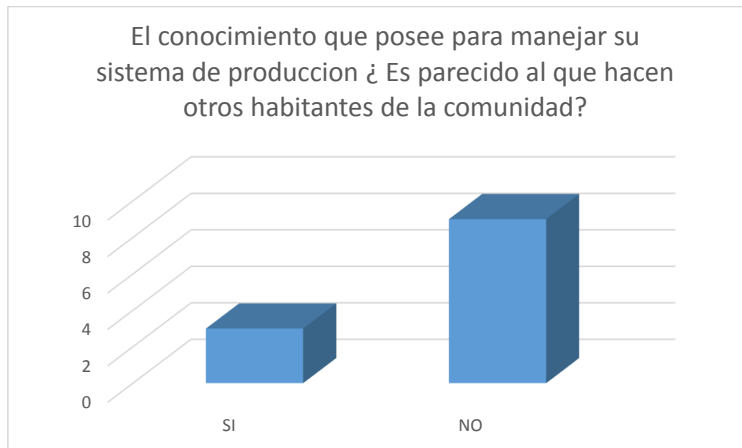
Tanto hay familias que si se involucran en las actividades del sistema y hay otras que no, esto se debe a que las familias jóvenes que tienen hijos involucran para las actividades del campo, las familias que no participan es porque sin personas de edad avanzada y que sus hijos son adultos y se dedican a otras actividades

## ANÁLISIS

Al realizar la encuesta solo se confirma que el tema del abandono del campo por parte de las nuevas generaciones es un problema más común de lo que se pensaba ya que la mayoría de los agricultores son personas casi de la tercera edad. Muchos de los jóvenes dejan de estudiar para irse a trabajar a las ciudades en diversos oficios porque el salario del campo es muy escaso y no alcanza para cubrir sus necesidades pero esto no comenzó en esta generación si no ya hace muchos años y tanto así que varias familias completas se mudaron a las ciudades dejando terrenos de cultivo sin trabajar e inclinando la balanza de menos producción y mayor demanda de alimentos.

**Comentado [ABS11]:** ¿En qué se ocupan las actuales generaciones? ¿Hay manera de saber en qué momento empezó a suceder este fenómeno? Los bajos salarios ¿Serán parte de ese fenómeno? Argumenta más este análisis.

**El conocimiento que posee para manejar su sistema de producción ¿Es parecido al que hacen otros habitantes de la comunidad?**



Grafica 12: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

En su mayoría las personas argumentan que no es el mismo tipo de conocimientos que poseen las familias que cuentan con sistemas agroforestales, por su más alto nivel de complejidad a diferencia de un monocultivo, sin embargo hay prácticas que se comparten como fechas de siembra y en su totalidad respetan los ciclos lunares para hacer las labores del campo y reproducción animal.

### ANÁLISIS

Los agricultores han forjado sus conocimientos de diferentes maneras dando oportunidad a que los conocimientos obtenidos sean muy amplios pero particulares en cada sistema y cada agricultor complementando los saberes de los cultivos y animales entre sí.

Comentado [ABS12]: Falta hacer el análisis.

**¿Qué ventajas considera que tiene su sistema de producción ante la agricultura protegida?**



Grafica 13: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

### INTERPRETACIÓN

Las familias se sienten más seguras con los sistemas Agroforestales por los beneficios que brindan, como la diversidad de alimentos, productos saludables, presencia de animales y los beneficios que ellos traen entre otros argumentos.

### ANÁLISIS

Pensamientos convergen en que se debe cumplir con la primera y principal necesidad que es la alimentación, estas las brindan los sistemas Agroforestales e igual de importante es el bienestar que los agricultores afirman tener con los sistemas además de productos libres de pesticidas, menos demanda de recursos económicos y naturales, tener animales y plantas en un mismo espacio.

## **6.5 Consideraciones finales**

Los sistemas Agroforestales son una alternativa viable para la producción de alimentos de origen vegetal y animal sin causar un daño ambiental tan severo como el de otros usos del suelo, queda demostrado en la investigación realizada, sin embargo, el manejo es más complicado para los agricultores por su alto nivel de complejidad que conlleva saber cuidar de diversas especies animales y vegetales en un espacio relativamente pequeño y al mismo tiempo o consecutivamente.

La población en general desconoce de la Agroforestería como disciplina útil al campo, con base a esto se recomienda realizar trabajos de investigación por parte de alumnos e instituciones escolares y gubernamentales en beneficio de las comunidades donde se den las condiciones, profundizar en las funciones que cada componente del sistema realiza, descubriendo los usos diversos de cada especie en particular, realizar caracterizaciones morfológicas de frutos con distintos aprovechamientos y especies que alimentan a las personas y animales.

El abandono del campo es un problema que va ganando terreno, en su mayoría son las personas mayores las que aún se dedican al trabajo del campo dejando una débil mano de obra para la producción de alimentos, se debe inculcar las actividades agrícolas en las nuevas generaciones resaltando la importancia del cuidado y aprovechamiento de los suelos y ambiente en general.

La Agricultura debería ser una opción viable a desarrollo de los jóvenes sin embargo por los malos sueldos y largas horas de trabajo prefieren desempeñarse en otros oficios por lo general en las ciudades dando pie al abandono del campo.

No solo en la comunidad de Talican existen condiciones para los sistemas agroforestales, gran parte del municipio cuentan con abundancia de especies útiles en la alimentación y otros fines que las personas les dan, se recomienda el ordenamiento de los individuos para un mejor uso y aprovechamiento del espacio y recursos del lugar involucrando así a las nuevas generaciones para despertarles la inquietud y apego del cuidado de cultivos, animales y el ecosistema.

En los meses de junio a septiembre es la temporada de fructificación de varias especies, pero por su corta vida de anaquel una parte considerable perece antes de llegar al consumidor final para esto se recomienda hacer conservas, mermeladas, salsas y todo proceso para aprovechamiento, dando un valor agregado y abriendo la opción a otro tipo de mercado como ya algunas comunidades de la zona lo hacen. Por el escaso estudio de los sistemas agroforestales en la región se desconocen muchas funciones, relaciones, usos y costumbres y otros efectos que suceden, se sugieren temas de investigación para tener conocimientos más específicos:

1. Función, usos y aprovechamientos de los animales en los sistemas agroforestales
2. Caracterización morfo agronómicas de los aguacates criollos
3. Biodiversidad de los sistemas agroforestales
4. Conservación de los suelos de los sistemas agroforestales
5. Calidad nutrimental de productos de los sistemas agroforestales VS productos de la agricultura convencional.

ANEXOS



Figura 3. Jardín Multiestrato.



Figura 4. Granos almacenados.



Figura 5. Maíz del SAF Jardín Multiestrato.



Figura 6. Seberina González De La Luz.

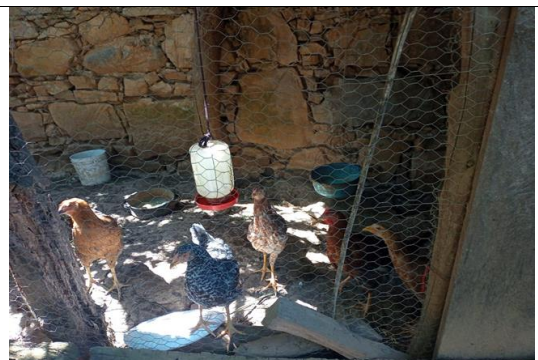


Figura 7. Gallinas del SAF Huerto de Traspatio.



Figura 8. Maíz del SAF Huerto de Traspatio.



Figura 9. Manuela Bonilla Lucas dueña del Huerto de Traspatio.



Figura 10. Frijol del SAF Huerto de Traspatio.



Figura 11. Ovejas del Huerto de Traspatio.



Figura 12. Margarita Calderón Bautista dueña del SAF Cinturón de protección y rompevientos.

Figura 13. Jitomate silvestre en el SAF.



Figura 14. Maíz obtenido del SAF.

Figura 15. Frijol obtenido del SAF.



Figura 16. Calabazas obtenidas en el SAF como complemento alimenticio.



Figura 17. Concepción Barrientos Carmona.



Figura 18. Barrera de protección y cerca viva.



Figura 19. Mazorca para alimentación de la familia y animales.



Figura 20. Gallinas con doble propósito.



Figura 21. Combinación de jitomates y aguacates.

Figura 22. Plantas de aguacate y cafetos.



Figura 23. Huerto de traspatio.

Figura 24. Higueras y aguacates.



Figura 25. Milpa en melgas con aguacate.

Figura 26. Nopal verdura para alimentación de la familia.



Figura 27. Trigo en callejones junto a plantas de durazno.

Figura 28. Trigo en callejones junto a plantas de aguacate.



Figura 29. Huerto de traspatio con aguacate, nopales y pollos.



Figura 30. Maguey en combinación con aguacate.



Figura 31. Combinación de pollos y duraznos.



Figura 32. Alverjón obtenido del SAF para alimentación familiar.



Figura 33. Amparo Hernández H.



Figura 34. Pollos con doble propósito.



Figura 35. Cedro blanco como cortina rompevientos.



Figura 36. Planta de chile canario.



Figura 37. Alcatraz para comercialización y ornato.

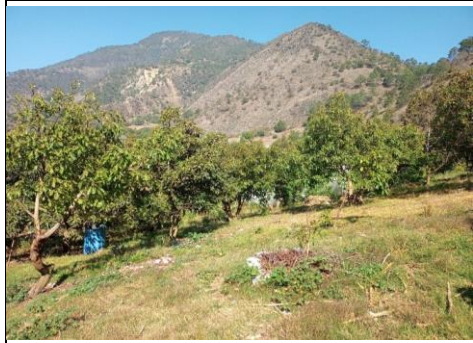


Figura 38. Huerto de aguacate de accesiones variadas.



Figura 39. Vaca utilizada para las actividades del campo.



Figura 40. Maíz obtenido del SAF.



Figura 41. Gallinas con doble propósito



Figura 42. Piedad Villegas Martínez.



Figura 43. Jardín Multiestrato.



Figura 44. Huerto semi comercial de aguacate Hass.



Figura 45. Presencia de duraznos y aguacates.



Figura 46. Saúl Barrientos Villegas.



Figura 47. Huerto de aguacate con milpa.



Figura 48. Combinación de aguacate y durazno.

Figura 49. Huerta semicomercial de aguacate Hass.



Figura 50. Higueras con aguacates.

Figura 51. Huerto de duraznos.



Figura 52. Guía de espino.



Figura 53. Aguacate en tecorral.



Figura 54. Huerta semicomercial.



Figura 55. Serafín Barrientos Carmona



Figura 56. Borregos con doble propósito.



Figura 57. Señora Piedad vendiendo productos de su SAF.



Figura 58. Chicharos obtenidos del SAF.



Figura 59. Huevos para alimentación y reproducción.



Figura 60. Diversidad de alimentos obtenidos.



Figura 61. Señora Amparo vendiendo productos de su SAF.



Figura 62. Diversidad de alimentos del SAF.



Figura 63. Nopal verdura obtenido del SAF.



Figura 64. Huevos para alimentación y reproducción.

## LITERATURA CITADA

Adeyolu S. K. 2001. Forestry for national development: a critique of the Nigerian situation. *In*: Popoola L., Abu J. E., Oni P. I. (Eds.). Forestry and National Development. Proceedings of 27th Annual Conference of Forestry Association of Nigeria Held in FCT. Abuja, Nigeria. pp: 55-67.

Aguilar-Luna J. M. E., Solorio-Sánchez F. J., Hernández-Daumás S., Huerta-Lwanga E., Macario-Mendoza P. A. 2011. Interacciones radicales y aéreas en la asociación agroforestal cedro-limón-chaya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14 (2): 441-451.

Ahmed S., Grainge M. 1986. Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. *Economic Botany* 40: 201-209.

Alcorn, J. 1983. El te'lom Huasteco: pasado, presente y futuro de un sistema agroforestal indígena. *Biótica*, 8: 315-331.

Altieri, M. y V.M. Toledo, 2005. Natural Resource Management among Small-scale Farmers in Semi-arid Lands: Building on Traditional Knowledge and Agroecology. *Annals of Arid Zone*, 44 (3&4): 365-385.

Altieri M. A., Toledo V. M. 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies* 38: 587-612.

Barrera, M.A., A. Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yáñez, 1977. El manejo de las selvas por los Mayas. *Biótica*, 2: 47-60.

Beaucage, P., M.E. Escobar, D. Bilodeau, G. Bautista-Romero, 1985. Maseualmej uan intaktson: Elementos de etnobotánica náhuatl del municipio de Cuetzalan, Puebla. Mecanoescrito.

Beaucage, P., 2009. Corps, Cosmos et Environnement chez les Nahuas de la Sierra Norte de Puebla. *Lux / Humanities*, Montreal.

Blancas, J., A. Casas, S. Rangel-Landa, A.I. Moreno-Calles, I. Torres, E. Pérez-Negrón, L. Solís, A. Delgado-Lemus, F. Parra, Y. Arellanes, J. Caballero, L. Cortés, R. Lira y P. Dávila, 2010. Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany*, 64: 287-302.

Blanckaert, I., K. Vancraeynest, R.L. Swennen, F.J. Espinosa-García, D. Piñero y R. Lira, 2007. Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semiarid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 39-48

Casas, A., A. Valiente-Banuet, J.L. Viveros, J. Caballero, 2001. Plant resources of the Tehuacán Valley, México. *Economic Botany*, 55: 129-166.

Casas, A., S. Rangel-Landa, I. Torres-García, E. PérezNegrón, L. Solís, F. Parra, A. Delgado, J. Blancas, B. Farfán y A.I. Moreno-Calles, 2008. In situ Management and Conservation of Plant Resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: An Ethnobotanical and Ecological Perspective. En: De Albuquerque, U. y M. Alves-Ramos (Eds.). *Current Topics in Ethnobotany*. Research Signpost, Kerala, India, pp. 1-25.

Callaway R. M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61: 306-349.

Cannell M. G. R., Van Noordwijk M., Ong C. K. 1996. The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. *Agroforestry Systems* 34 (1): 27-31.

Carmona J. C. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación* 4 (1): 40-50.

Casanova F., Ramírez L., Solorio F. 2007. Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo. *Avances en Investigación Agropecuaria* 11 (3): 41-52.

Cheng F., Cheng Z. 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science* 6: 1-16.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2013. Veracruz, México. 13-20.

Conklin, H. C. 1957. Agricultura de Hanunoo, Informe sobre un sistema integral de agricultura migratoria en Filipinas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Dávila, P., M.C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, Villaseñor, A. Casas, R. Lira, 2002. Biological

Diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity Conservation*, 11: 421-441.

Donald, P.F., 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology*, 18: 17-37

Dubois J. L. C. 1980. Condições e justificativas para produção de consórcios na Amazonia, enfoque teórico. *In: Anais, Simposio sobre sistemas de produção em consórcio para exploração permanente dos solos da Amazonia*. Belem, EM-BRAPA-CPATU/GTZ. Documentos 7: 153-173.

García-Barrios L., Ong C. K. 2004. Ecological interactions, management lessons and design tools in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61: 221-236.

Gregory P. 2006. Plant roots: growth, activity and interaction with soils. Ed. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido. 340 pp.

Grime J. P. 2006. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley & Sons. Londres, Reino Unido. 456 pp.

Haugaard-Nielsen H., Jensen E. S. 2005. Facilitative root interactions in intercrops. *Plant and Soil* 274: 237-250.

Huxley P. A. 1985. The tree / crop interface - or simplifying the biological / environmental study of mixed cropping agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 251-266.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2017.

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

Kellimore L. R. 2010. Handbook on agroforestry: management practices and environmental impact. Serie: environmental science, engineering and technology. Nova Science Pub Inc. EUA. 507 pp.

King K. F. S. 1979. Concepts of agroforestry. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. 15 pp.

Krishnamurthy L., Rajagopal I., Arroyo A. 2003. Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural. Alternativas productivas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. D. F., México. pp: 11-99.

Kronick J. 1984. Temporal analysis of agroforestry systems for rural development. Agroforestry Systems 2: 165-176.

Lira, R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes-Flores, S. Rangel-Landa, L. Solís, I. Torres, P. Dávila, 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacan-Cuicatlan, Mexico. Economic Botany 63: 271-287.

López-Ríos G. F. 2009. Ecofisiología de árboles. 2da. Edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. 490 pp.

Lundgren B., Raintree J. B. 1982. Sustained agroforestry. *In*: Nestel B. (ed.). Agricultural Research for Development: Potentials and challenges in Asia, ISNAR, The Hague. pp: 37-49.

MacNeish, R.S., 1967. A summary of subsistence. En: Byers, D.S. (Ed.). The prehistory of the Tehuacán Valley: Environment and Subsistence vo1.1. University of Texas Press, Austin, Texas, pp. 290-309.

Makhabu S. W., Skarpe C., Hytteborn H., Mpofu Z. D. 2006. The plant vigour hypothesis revisited - how is browsing by ungulates and elephant related to woody species growth rate? Plant Ecology 184: 163-172.

Martínez-Alfaro, M.A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas, 2007. Flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78: 15-40.

Michon G., Mary F., Bompard J. 1986. Multistoried agroforestry garden system in West Sumatra, Indonesia. Agroforestry Systems 4: 315-338.

Moreno-Calles, A., A. Casas, J. Blancas, I. Torres, S. Rangel-Landa, E. Pérez-Negrón, J. Caballero, O. Masera, L. García-Barrios, 2010. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Central Mexico. *Agroforestry Systems*, 80: 315-331.

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

Nabhan, G.P., 2007. Agrobiodiversity change in a Saharan desert oasis, 1919-2006: historic shifts in Tasiwit (Berber) and Bedouin crop inventories of Siwa, Egypt. *Economic Botany*, 61: 31-43.

Nair P. K. R. 1997. *Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible*. UACH. Chapingo, Edo. de México. 543 pp.

Petit A. J., Casanova L. F., Solorio S. F. 2009. Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrientes. *Agricultura Técnica en México* 35 (1): 107-116.

Nair, P.K.R., 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, 40: 784-790

Parra, F., N. Pérez-Nasser, D. Pérez Salicrup, R. Lira y A. Casas, 2008. Populations genetics and process of domestication of *Stenocereus pruinosus* in the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 72: 1997-2010

Puri S., Panwar P. 2007. *Agroforestry: systems and practices*. Eastern Book Corporation, India. 687 pp.

Raintree J. B., Warner K. 1986. Agroforestry pathways for the intensification of shifting cultivation. *Agroforestry Systems* 4 (1): 39-54.

Rao M. R., Singh M. P., Day R. 2000. Insect pest problems in tropical agroforestry systems: Contributory factors and strategies for management. *Agroforestry Systems* 50: 243-277.

Simmonds N. 1984. Plant research and agroforestry. *In*: Huxley P. A. (ed.). *International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)*. Nairobi, Kenya. 617 pp.

Singh R. P., Ong C. K., Saharan N. 1989. Above and below ground interactions in alley cropping in semiarid India. *Agroforestry Systems* 9: 259-274.

Somarriba E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19: 233-240.

Toledo, V.M., N. Barrera-Bassols, E. García-Frapolli, P. Alarcón-Chaires, 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los Mayas de Yucatán, México. *Interciencia*, 33: 345-352.

Tscharntke, T., Y. Clough, S.A. Bhagwat, D. Buchori, H. Faust, D. Hertel, D. Hölscher, J. Juhbandt, M. Kessler, I. Perfecto, C. Scherber, G. Schroth, E. Veldkamp y T.C. Wanger, 2011. Multi-functional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes, a review. *Journal of Applied Ecology*, 48: 619-629.

Vallejo, M, A. Casas, J. Blancas, A.I. Moreno-Calles, L. Solís, S. Rangel-Landa, P. Dávila y O. Téllez, 2014. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacan Valley, Mexico: indigenous cultures and biodiversity conservation. *Agroforestry Systems*, 88 (1): 125-140.

Vallejo, M., A Casas, E. Pérez-Negrón, A.I. Moreno-Calles, O. Hernández-Ordoñez, O. Tellez y P. Dávila, 2015. Agroforestry systems of the lowland alluvial valleys of the Tehuacan-Cuicatlan biosphere reserve: an evaluation of their biocultural capacity. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11: 8.

Valiente-Banuet, A., L. Solís, P. Dávila, M.C. Arizmendi, P.C. Silva, J. Ortega-Ramírez, C.J. Treviño, S. Rangel-Landa y A. Casas, 2009. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Impresora Transcontinental, México

Weiner J., Andersen S. B., Wille W. K., Griepentrog H. W., Olsen J. M. 2010. Evolutionary agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. *Evolutionary Applications* 3: 473-479.

Wilken, G.C.1977. Integración de bosques y sistemas agrícolas a pequeña escala en América Central. *Agroecosistemas* 3: 291-302.

Wiersum K. F. 1981. Outline of the agroforestry concept. *In*: Wiersum K. F. (ed.). *Viewpoints in Agroforestry*. Agricultural University of Wageningen, The Netherlands. pp: 1-21.

Wilson J. R. 1990. Agroforestry and soil fertility: the eleventh hypothesis-shade. *Agroforestry Today* 2 (1): 14-15.

Wojtkowski P. 1998. *The theory and practice of agroforestry design*. Science Publishers, Inc. Enfield, New Hampshire, EUA. 282 pp.

Young M. K., Ryan S. A. 1992. Using environmental indicators to promote environmentally, ecologically and socially-sustainable resources use: a policy-orientated methodology, EPAT/MUCIA, manual. The Environmental and Natural Resources Policy and Training Project. pp: 1-34.



**BUAP**

*“HUP, 50 años de enseñanza y salud”*

Oficio No. CRN-SAC/TIT 222/2022

**Asunto:** Impresión de Tesis

**C. Edmar Barrientos Villegas**  
**Alumno del Complejo Regional Norte**  
**Benemérita Universidad**  
**Autónoma de Puebla**  
**PRESENTE**

Con base en el dictamen emitido por el M. C. Alfredo Baéz Simón (**Director de Tesis**), M.C. María del Rosario Hernández Tapia y M. C. Benjamín Barrios Díaz (**Revisores**), en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

**“SISTEMAS AGROFORESTALES DE LA COMUNIDAD TALICAN  
TETELA DE OCAMPO, PUEBLA”**

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

ATENTAMENTE

“PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR”

Chignahuapan, Pue. a 21 de junio de 2022

Dr. Erik Moisés Gonzáles Castillo  
Secretario Académico



c.c.p. archivo  
EMGC/T/ogh

Complejo Regional Norte | Av. Universidad s/n (corredor educativo)  
Chignahuapan, Puebla C.P. 73300  
Tel. 01 797 9 71 14 03