



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO



Departamento de Suelos
Programa de Maestría en Agroforestería para el
Desarrollo Sostenible

**“Diseño, establecimiento, manejo y evaluación
financiera del sistema agroforestal mezquite- maguey
con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan,
Estado de México”**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE

Presenta:

Daniel Hernández Archundia



REGIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES



Logo de la Universidad Autónoma de Chapingo

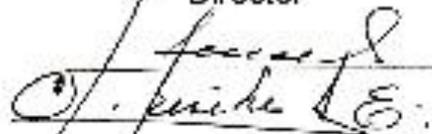
Chapingo México, 8 de diciembre del 2010.

La presente tesis titulada **Diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera del sistema agroforestal mezquite- maguey con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan, Estado de México**, fue realizada por el Ing. **Daniel Hernández Archundia**, bajo la dirección del **M.C. Miguel Uribe Gómez** y como asesores el **Dr. Antonio Vázquez Alarcón** y el **Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo**. Ha sido revisada y aprobada por el jurado examinador, como requisito parcial para obtener el grado de:

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

JURADO EXAMINADOR

Director



M.C. Miguel Uribe Gómez

Asesor



Dr. Antonio Vázquez Alarcón

Asesor



Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Autónoma Chapingo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyo brindado para la realización de mis estudios de maestría.

Al comité asesor de investigación: M.C. Miguel Uribe Gómez, Dr. Antonio Vázquez Alarcón y el Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo, les agradezco el apoyo para la realización de este trabajo, a sus sabios consejos y a su guía.

Al Dr. David Cristóbal Acevedo Coordinador de la Maestría en Agroforestería para el desarrollo sostenible, por las facilidades brindadas.

Al Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy por todos los conocimientos y consejos que recibí de él.

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de llegar hasta el día de hoy.

A mi familia por el amor y apoyo incondicional que me han brindado

A ti Esmeralda porque has sido la persona especial con la quien elegido compartir mi vida.

A mis amigos quienes han estado presentes a lo largo de mi vida acompañándome en los momentos de felicidad y tristeza.

“Si se puede, todo se puede claro que se puede”

.

Atte.

Daniel Hernández Archundia

DATOS BIOGRÁFICOS

Daniel Hernández Archundia nace el 11 de diciembre de 1980, en el pueblo de San Miguel Xaltocan, municipio de Nextlalpan Estado de México. Curso sus primeras letras en la escuela primaria oficial Cuauhtémoc y la secundaria en la escuela Felipe Villanueva. Los estudios medios superiores en la Preparatoria Agrícola de la UACH en el periodo 1995 a 1998. La licenciatura en el Departamento de Zootecnia de la UACH entre 1998 a 2002, presentando el trabajo de tesis: "Relación entre consumo de leche y crecimiento predestete en ovinos criollos. Durante el periodo de 1996 a 2002 realizo servicio social en el Programa para el Desarrollo Rural Integral para la Sierra de Zongolica, Veracruz (PADRIZ), trabajando con ganadería criolla de traspatio. Curso la Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, participando en el Congreso de la WAFLA en Santiago de Chile y el Congreso Nacional Agronómico realizado en la UACH. Realizó los créditos para sustentar el grado de Maestro en Ciencias y presenta la Tesis "Diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera del sistema agroforestal mezquite- maguey con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan, Estado de México". Actualmente desempeña el cargo de Coordinador de desarrollo y fomento agropecuario del municipio de Nextlalpan, Estado de México, es miembro del Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable y es catedrático de la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Sistemas en el Centro Universitario Zumpango de la UAEM.

Diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera del sistema agroforestal mezquite- maguey con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan, Estado de México

Design, establishment, management and financial evaluation of the mesquite-maguey agroforestry system with cutting fodder in the town of Xaltocan, State of Mexico

Daniel Hernández Archundia¹, Miguel Uribe Gómez²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera de un sistema agroforestal mezquite, maguey y forrajes de corte para el desarrollo de sistemas de producción en las tierras comunales del pueblo de Xaltocan, municipio de Nextlalpan. Para ello se realizó un diagnóstico de las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la localidad y se diseñó la tecnología utilizando la metodología del D&D. La plantación de los árboles y magueyes se hizo en arreglo lineal, bajo la tecnología de combinación de cultivo-plantación, en una superficie de 1600 m², simultáneamente con el cultivo de forraje de corte (avena o coquia). La rentabilidad del sistema en base a la relación Beneficio/Costo es de 1.85 lo cual indica que el sistema es rentable al recuperar la inversión realizada en su establecimiento y manejo, aparte de ello generar ingresos adicionales \$0.85 por cada peso invertido. El índice equivalente de la tierra (LER) es 2.147 lo que indica que es 1.147 mayor que la productividad de los monocultivos de las especies que integran el sistema agroforestal. En conjunto el sistema es altamente rentable es adaptable a las condiciones de manejo y ambientales del sitio y pueden ser un medio para mejorar la productividad de las tierras comunales de Xaltocan siendo una alternativa productiva que mejore las condiciones de vida de los productores agrícolas al haber una mayor derrama en la economía familiar.

Palabras clave: Diseño agroforestal, mezquite, maguey, forrajeras de corte, Beneficio/Costo, LER

ABSTRACT

The aim of this work was the design, establishment, management and financial evaluation of a mesquite-maguey agroforestry system with cutting fodder for the development of production systems in communal lands in the community of Xaltocan, Nextlalpan municipality. A diagnosis was performed of the biophysical and socioeconomic conditions of the locality and technology was designed using the D & D methodology. Mesquite and agave seedlings were planted in lines, with a technology of combination crop-planting in an area of 1600 m², simultaneously with the cutting forage crop (oats or kochia). The system's profitability based on the benefit-cost ratio is 1.85, which indicates the system is cost effective to recover the investment made in its establishment and management, and generates an additional income of \$0.85 for each peso invested. The land equivalent ratio (LER) is 2.147, which is 1.147 higher than the productivity of a monoculture agroforestry system. Overall the system is highly profitable and adaptable to the environmental and management conditions of the site. It can also be a means to improve the productivity of communal Xaltocan lands, being a productive alternative to improve the living conditions of farmers due to having a greater impact on household income.

Keywords: Agroforestry design, mesquite, agave, cutting fodder, Benefit-Cost, LE

¹ Tesista/Thesis writer

² Director de tesis/Thesis director

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivo específicos.....	5
3 JUSTIFICACIÓN	6
4 REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 Agroforestería.....	6
4.1.2 Conceptos y términos usados en la Agroforestería.....	7
4.2 Componentes del sistema.....	7
4.3 Descripción de las especies.....	7
4.3.1 Mezquite.....	7
4.3.2 Maguey.....	9
4.3.3 Avena.....	11
4.3.4 Coquia.....	12
4.4 Factibilidad agronómica de los componentes del sistema.....	13
4.4.1 Mezquite.....	14
4.4.2 Maguey.....	17
4.4.3 Avena.....	19
4.4.4 Coquia.....	22
4.5 Viabilidad económica.....	24
4.5.1 Mezquite.....	24
4.5.2 Maguey.....	26
4.5.3 Avena.....	29
4.5.4 Coquia.....	29
4.6 Aceptación cultural y social.....	30
4.6.1 Mezquite.....	30
4.6.2 Maguey.....	32
4.6.3 Avena.....	34
4.6.4 Coquia.....	35
4.7 Interacciones ecológicas de las especies.....	36
4.8 Perfil histórico de Xaltocan.....	40
5 MATERIALES Y MÉTODOS	48
5.1 Descripción del área de estudio.....	48
5.1.1 Localización.....	48
5.1.2 Geología.....	49
5.1.3 Topografía.....	49
5.1.4 Clima.....	49
5.1.5 Suelo.....	50
5.1.6 Vegetación.....	50
5.2 Diagnóstico y Diseño para el desarrollo de la tecnología Agroforestal.....	51
5.2.1 Prediagnóstico.....	54
5.2.2 Diagnóstico.....	56
5.2.3 Diseño (Implementación).....	57
5.2.3.1 Establecimiento de la plantación.....	57

5.2.3.2 Cultivo de avena.....	59
5.2.3.3 Labores invernales	60
5.2.3.4 Cultivo de coquia.....	61
5.2.3.5 Reposición de plantas depredadas y control de roedores.....	63
5.2.3.6 Segundo Ciclo de cultivo de avena.....	64
5.2.3.7 Actividades a futuro.....	65
5.2.4 Evaluación Económica del sistema.....	66
6 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	72
6.1 Costos de establecimiento.....	72
6.2 Producción de avena.....	72
6.3 Supervivencia al primer año.....	73
6.4 Estimación de producción de coquia.....	75
...6.5 Costos de establecimiento.....	76
6.6 Análisis económico.....	77
6.7 Indicadores económicos.....	81
6.7.1 VAN.....	82
6.7.2 Relación Beneficio/Costo.....	82
6.7.3 TIR.....	82
6.8 Relación equivalente de la tierra.....	83
7 CONCLUSIONES.....	84
8 BIBLIOGRAFIA.....	85

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Procedimiento básico D&D.....	52
Cuadro 2. Muestra de coquia ton ha ⁻¹	74
Cuadro 3. Costos de establecimiento de la plantación y cultivo de avena al primer año y segundo año.....	75
Cuadro 4. Ingresos y egresos del Sistema Agroforestal Mezquite maguey asociado con forrajeras de corte.....	78
Cuadro 5. Corrida Financiera del Sistema Agroforestal mezquite maguey y forrajeras de corte.....	81
Cuadro 6. Valores de los indicadores económicos.....	82
Cuadro 7. Productividad de los sistemas agroforestales con base en la relación de uso equivalente de la tierra (LER).....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Municipio de Nextlalpan de F.S.S.....	48
Figura 2. Plantas empleadas en el sistema.....	57
Figura 3. Material utilizado para marcar las distancias entre bordos y su tranzo con tractor.....	58
Figura 4. Plantación de mezquites y magueyes sobre el lomo de bordos.....	59
Figura 5. Preparación del terreno y siembra de avena.....	60
Figura 6. Corte y encamellonado de la avena.....	60
Figura 7. Paso de rastra en inviernos para preparar el terreno para el siguiente ciclo.....	61
Figura 8. Tapado de semilla de coquia con rama de mezquite.....	62
Figura 9. Plantación de coquia.....	62
Figura 10. Reposición de plantas.....	63
Figura 11. Preparación y distribución de cebos envenenados para control de tuzas (<i>Geomyces mexicanus</i>).....	64
Figura 12. Preparación del terreno y siembra del segundo ciclo de avena.....	65
Figura 13. Daños producidos en magueyes y mezquite por acción de las tuzas (<i>Geomyces mexicanus</i>).....	78

1 INTRODUCCIÓN

El poblado de San Miguel Xaltocan forma parte del municipio de Nextlalpan de Felipe Sánchez Solís, que se encuentra situado al noroeste del Valle de México; por cientos de años estuvo cubierto por las aguas salubres de lo que alguna vez se conoció como el lago de Xaltocan. Debido a ello encontramos suelos arcillosos y profundos, los cuales hasta la fecha no han sido debidamente explotados.

La población cuenta con tierras de propiedad comunal de uso exclusivo agrícola con una superficie de 722 ha, las cuales no ha sido aprovechadas por su escasa productividad a consecuencia de la falta de riego y la mala calidad del suelo, (suelos salinos), quedando como opción la producción de forrajes la cual es de baja calidad y cantidad durante la estación de lluvia. La escasa productividad de estas tierras hace que sea poco factible su uso agrícola por lo que se hace necesario el diseño y la implementación de una alternativa que aumente el potencial económico de estas tierras sin la necesidad cambiar su vocación agrícola.

Considerando lo anterior la agroforestería puede mejorar la calidad de vida y el paisaje rural, al tiempo que genera riqueza y conserva los recursos naturales. La agroforestería, el arte y la ciencia del cultivo de árboles en combinación interactiva con cultivos anuales y/o cría de animales en la misma unidad de la tierra, es un enfoque práctico para el desarrollo rural sustentable. Los sistemas agroforestales propiamente diseñados y manejados adecuadamente son agrónomicamente más productivos, económicamente más rentables, socialmente más aceptados y ecológicamente más sostenibles (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

El mezquite (*Prosopis laevigata* (H.&B. ex Willd.) M.C. Johnst.), especie presente en el área de estudio, representa una alternativa viable para su aprovechamiento en el diseño y la implementación de un sistema agroforestal ya que tiene características tales como: son halófilas y longevas, crecen en condiciones desfavorables y, con un manejo semejante al de otras especies, se logra un óptimo desarrollo de calidad.

El mezquite es una fuente de recursos económicos ya que su madera es fuerte y durable, apropiado para la fabricación de muebles, objetos decorativos, artesanías y excelente como leña y carbón. Por otra parte, es una fuente de forraje de gran calidad nutricional para el ganado doméstico y fauna silvestre; además, las flores producen polen y néctar para la producción de miel y cera en las explotaciones apícolas; la planta segrega una goma de uso medicinal e industrial (CONAZA e INE, 1994). Además Torres, (2000) citado por Palacios (2006), menciona que esta especie brinda protección como cortina rompe viento y mejora la calidad del suelo al incorporar cantidades considerables de nitrógeno lo que aumenta la productividad de los cultivos asociados.

Junto con el mezquite otra especie nativa de la población con gran potencialidad en diseños agroforestales es el maguey (*Agave atrovierens* Kawr). Esta especie propia de zonas áridas y semiáridas, adaptada a crecer en suelos pobres con grandes limitaciones nutricionales, además de ser utilizado en la elaboración de pulque y miel, se obtienen de el combustible, pencas para cocer la barbacoa, forraje, medicina, material de construcción, fibra textil, mixiote, sustitutos de jabón, cercos vivos, también se emplea para la delimitación de linderos, ayuda a disminuir la erosión, sus plagas son un manjar delicioso y muy cotizado (chinicuil y gusano blanco del maguey) y tradicionalmente es una planta asociada a los cultivos de granos básicos y leguminosas en el altiplano central.

Por lo anterior se propuso como alternativa de diseño de un sistema agroforestal de mezquite, maguey y forrajes de corte (avena y coquia) para desarrollar un sistema de producción alternativo, que pueda brindar una opción agronómicamente viable que genere recursos económicos para mejorar las condiciones de vida de los comuneros de Xaltocan, de manera armoniosa con el medio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar, establecer, manejar y realizar la evaluación financiera de un sistema agroforestal mezquite, maguey y forrajes de corte para el desarrollo de sistemas de producción en las tierras comunales del pueblo de Xaltocan.

2.2 Objetivo específicos

1.- Diseñar un sistema de producción agroforestal con de mezquite, maguey y especies forrajeras que permita obtener diferentes productos a lo largo del tiempo.

2.-. Establecer el diseño agroforestal en tierras comunales del pueblo de Xaltocan.

3.- Generar una propuesta de manejo del diseño agroforestal en tierras comunales del pueblo de Xaltocan

4.- Evaluar financieramente el sistema agroforestal diseñado, para conocer la rentabilidad de este.

3 JUSTIFICACIÓN

La agroforestería es una forma racional de uso de la tierra, armónica con el medio ambiente, con potencial económico para el desarrollo de las tierras comunales del pueblo de Xaltocan, para lograr este fin se necesita seleccionar especies adaptadas a las condiciones del sitio con alto potencial productivo y que se puedan desarrollar armoniosamente en combinación con otras. El mezquite y el maguey son plantas con potencial para su integración en sistemas agroforestales, por su gran rusticidad, son una fuente de alimentación humana y el ganado de excelente valor nutricional, además de obtenerse de ellas una gran cantidad de productos y servicios. Los atributos de estas especies solo han sido estudiados en forma aislada, no se han realizado estudios encaminados a conocer su manejo integral y/o asociado con otros sistemas productivos. Por lo anterior se hace factible diseñar e implementar un sistema agroforestal del mezquite y maguey asociado con forrajeras como la avena que tradicionalmente se cultiva en el poblado, además de la alternativa de uso de la coquia, forraje de alta calidad nutricional por su gran contenido de proteína y adaptado a limitación de humedad y a suelos salinos, todo esto para aumentar la productividad de la tierra y como base para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. El crecimiento urbano y la codicia que existe sobre las tierras comunales de Xaltocan por las grandes inmobiliarias, hacen urgente que se idee una alternativa con alto potencial productivo para generar una mayor arraigo hacia las tierras y evitar que en un futuro se vendan y terminen cubiertas por casas y pavimento lo anterior representaría una gran pérdida para la herencia cultura de la comunidad y la reducción de las aéreas de captación de agua en la región.

4 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Agroforestería

La combinación de actividades agrícolas, forestales y ganaderas en el mismo espacio no es reciente, campesinos en todo el mundo la han practicado desde tiempos inmemoriales, especialmente en regiones tropicales subtropicales pero también en algunas templadas y semiáridas. Estos son llamados agroecosistemas de árboles-pastos-ganado, cuando se trata de explicar que son sistemas ecológicos modificados por el hombre para la obtención de alimentos u otros satisfactores, en los cuales los componentes básicos son las plantas leñosas o semileñosas de porte alto, combinado con animales y herbáceas (Torres, 2000).

Agroforestería es una palabra nueva para designar la vieja práctica de cultivar especies leñosas junto con otros cultivos agrícolas y/o ganado en la misma tierra. La agroforestería como ciencia se basa en la silvicultura, la agricultura, la ganadería la acuicultura y la piscicultura el manejo del recurso tierra y otras disciplinas que en conjunto, constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

4.1.2 Conceptos y términos usados en la Agroforestería

Petit A., J. (2008) menciona que para entender la agroforestería es necesario conocer los conceptos básicos que la definen. Estos conceptos se definen a continuación:

Sistema agroforestal: conjunto de asociaciones o arreglos agroforestales donde se encuentran especies del componente vegetal leñoso y vegetal no leñoso, o componentes vegetal leñoso, no leñoso y animal. Por clasificación, el sistema agroforestal comprende el sistema agrosilvícola (leñosas y no leñosas) y agrosilvipastoril (leñosas, no leñosas y animales). Cada uno agrupa tecnologías agroforestales.

Tecnología agroforestal: arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo. Las tecnologías agroforestales se clasifican como: cercas vivas, árboles en linderos, barreras rompevientos, cultivos en callejones, huertos de plantación frutal y huertos familiares, entre otras.

Práctica agroforestal: asociación específica de componentes agroforestales con disposiciones detalladas de especies, acomodo espaciotemporal y manejo agroforestal particular de una localidad y cultura. En otras palabras: una práctica agroforestal es una tecnología agroforestal local. De acuerdo con la clasificación, cada tecnología agroforestal incluye distintas prácticas agroforestales.

4.2 Componentes del sistema

4.3.1 Mezquite

El nombre de "mezquite" proviene de la palabra azteca de origen náhuatl para nombrar al árbol: "misquitl" (Vargas, 2004).

Este nombre es aplicado en toda su área de distribución; útuh (huasteco); chúcata, tirtzecua (lengua tarasca), se le conoce como; algarrobo en Colima, Jalisco y Nayarit (Pennington y Sarukán, 1998).

La clasificación taxonómica del mezquite es la siguiente:

Reino: Vegetal

Phylum: Spermathophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonea

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Mimosoideae

Género: *Prosopis*

Especie: *Prosopis laevigata* (H.&B. ex Willd.) M.C. Johnst.

Fuente: CONAZA e INE (2007).

A nivel mundial, el género *Prosopis* tiene 44 especies, de las cuales 42 se encuentran en el Continente Americano en dos grandes centros: el norteamericano (México-Texano) y el sudamericano (Argentina-Paraguay-Chileno). Según Rzedowski (1988), el complejo norteamericano cuenta con 10 especies, de las cuales se encuentran presentes en nuestro país *Prosopis laevigata*, *P. articulata*, *P. pubescens*, *P. palmeri*, *P. tamaulipana*, *P. glandulosa* var. *glandulosa*, *P. glandulosa* var. *torreyana*, *P. velutina*, *P. juliflora*, *P. reptans* var. *cinerancens*. El área de *P. laevigata* se compone, al menos, de tres segmentos (Altiplanicie, Depresión del Balsas y Planicie Central Nororiental), separados entre sí por cadenas montañosas más húmedas, que no son fácilmente colonizables por los mezquites. Este hecho unido a las diferencias morfológicas entre las tres poblaciones, indica también la antigüedad de la especie, que debe

remontarse a épocas en que las montañas no obstaculizaran su dispersión, aunque es factible que la población de la Planicie Costera se comunicaba anteriormente con la Altiplanicie vía Nuevo León y Coahuila, pero más tarde *P. laevigata* fue desplazada de ahí por *P. glandulosa* (Rzedowski, 1988).

El mezquite es una planta que crece silvestre en las zonas áridas y semiáridas de México, donde las condiciones para la agricultura son adversas y es un componente del matorral xerófilo (CONAZA e INE, 1994).

P. laevigata es el mezquite típico del centro y del sur de México. En cuanto a su morfología no se trata de una entidad uniforme y lo mismo es válido para sus entidades ecológicas. En un extremo se hallan plantas de tierra caliente en climas semihúmedos, mientras que otras poblaciones prosperan en altitudes próximas a 2500 msnm y hacia el norte la planta forma parte de matorrales xerófilos, donde la precipitación media anual apenas llega a 300 mm. En zonas en que su área de distribución hace contacto con la de *P. glandulosa*, por lo general se observa una franja de coexistencia de ambas especies, en la cual la mayoría de los árboles muestra caracteres intermedios.

4.3.2 Maguey

El nombre maguey es una palabra de origen taíno (familia lingüística araucana asentadas en las islas de Caribe) introducida por los españoles (Montemayor, 2008). En lengua náhuatl se le llama metl (Clavijero, 1945).

La clasificación taxonómica del maguey es la siguiente:

Reino: Vegetal

Phylum: Spermathophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Monocotiledonea

Familia: Agavaceae

Género: Agave

Especie: *Agave atrovierens* Kawr.

Fuente: Ruvalcava (1983)

La familia Agavácea comprende ocho géneros, uno de ellos es Agave y cuenta con más de 200 especies distribuidas en el continente americano. El centro de origen y dispersión del género Agave es el Altiplano Mexicano, en donde se encuentra la mayor diversidad. Comprende especies empleadas en la industria textil, las que producen mezcal y las pulqueras. Los Valles Centrales de México son el área de origen de los agaves pulqueros, se desarrolla en regiones de escasa precipitación, con temperaturas templadas, en altitudes de 2200 a 2700 msnm, suelos delgados, pobres en materia orgánica. Las zonas productoras de maguey abarcan los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, México, Querétaro y Michoacán (Ruvalcava 1983).

4.3.3 Avena

La avena recibe varios nombres en castellano: avena, avena blanca, avena común, avena cultivada, avena doméstica, avena ladilla, avena loca, avena negra.

La clasificación taxonómica de la avena es la siguiente

Reino: Plantae

División: Magnolophyta

Clase: Liliopsida

Orden Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Poideae

Tribu: Aveneae

Género: Avena

Especie: Avena sativa L.

De origen algo incierto (Asia menor o suroeste de Europa), y de domesticación posterior a otros cereales como el trigo o la cebada. Su cultivo está muy extendido en Europa y América del Norte.

4.3.4 Coquia

La coquia recibe varios nombres tanto en México y en Estados Unidos entre los cuales se encuentran: Belvedere, burning bush, kochia, maleza del fuego mexicana, falso ciprés, etc. (Mondragón, 2004).

La clasificación taxonómica de la coquia es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales.

Genero: Kochia

Especie: *Kochia scoparia* L. Schrad var. *Esmeralda*

Fuente: Mondragón (2004)

El género *Kochia* es originario de la depresión salina de Barabinskaya, cerca de Novosibirsk en la región Centro-Sur de Asia y se estableció en América a principios de este siglo. En México, se utiliza desde hace más de 25 años, ya se conoce en más de 15 entidades federativas, entre ellas destacan: Durango, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Oaxaca y Puebla

(Anaya, 2008). Esta planta se ha introducido como forrajera, y se ha propagado a en varias partes del país como maleza. Se ha registrado en Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Jalisco y Estado de México (Mondragón, 2004).

4.4 Factibilidad agronómica de los componentes del sistema

La consideración de los factores económicos junto con los factores biofísicos dentro de un sistema de producción, provee un marco conceptual lógico en el cual clima, suelo, mercado y otros factores interactúan para determinar la conducta de estos sistemas (Krishnamurthy y Ávila, 1999). Para el caso referido se considera la información de tipo bibliográfica y oral recabada para conocer la factibilidad de la individual de cada especie y las interrelaciones que estas puedan llegar a tener.

De todos es conocida la problemática existente en la agricultura de temporal, la cual está sujeta a lo errático de la misma, resultando una agricultura poco productiva, con baja rentabilidad, y de subsistencia, con los consecuentes problemas sociales; el origen de esto, el cultivo de estos terrenos con especies (principalmente granos básicos) que no pueden producir eficientemente bajo este régimen. El sentido común dice que hay que producir aquello que puede tener éxito acorde con los recursos físicos y ecológicos que se disponen (Torres, 2000).

Por lo anterior se plantea la utilización combinada de mezquite-maguey con forrajeras de corte (avena-coquia) bajo el sistema agroforestal de plantación y cultivo para el desarrollo de un esquema de corte y acarreo para aumentar la productividad de tierras que tradicionalmente se han utilizado para la producción de cebada maltera y avena forrajera.

Los principios involucrados en el sistema plantación-cultivo son la óptima utilización del espacio (vertical y horizontal), mejor captura y utilización eficiente de recursos de crecimiento, mejoramiento de un microclima favorable y contenido de materia orgánica y reciclaje de nitrógeno. Tales condiciones microclimáticas de este sistema son favorables durante periodos cortos de sequia y pueden dar por resultado aumento en la producción. Algunas de sus características son substancialmente una mayor producción de biomasa, contenido más alto de materia orgánica del suelo y reciclaje eficiente de nutrientes (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

4.4.1 Mezquite

El mezquite es una planta que crece en forma silvestre en la región la cual nunca ha sido cultivada con fines económicos y se le ha mantenido tan solo como parte del entorno en los patios de las casas, jardines, orillas de caminos y en el atrio de la iglesia. Por lo consiguiente no existe información de manejo de la especie en la población, dado lo anterior se hizo necesario realizar una investigación bibliográfica encaminada a conocer las labores agronómicas concernientes a este árbol y su manejo adecuado para que este sea una alternativa productiva viable.

Folliott y Thames (1983), consideran que el mezquite es singularmente útil como árbol de usos múltiples. Esta especie es muy adaptable para sobrevivir en las condiciones de las regiones áridas y semiáridas, muy inferiores a las ideales, y tienen además una capacidad poco común de recuperarse después de graves daños, causados por pastoreo o incendios.

Aunque en nuestro país existen pocas evidencias prácticas del cultivo del mezquite, principalmente por la ausencia de plantaciones comerciales de la

especie, se han realizado diversos estudios acerca de la propagación inducida de mezquite y su manejo agronómico. En otros países, en cambio, el mezquite se ha convertido en un cultivo de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas (INE, 2002).

Los estudios que se han realizado en México para la domesticación del mezquite garantizan la factibilidad de su propagación, ya sea como cultivo comercial de áreas marginales, en sistemas agroforestales o para incrementar la densidad de los mezquites silvestres; en este último aspecto, varias instituciones han realizado pruebas exitosas a partir de la propagación en viveros y reforestación (CONAZA e INE, 1994).

Dado que el mezquite es una planta adaptada para desarrollarse en suelos pobres y secos, además de ser fijadora de nitrógeno, no requiere estrictamente de fertilización; sin embargo, su desarrollo será más rápido si se incorpora algún abono orgánico. En la época de transplante se deben aplicar, por lo menos, 5 kg de estiércol de origen animal bien descompuestos en cada cepa.

Arteaga *et al.* (2000), mencionan que entre algunos atributos del mezquite están:

1. dar sombra al ganado,
2. resistente a los fuertes vientos, por lo que se puede utilizar como barrera rompe viento para proteger áreas cultivadas sensibles a estos fenómenos atmosféricos,
3. por ser una leguminosa y poseer un sistema radical muy grande tanto verticalmente (sus raíces pueden alcanzar profundidades de más de 40 m) como en el plano horizontal (aproximadamente 15 metros), contribuye a la

fertilidad del suelo fijando nitrógeno atmosférico y al mismo tiempo evitando la erosión,

4. es un indicador de la presencia de mantos freáticos superficiales.

El mezquite puede asociarse con maíz, frijol, sorgo, etc. A partir del tercer año de edad ya que el mezquite sobresalga unos 50cm del suelo y se puede asociarla con otras cultivos como leguminosas, gramíneas y arbustivas forrajeras (nativas e introducidas), y con algunas especies de *Opuntia* ya que a esta altura ya no recibe los efectos negativos del sombreado (INE, 2006).

Debido a su elevado contenido de proteína, el mezquite es una alternativa interesante en la suplementación animal en las zonas semidesérticas, sin embargo, su proteína es muy degradable y puede generar pérdidas de nitrógeno en el rumen, otro problema asociado a esta leguminosa es el contenido de algunos factores antinutricionales como: lectinas, taninos y factores antitripsínicos que puede afectar el adecuado aprovechamiento nutricional en los animales de estas regiones (Yu *et al.*, 2002).

Alegria *et al.* (2007), evaluaron el efecto del tostado de la vaina de mezquite (*P. leavigata*) en el contenido de proteínas, lectinas e inhibidores de tripsina. Sometieron la vaina de mezquite a un tostado en estufa de desecación a una temperatura de 150 °C por 45 min; posteriormente, tanto la vaina cruda como la tostada, fueron molidas y desengrasadas. Determinaron el contenido de proteína, la actividad inhibidora de proteasas y la actividad aglutínate de lectina. Sus resultados indicaron que existió una ligera disminución en el contenido de proteínas solubles en agua (albúminas) así como en el contenido de inhibidores de tripsina ($p < 0.01$) en la vaina tostada. Además detectaron actividad de lectina en la

vaina no tostada, misma que aumentó cuatro veces después del tratamiento térmico ($p < 0.01$), posiblemente debido a que el tostado pudiera haber inducido la liberación de lectina que estuviera atrapada en otras estructuras, como mucílagos. La conclusión que obtuvieron fue que los beneficios generados por el tostado en la vaina de mezquite disminuye la actividad inhibitoria de tripsina y la disminución en el contenido de proteínas solubles, sin embargo, fue importante el incremento de la actividad de lectina por lo que recomiendan la búsqueda de diferentes tratamientos que permitan la reducción en la actividad de esta proteína.

4.4.2 Maguey

Es una planta que siempre ha formado parte del paisaje y que en un tiempo ocupó un lugar de importancia en su cultivo, en la actualidad se encuentra en el abandono y nada más está presente como planta ornamental, en el lindero de algunos terrenos o creciendo en forma silvestre en tierras baldías. El conocimiento sobre el manejo del maguey se ha perdido, haciéndose necesario obtener de fuentes externas la información necesaria para su cultivo.

El maguey puede considerarse un prodigio en términos de adaptación a condiciones meteorológicas adversas tal como se comprueba visitando cualquiera de los lugares y terrenos pobres en los que prospera (Ruvalcava, 1983).

La conservación de agua es una de las ventajas ecológicas y agronómicas potenciales más importantes del maguey, además de su gran adaptación a altas temperaturas y radiación solar. Las hojas de los magueyes tienen grandes cantidades de parénquima con capacidad para almacenar agua y por consiguiente ayuda a las plantas a soportar largos periodos de sequía. Durante la sequía, el

agua puede pasar del tejido parenquimatoso al clorénquima, donde se llevan a cabo la fotosíntesis y otros procesos cruciales. La capacidad de las pencas de maguey para almacenar agua se puede calcular por su razón volumen:área. Esta razón, representa el grosor promedio del tejido del que se puede obtener agua. Para las hojas relativamente planas de la mayoría de las plantas, la razón volumen: área es la mitad de su espesor, cuyo valor es únicamente de 0.016 cm. Los magueyes tienen por lo general una razón media volumen:área de más o menos 1 cm, lo que indica que tiene mayor capacidad para almacenar agua que las hojas delgadas. La tolerancia a la sequía es una combinación de características que incluyen: el almacenamiento de agua en el tallo, la baja permeabilidad de la epidermis y la capacidad de las células para resistir la deshidratación. La cutícula gruesa con pocos estomas por unidad de superficie dificulta el movimiento de gases a través de la epidermis, lo cual es un aspecto en la relación hídrica del maguey. Para la mayoría de las especies de hoja angosta la pérdida de 30% del agua es letal, mientras que las células parenquimatosas de los agaves toleran pérdidas del orden de 70 a 95% antes de sufrir daños irreversibles (Park, 1998).

Para la inclusión del maguey al diseño de un sistema agroforestal este debe de integrarse armónicamente con el manejo de los cultivos con los que se asocia y las labores agronómicas que para ello se requieran.

Ruvalcava (1983), indica que el maguey pulquero es una especie que se cultiva tradicionalmente asociada con cultivos anuales y perennes. Para tal caso se recomienda realizar la plantación a distancia entre maguey y maguey de 2 a 3 m, lo que esta en función del diámetro de la roseta que forman las pencas y al asociarlo con frutales y/o árboles se intercalan a una distancia de 5 o 6 metros. El espaciamiento entre hileras se hace de acuerdo a la pendiente del sitio y para terrenos con poca inclinación se recomienda distancia de **hasta** 20 metros, este

espacio se le llama metepantle y se utiliza para la siembra de cultivo de cereales u otras especies, donde se hace uso de maquinaria o con ayuda de yunta.

4.4.3 Avena

La avena es una especie que se cultiva en la población con la finalidad de obtener principalmente forraje para el ganado, ocasionalmente semilla para la siembra en los siguientes ciclos agrícola o la comercialización interna. Tradicionalmente se cultiva a partir de inicios de la temporada de lluvia en el mes de junio si se tiene destinada para la producción de semilla y si se destina a la producción de forraje es a partir de mediados del mes de julio y como fecha limite el día 25 de este mes, esto es para que el corte del forraje se realice fuera de la temporada de lluvias para tener un buen henificado y evitar que la pastura se pudra. Pese a que el conocimiento tradicional para el manejo de avena no es el adecuado para mejorar la productividad de esta especie o como esta es posible manejarla en forma conjunta con otras, dado esto se plantea la importancia de recabar información para mejorar su manejo agronómico.

La avena es una planta rústica, poco exigente al tipo de suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en calcio pero sin exceso y que retengan humedad, pero bien drenados. Es frecuente que la avena sea un cultivo muy poco cuidado, tanto en labores preparatorias como en abonado. Si le ha precedido una planta de escarda, únicamente será necesario un sólo pase; cuando se siembra después de una leguminosa forrajera hay que romper la superficie del terreno con una labor ligera. Se trata de una planta poco resistente al frío, por tanto en muchas zonas se suele sembrar en primavera (desde el mes de enero en las tierras de temporal hasta el mes de marzo en las tierras de regadío), excepto en zonas con clima cálido que se suele sembrar en otoño. En tierras pobres puede sembrarse como cabeza de

alternativa, pues la avena de invierno se siembra antes que el trigo. En terrenos con mayor fertilidad es común que vaya detrás de trigo o cebada, dado que es una planta menos exigente que estas dos. Debido a que el sistema radicular de la avena es más profundo y desarrollado que el del trigo y la cebada, le permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por tanto requiere menos aportes de fertilizantes. La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al acamado cuando se aplica a altas dosis (INE, 2006).

La avena tiene un amplio rango de adaptación a las condiciones ambientales; su producción es satisfactoria en regiones altas, frías y lluviosas, como en el área del D. F. y en las de clima semiárido como en el Norte–Centro del país (Espitia *et al.*, 2006).

El cultivo de este forraje según lo indicado por Palomino (2000), es un cultivo bastante rustico que tolera bien la sequia y muy resistente a las heladas lo cual resulta una característica benéfica por las condiciones climáticas tan impredecibles que se presentan en la comunidad dado que hay presencia de heladas tempranas lo cual causaría daño en la producción de otra forrajera.

La avena requiere de suelos con buen drenaje y bien preparados para lograr altos rendimientos de forraje. Las prácticas a realizar para lograr una buena preparación pueden variar según la textura y situación en la que se encuentre el terreno, pero en forma general se recomienda barbechar (arar o voltear el suelo), rastrear. Estas labores se hacen cuando haya terminado lo fuerte del temporal, y este a punto la humedad en el suelo. Los arados de disco se adaptan mejor a las zonas áridas y semiáridas, hacen un buen trabajo sobre suelos desnudos o sobre rastrojos de cultivo de grano pequeño. En condiciones favorables de clima y operación, un arado de discos es capaz de preparar el campo en una sola operación. Este arado

deja la mayor parte de los residuos en la superficie, lo que conviene en regiones secas, pues ayuda a controlar la erosión y aumenta la cantidad de agua que penetra en el suelo.

Se recomienda barbechar a una profundidad de 30 cm como mínimo, esta labor nos servirá para aflojar la tierra y permitir que las raíces entren.

Los objetivos principales del rastreo es preparar la cama se siembra después del barbecho, romper los terrones para preparar una mejor cama de siembra, efectuar una mezcla de residuos orgánicos que pueden existir en la superficie de trabajo, nivelar hasta donde sea posible los surcos dejados al efectuarse el barbecho y romper la costra superficial así como eliminar la mala hierba.

El agua es el elemento más importante del cual depende la buena productividad, por lo que debe de proporcionarse en las cantidades necesarias para la planta. Normalmente el agua es escasa y en algunos casos tiene altos costos, por lo que debe dársele un manejo adecuado debido a que la deficiencia o exceso de este elemento tiene marcados efectos sobre la producción de forraje (INIFAP y Fundación Produce, 2006).

Sáenz *et al.* (2004) establecieron avena en curvas a nivel y bajo labranza mínima en la Cuenca del Lago de Patzcuaro bajo el diseño de cultivos en callejones modificado, empleando plantación de especies forestales con la finalidad de recuperar terrenos con vocación forestal, obteniendo hasta 6.4 tha^{-1} de avena, con lo cual se demostró la compatibilidad de la producción de forraje de corte con la plantación forestal, obteniendo buenos resultados.

4.4.4 Coquia

La coquia es una especie que empezó a propagarse convirtiéndose en poco tiempo en parte de la vegetación presente en las parcelas, en las tierras baldías y como maleza en los jardines. Se tiene información que la aparición de la coquia se debió a que fue dispersada semilla por medio de aeroplano, con la finalidad de dar a conocer la especie y como forma de revegetar las tierras circundantes a las poblaciones que en época de seca por la falta de cubierta vegetal eran azotadas por fuertes vientos provocando tolvánicas que afectaban las actividades diarias y la salud de la población. Dado lo anterior la coquia ha sido vista como una maleza y por consiguiente no hay tradición para su cultivo, por ello es necesario información básica para su manejo agronómico.

La coquia es una planta anual, rústica, de bajo costo de producción y de bajo requerimiento de agua, con posibilidades de desarrollo en las zonas áridas, semiáridas e incluso en las subhúmedas, aunque debe quedar claro que es sensible a los excesos de humedad. Esta planta crece desde el nivel del mar hasta 2,600 msnm, con pH desde 5 hasta 12; tolera bajas temperaturas al germinar. Requiere de labranza mínima y el costo de cultivo es bajo (Anaya, 2008).

En la idea de que la coquia sólo requiere labranza mínima, para la siembra el terreno previamente debe rastrearse a fin de eliminar las hierbas competidoras. Se utilizan de 8 a 10 kilogramos de semilla por hectárea en terrenos de temporal, de 6 a 8 en terrenos con riego y de 1 a 2 en siembras con equipo aéreo. La siembra puede ser en líneas separadas entre 40 y 60 cm una de otra para controlar las hierbas competidoras y como en la alfalfa, se recomienda no depositar la semilla a más de 3 milímetros de profundidad (Anaya, 2007).

La Coquia tiene un bajo consumo de agua, requiere 4-6 veces menos que lo que necesita la alfalfa. Con sólo 200 mm de lluvia se llega a producir de 40 a 70 toneladas de forraje verde por hectárea y en condiciones de riego con 50-60 cm de agua, la producción puede alcanzar de 80 a 130 tha^{-1} de materia verde (Anaya, 2006).

En los primeros 20 días después de la germinación, el crecimiento de la coquia es lento, pero a partir de este lapso desarrolla más de un metro cada 30 días. Cuando se dispone de agua para riego y el efecto de las bajas temperaturas no es drástico, la coquia puede cultivarse durante todo el año; no obstante, y aunque consume de 4 a 6 veces menos humedad que la alfalfa, necesita condiciones óptimas de humedad en los momentos de la germinación y de la emergencia. Para germinación y establecimiento en suelos arenosos, donde la evaporación es alta, la coquia necesita de 2 a 3 riegos ligeros. En los suelos arcillosos que se agrietan cuando secos, debe sembrarse en húmedo. Empero, en temporal para incrementar la producción, se recomienda la captación de agua por microcuencas o el manejo de escurrimientos superficiales (Anaya, 2007).

4.5 Viabilidad económica

El objetivo del diseño de cualquier alternativa productiva es el mejorar la eficiencia y productividad de los recursos básicos usados en el proceso de producción. Estas consideraciones deben de ser tomadas para tener éxito en el diseño y la implementación de cualquier medida que se haya considerado para mejorar la productividad de un sitio dado.

4.5.1 Mezquite

El mezquite no tiene gran relevancia económica en el poblado y tan solo se remite algunos usos que tradicionalmente se les han dado, pero no de índole directamente monetario. Algunos de estos son por ejemplo la utilización de las ramas como parilla en la base de las tinas para la cocción de tamales, secas se caleaban para utilizarlas adornadas como arbolito de navidad, o como rastra para tapar la semilla de alfalfa con una capa fina de tierra, su leña como combustible, la vaina se consumía como golosina.

Pese a la limitada importancia monetaria del mezquite en la población tiene gran potencial económico como lo demuestran trabajos y experiencia en nuestro país y en el mundo por las posibilidades que tiene el mezquite para la generación de riqueza.

La investigación sugiere que el mezquite podría ser manejado como un producto de cosecha agrícola múltiple, por producir vainas nutritivas y de biomasa para combustible. La información de la población natural sugiere que una huerta madura que tenga 48 árboles de mezquite en 0.5 ha con copa que sean de 8 metros deberán producir alrededor de $2,300 \text{ kg ha}^{-1}$ vaina con un mínimo de fertilización o riego (Vargas, 2004).

Para la producción forestal, el mezquite es importante ya que su madera es fuerte y durable, de la cual se fabrican muebles, objetos decorativos y artesanías; es muy usado como leña y altamente demandado como carbón (Arteaga, *et al.* 2000). Los frutos y el follaje son fuente de forraje para el ganado doméstico, siendo los primeros de alto valor alimenticio, en el caso del follaje es aprovechado cuando muy tierno (Burkart, 1952). La vaina también es usada para la

alimentación humana como sustituto de café y harina; además, debido a sus flores es usado para la producción apícola; la planta segrega una goma de uso medicinal e industrial.

En los territorios áridos de la India, el cultivo de mezquite ha demostrado producir 1 kg de miel de abeja por año a partir del néctar de cada planta de mezquite, para un total de 100 a 400 kg de miel ha⁻¹año⁻¹ (CONAZA e INE, 1994).

En varias comunidades lejanas de las ciudades, el mezquite sigue siendo la única fuente de combustible que utilizan sus habitantes como leña o carbón en el hogar para preparar sus alimentos, y como fuente de calor durante la noche y sobre todo en el invierno. Durante la época de sequía constituyen una fuente de empleo para los lugareños que recolectan las vainas, quienes obtienen por parte de los ganaderos establecidos en la región de \$1.50 a \$3.00 por cada kilogramo. En la actualidad se han llegado a utilizar al rededor de 40 000 ton como forraje y en concentrados que son suministrados al ganado (Arteaga *et al.*, 2000).

El ganado, los caballos, las ovejas, las cabras, los puercos, las mulas y los burros comen grandes cantidades de esta fruta madura durante el verano y el otoño, cuando éstos se encuentran disponibles. El ganado a menudo corta las frutas hasta lo más alto que pueden alcanzar y se comen las vainas que se encuentran tiradas en el suelo. Aunque las semillas tienen alta concentración de proteínas, éstas son mayormente no digeribles, y muchas de ellas pasan intactas y enteras por los tractos digestivos de los grandes mamíferos. Las hojas del mezquite contienen grandes cantidades de nitrógeno y por lo tanto son nutritivas; sin embargo, el ganado no consume el follaje en gran cantidad. El consumo de las hojas del mezquite por parte del ganado, es mayor durante los años de sequía, especialmente al principio de la primavera cuando no hay todavía otro tipo de

forraje. La mayoría del ganado consume las flores de mezquite cuando se encuentran disponibles. En algunas áreas de México, se recogen las vainas de mezquite, se muelen y se dan como alimento al ganado (Vargas, 2004).

4.5.2 Maguey

El maguey pese a que su presencia es muy limitada en la población, representa gran importancia. Se comercializan sus pencas para la elaboración de barbacoa, el mixiote para la preparación de platillos a base de carne de pollo, borrego, cerdo o conejo, y en menor medida el pulque se consume. El problema en todo ello es que todos estos bienes son comprados en el exterior dado que ya no son producidos dentro del pueblo.

Pero el potencial económico del maguey es muy grande y a continuación de describe algunos de ellos.

Ruvalcava (1983) menciona que todas las labores que hace el campesino para aprovechar el maguey son de índole económico. Aunque unos tengan un carácter más monetario que otros. Es decir, que productos como el aguamiel, el pulque, las pencas, el gusano de maguey son los destinados al mercado para obtener beneficios económicos. Se obtienen mayor cantidad de productos derivados del maguey para uso doméstico que sin embargo no se les da un valor monetario por ser para el uso domestico.

Cada una de las partes se emplea para diferentes fines: de las pencas se obtienen enseres para la cocina como pueden ser recipientes para servir la comida y bebidas (xoma) o batea para recoger la masa y otros alimentos molidos

en el metate. Las púas se llegan a usar como agujas e hilo, para cerrar costales. Las pencas se usan en la preparación de barbacoa, además se fabrican tapas para recipientes. Cuando estas partes vegetativas se marchitan se dan como forraje ovinos. También se utilizan como tejas en la construcción de cocinas, con la ventaja de su costo nulo y ofrece ventilación adecuada cuando se guisa con combustible vegetal. Las pencas secas y el mezontete (roseta) son utilizados como combustible. Las cenizas resultantes de estos se emplean como abrasivo para limpiar metales y como fertilizantes. Del jugo de las pencas se confeccionan una gran variedad de remedios caseros para múltiples afecciones. De la cutícula de las pencas se obtiene el mixiote que se utiliza para elaborar el platillo del mismo nombre. Los mezontetes secos resultado del raspado para la obtención de aguamiel se utilizan en la fabricación de cercos, macetas, paredes o bien como colmenares. De la raíz se obtiene fibras duras para fabricar cepillos, escobetas, canastos etc. La parte carnosa de la raíz esta se emplea a veces como jabón (amole). El aguamiel se toma como diurético o bebida refrescante altamente calórico, también se emplea en la preparación de atole, se evapora para concentrarlo y consumirlo como jarabe o miel, se prepara vinagre y como saborizante en tamales y pan.

El pulque es parte de la dieta en muchas poblaciones rurales, brindando un gran aporte energético, también se le da uso como levadura en la elaboración de pan. El metzal, que es el material raspado del mezontete para que fluya el aguamiel se recoge y sirve de alimento para los animales domésticos. El huevito o yema de crecimiento que se extrae al iniciar la preparación del maguey para el raspado es un alimento de ocasión. La inflorescencia o quiote cuando a alcanzado consistencia leñosa se emplea como poste en la construcción; cuando esta tierno su interior se tatema y se consume como golosina. Con las flores se preparan una gran variedad de platillos y de las semillas se fabrican adornos y juguetes.

Junto con ello también se puede obtener fibra, celulosa, acetona, butanol, etanol, saponina, pectatos, insulina, materiales para la obtención de plásticos (CONAFOR y CONABIO, 2002).

El maguey ha sido y es una planta nacional, de importancia comercial, y por su nula protección está desapareciendo de nuestro paisaje, baste analizar las estadísticas que señalaban hacia el año 1900 una existencia de 100 millones de plantas, en la actualidad sólo se conservan 20 millones aproximadamente, a ello agregamos que es demandada en diferentes cadenas productivas como la mezcalera, tequilera, artesanal y alimentaria (Jiménez, 2004).

Torres (2000) indica que en zonas áridas y semiáridas, se aprovechan las hierbas espontáneas y los rastrojos de cultivos intercalados con agaves para la alimentación de rumiantes y la apicultura. Así por ejemplo en la península de Yucatán esto es común en plantaciones henequeneras (*Agave fourcroides* y *A. sisalana*); en Jalisco en plantaciones de maguey tequilero (*Agave tequilana*); y en Hidalgo, Puebla y Tlaxcala y otros estados de la mesa central en plantaciones de maguey pulquero (*Agave atrovirens*). En el norte del país se utilizan los nopales (*Opuntia spp.*) y magueyes (*Agave spp.*), como forrajes, que aunque son de mala calidad nutricional mantienen a los animales durante la época crítica.

4.5.3 Avena

La avena es un cultivo típico de verano otoño dentro de la población sembrándose en la época de lluvias obteniéndose producciones muy bajas debido a las limitaciones del suelo y a lo errático que resulta las lluvias. Con un manejo adecuado la avena representa una opción económica redituable asociada con otros cultivos y plantaciones.

La avena es una excelente opción para la reconversión productiva de las tierras de baja productividad con aptitud pecuaria en las regiones en las que la estación de crecimiento es corta y que actualmente se utilizan en la producción de cultivos tradicionales (Espitia et al. 2007).

El grano de avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado, aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno o ensilado, sola o con leguminosas forrajeras. La paja de avena está considerada como muy buena para el ganado. El grano de avena es un magnífico pienso para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E (INE, 2006).

4.5.3 Coquia

El cultivo de la coquia es una alternativa para los productores de forraje, pues en condiciones óptimas propicia ganancias de 12 mil a 14 mil pesos por hectárea, para recuperar la inversión en 2.5 veces bajo condiciones de temporal o en 4.5 veces en cultivos de riego, considerando un precio de la materia seca que varía entre uno y dos pesos cincuenta centavos por kilogramo de materia seca (Anaya, 2007).

La coquia es un forraje versátil, el ganado la puede pastorear al inicio de la floración, se puede ensilar picada o después de oreada, sola, con maíz, o con otros forrajes; se puede empacar a los 5-8 días después del corte, con una pérdida de hojas mucho menor al de la alfalfa; también se pueden hacer "pellets". Su alto contenido en proteína y utilizada como complemento en la dieta, hace que se obtengan buenos incrementos diarios en el peso de diferentes especies animales, del rango de 200 a 400 gramos en ovinos y de 800 a 1,200 gramos en bovinos (Anaya, 2006).

La coquia es una planta que representa un alto potencial socioeconómico para las comunidades dedicadas a las actividades ganaderas, en donde predomina el temporal y en áreas bajo riesgo es una buena alternativa para reducir el abatimiento de los mantos acuíferos. Con 70 toneladas de forraje verde por hectárea se obtiene una relación beneficio/costo de 6:1, lo cual repercute favorablemente en las actividades pecuarias. Además, se puede utilizar como fuente de proteína en alimentos balanceados y ayudar a reducir los costos de producción en la alimentación de diversas especies animales (Anaya, 2006).

4.6 Aceptación cultural y social

4.6.1 Mezquite

El aprovechamiento del mezquite es tan antiguo en nuestro país como lo menciona Velázquez (2000), que para el año 3500 a.C. se encontraron los primeros vestigios de frijol cultivado y aparecieron en la mesa indígena las semillas de calabaza y de mezquite.

Los mezquites fueron un alimento básico importante para los pueblos indígenas del suroeste. Las vainas eran una fuente de alimentación confiable porque la fruta se presentaba durante los años de sequía. Las vainas eran cosechadas en grandes cantidades y se guardaban en canastas de granero en los techos de las casas o en los cobertizos. Las vainas se molían como harina la cual era usada para preparar pasteles y panes, el producto básico de su dieta. Se hacían varias bebidas refrescantes de los vainas dulces. Una bebida embriagante al estilo de la cerveza se preparaba a veces al permitir que los jugos de las vainas se fermentaran. Las flores se comían crudas o tostadas, en forma de pelotas y

guardadas en vasijas de barro. Las vainas de mezquite se han propuesto como una fuente de alimentación para consumo humano. Las vainas del mezquite contienen grandes cantidades de azúcar y el contenido proteínico de las semillas es similar al del frijol soya. La harina hecha de las semillas y vainas del mezquite mezclada en pequeñas cantidades con harina de trigo ha sido probada en varias recetas que incluyen panes y galletas y han tenido resultados favorables (Vargas, 2004).

En la actualidad, el mezquite sigue siendo un recurso de importancia para los pobladores de las regiones áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, la ganadería y la explotación de otras especies silvícolas (CONAZA e INE, 1994).

4.6.2 Maguey

La trascendencia del maguey es muy antigua dentro de las culturas asentadas en nuestro país tal como lo refiere Park (1998), que en muestras de excremento humano fosilizado datados de más de 9000 años encontradas en cuevas en Tamaulipas y Tehuacán, Puebla, hay remanentes de consumo de maguey.

Goncalves (1956), menciona que el maguey entre las culturas precolombinas gozaba de una categoría excepcional entre las demás plantas útiles de los pueblos de la altiplanicie, de quienes recibían designaciones cariñosas y expresiones que solamente prodigaban a cosas preciosas. Así que una de las especies más productivas se le reservaba el nombre reverencial de *tlacómetl*, el “señor maguey”, *A. atrovirens* Karw.

La bebida de agave más antigua que aún se produce es el pulque, conocido por los aztecas desde principios del siglo XIII y por sus antecesores desde hace más de mil años. Inclusive tenían una diosa del pulque, *Mayahuel*, el pulque era parte de un ritual religioso que involucraba sacrificios humanos. El pulque era comúnmente usado por los sacerdotes aztecas, quienes recibían consideraciones especiales (Gutiérrez, 2000).

El licor intoxicante ritual, la bebida-medicina, el líquido sacrificial, el vino blanco, leche de *Mayahuel*, “la legendaria madre nutricional de los mexicanos”, el *teometl*, vino sagrado para los guerreros vencidos que se iban a inmolar, bebida de los valientes y de los sabios, eso fue el *octli* de los aztecas, hasta el desplome de su civilización con la conquista por los soldados de Cortés. Entonces con la misma caída del poderío indígena en las tierras de México, perdió el *octli* su antigua condición de preeminencia ceremonial, su dignidad de vino de los dioses, para volverse la bebida popular que se denomina “pulque” (Goncalves, 1956).

El maguey es una planta de gran arraigo en la cultura mexicana a lo largo de muchos siglos, tal como lo manifiesta Francisco Javier Clavijero en su *Historia Antigua de México* impresa por primera vez en italiano en 1781, en ella manifiesta lo siguiente “El maguey suministraba por sí solo todo lo necesario a la vida de los pobres. Esta planta servía de cerca a los sembrados; su tronco de viga para los techos de las chozas, y sus hojas de tejas. De estas hojas sacaban papel, hilo, aguja, vestido, calzado y sogas. De su abundantísimo jugo hacían vino, miel, azúcar y vinagre. Del tronco y de la parte más gruesa de las hojas, cosida debajo de la tierra, hacían manjar de no mal gusto. En ella finalmente, tenían medicina eficaz para varias enfermedades, especialmente para males de orina. Aun hoy es sumamente estimada esta planta por su incomparable utilidad.”

Aunque el maguey presenta serios problemas pese a que se le identificó con la cultura mexicana esta debido a como lo expresa Jiménez (2004) de la siguiente

forma “a pesar de que existen organizaciones de productores de maguey en cada una de las entidades mencionadas, la planta de maguey está en peligro de extinción pues el 60% de la población magueyera ha desaparecido en los últimos veinte años y se redujo su explotación a solo cinco productos de esa planta, como son: la obtención del pulque a partir del aguamiel; extracción indiscriminada del "mexiote" (mixiote) o cutícula del maguey; recolección del gusano blanco y rojo del maguey y la producción del mezcal, actividades de las que se desprenden cadenas productivas como la alimentaria, la de artesanías y mezcalera, las cuales aprovechan la piña de la planta, las pencas y raíz, generando ingresos a los productores que participan en las distintas cadenas productivas, sin embargo no existe equilibrio en la relación con los costos de cultivo, toda vez que una planta de maguey tarda para producir entre tres, ocho y veinte años y su vida útil es apenas de tres años dependiendo de la calidad de la tierra porque sólo florece una vez y muere, pero aporta grandes beneficios agrológicos, detiene la degradación de suelos en zonas con escasa precipitación, que afectan al mismo tiempo a la ganadería y que con un adecuado proyecto de reforestación permitiría a los productores temporaleros una actividad económica adicional, que iría más allá de los esfuerzos realizados desde la creación del Patronato del Maguey de 1960, que entre otros objetivos se dijo, estudiaría nuevos usos del maguey, a estas fechas no se conocen; el patronato de 1977, perdió su autonomía y pasó a depender de la coordinación del plan nacional de zonas deprimidas y grupos marginados (Coplamar), tampoco dio a conocer resultados que beneficiaran al maguey y en consecuencia a los productores, plan que en 1980 se incorporó con otros organismos para constituir la Promotora del Maguey y el Nopal hasta su integración a la Comisión Nacional de Zonas Áridas”.

4.6.3 Avena

La avena cuenta con una gran aceptación en la comunidad al ser la alternativa numero uno para producción de forraje en temporal, por su capacidad de producción en las condiciones propia de la zona.

El que la avena sea un cereal tan recurrido para su cultivo es reflejado en lo que Espitia *et al.* (2007) mencionan que en la última década, la superficie sembrada con avena tuvo alta tasa de crecimiento en México, debido a que se le considera como cultivo alternativo en los Valles Altos y en la región semiárida del Norte Centro, particularmente cuando el inicio del período de lluvias se retrasa o se presentan bajas temperaturas que ponen en riesgo la siembra de los cultivos tradicionales de maíz y frijol . Durante la década de los ochenta y el primer quinquenio de los noventa se sembraron entre 300 000 y 400 000 ha de avena a nivel nacional y fue a partir de 1996 que se incrementó la superficie hasta alcanzar poco más de 700 000 ha en 2004.

En la producción mundial de cereales la avena ocupa el quinto lugar,es el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte (INE, 2006).

La avena es el cereal más rico en proteínas, y su consumo en México va por fortuna en aumento. Aunque no forma parte de la cocina tradicional mexicana, cada vez es más usado como parte fundamental de un desayuno completo, y una vez que se le añade leche y se le endulza, es bien aceptado por los niños, aunque no se recomienda su uso cotidiano, pues su textura y sabor tienden a hartar a quienes lo consumen. También se utiliza como aditivo para dar consistencia a carne molida, y en la preparación de sopas. En todos los casos, aporta cantidades importantes de fibra (Ochoa, 2001).

4.6.4 Coquia

La coquia es una especie que no se ha cultivado en la población y su aparición espontánea en los cultivos ha hecho que sea visto como una arvense indeseable por ser altamente resistente al control químico sobre todo en maíz. Pero poco a poco ha ganado cierta aceptación entre los pobladores que se dedican a la actividad ganadera al ser una opción forrajera sobre todo en el periodo de seca cuando no hay crecimiento de otras plantas y recurren a la coquia como una opción de alimentación para los animales en pastoreo. Si consideramos además el gran potencial que tiene la coquia como forraje para producir en condiciones adversas donde otros forrajes no prosperaría hace muy atractivo su cultivo y generador de una ganancia económica que se vería reflejado en la mejora de condiciones de vida de los productores y por consiguiente generarían un arraigo y aceptación de su cultivo.

4.7 Interacciones ecológicas de las especies

Optimizar las interacciones ecológicas positivas entre los diferentes componentes productivos debe ser la meta principal en el diseño del sistema agroforestal. Debe darse énfasis a la selección de especies que se complementen y no compitan por su hábito de crecimiento o sistema radicular. El espaciamiento de la especie debe organizarse de tal forma que se maximice el aprovechamiento de la radiación solar, la superficie y los nutrientes (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Las especies que se consideran en esta alternativa agroforestal se ha buscado que armonicen correctamente y que sus interacciones maximicen su rendimiento y que los efectos negativos que puedan presentarse entre ellas sea el mínimo. A continuación se expone las interacciones positivas que puede presentarse en la asociación de las especies que se están manejando.

Según consideraciones de Krishnamurthy *et al.* (2003), el establecimiento de plántulas de especies perennes como el mezquite y el maguey con cultivos trae como beneficio una alta tasa de sobrevivencia y desarrollo por que reciben la misma atención dada a los cultivos.

La asociación de especies de diferentes hábitos de crecimiento, portes, asociaciones simbióticas y rutas metabólicas de aprovechamiento de la energía solar, da como resultado la utilización óptima del espacio vertical y horizontal y de las interacciones positivas entre los componentes. En el caso de este sistema agroforestal se puede nombrar las siguientes interacciones.

El mezquite es un árbol que extiende sus raíces a gran profundidad pudiendo llegar a una profundidad de hasta 40 m y extrae agua en perfiles del suelo en donde sería imposible para otras plantas y así disminuye la competencia por la humedad superficial. Además del bombeo de agua que hace a la superficie también extrae nutrientes que han sido lixiviados o que no están disponibles en la superficie integrándose al sistema cuando se dan las podas o hay pérdida de hojas. Este árbol es una planta de porte alto que al alcanzar la altura deseada su copa es poco densa permite el paso de gran parte de la luz solar hacia el suelo y dado que pierde parte de su follaje durante la época de invierno a causa de las heladas no causa un efecto adverso sobre la coquia que se plantea cultivar durante el periodo de invierno-primavera dado que la ser una planta de metabolismo C-4 requerir una mayor cantidad de luz solar para sus procesos energéticos; cuando el mezquite recupera su follaje durante el ciclo de cultivo de avena en verano-otoño no interfiere con su crecimiento ya que este forraje es de metabolismo C-3 su requerimiento de radiación solar no es tan alto como en el caso de la coquia.

El maguey al ser una planta de metabolismo MAC (Metabolismo del Acido Crasulaceo) sobrevive sin dificultad a las condiciones de baja precipitación del sitio, su arquitectura en forma de roseta y la orientación de sus pencas en un ángulo de 137° ya sea en dirección o en contra de las manecillas del reloj a partir de un cono central recibe en forma uniforme la luz solar a lo largo del día, las hojas jóvenes al estar casi en posición horizontal reciben menor radiación solar y las pencas más viejas con cutícula más gruesa y por consiguiente con mayor resistencia a la desecación reciben mayor cantidad de radiación.

La incorporación de materia orgánica proveniente de las podas de formación de los magueyes y mezquites y la pérdida de hojas durante la época de seca mejoran las características del suelo aumentando su fertilidad y capacidad de retención de humedad.

Las siembras sucesivamente de coquia y avena en los ciclos invierno-primavera y de verano-otoño no tienen un efecto adverso o de competencia sobre ninguno de las dos forrajeras, la coquia al desarrollarse en forma satisfactoria con baja precipitación crece en un periodo en el cual no sería posible la producción de avena la cual requiere una mayor cantidad de agua. Cuando la coquia es cosechada la avena se siembra cuando las lluvias de verano se han establecido de forma adecuada para su desarrollo, beneficiándose adicionalmente por la materia orgánica residual que se incorpora con las raíces de la coquia y que esta extrae parte de las sales del suelo mejorando así sus condiciones fisicoquímicas.

Además de las consideraciones anteriores de las diferentes especies involucradas en el diseño del sistema agroforestal tienen gran relevancia ecológica en el sitio donde se desarrollan.

Desde el punto de vista ecológico, los mezquiales son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje (Felker, 1988).

La utilidad del mezquite, no tan sólo se restringe a sus usos, sino también por su papel dentro de las regiones áridas, dado que es un excelente controlador de las erosiones al retener el suelo con sus raíces y servir de cortina rompevientos, al igual como otras leguminosas, tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo mejorando su fertilidad y proporcionando alimento y refugio a la fauna silvestre (CONAZA e INE, 1994).

La reforestación con especies no maderables como es el caso de la reforestación con propagación vegetativa, principalmente con material disponible en las áreas a restaurar, utilizando el maguey disponible, es una de las alternativas para satisfacer las necesidades de restauración de los ecosistemas en las áreas áridas y semiáridas (García, 2008).

La coquia es importante en el mejoramiento ecológico del medio ambiente en virtud del dióxido de carbono que fija, por el mayor ingreso de energía que le propicia al ecosistema, por la retención del agua de lluvia, por la adición de materia orgánica al suelo, por la utilización que propicia de terrenos marginales (Anaya, 2007).

Anaya (2006) indica que la coquia es una planta C-4, lo que le permite utilizar una mayor cantidad de bióxido de carbono y liberar oxígeno, en mayor proporción que

las plantas C-3, debido a que tienen capacidad de aumentar su capacidad fotosintética proporcionalmente con la temperatura y la intensidad lumínica.

La relación hoja tallo en coquia es de 1.145 a 0.225, por lo que una hectárea, con plantas de un metro de altura se tienen 5 toneladas de hoja realizando la función fotosintética durante 13 horas al día en promedio utilizando bióxido de carbono y liberando oxígeno a la atmósfera. En trabajos experimentales y parcelas productivas se ha tenido hasta 9 ton/ha de materia seca al primer corte a 100 cm de altura, esta materia seca tiene un promedio de 3,420.94 cal/g lo que representa 3.0788×10^{-10} calha⁻¹ (Trejo, 1998). Lo que representa una enorme fijación de energía solar en energía química que está disponible en el ecosistema para su aprovechamiento.

La coquia puede ser usada en programas de revegetación para el control de la erosión. Esta germinará y se desarrollará en cualquier mes de invierno y crece en suelos arenosos, alcalinos y otros suelos pobres. La coquia puede ser sembrada desde un aeroplano en áreas amplias que necesiten revegetación, así como áreas que han sido erosionadas por el fuego. Esta provee una protección rápida al suelo y provee de una fuente de alimento para la vida silvestre hasta que la maleza nativa vuelva a crecer.

Trejo (1998), reporta que en México se han establecido módulos demostrativos para la recuperación de agostaderos y aumentar la producción de forraje en los estados de Durango, Coahuila, Chihuahua e Hidalgo. De dichas experiencias se han observado los siguientes aspectos en el manejo ecológico:

Reintegración de la cubierta vegetal de los agostaderos freno a la degradación ambiental al controlar la erosión y el sobrepastoreo, recuperación de la fertilidad de los suelos, principalmente al incrementar la deposición de la materia orgánica.

Nuevo equilibrio en el balance hídrico del suelo. Modificación del albedo, por la absorción de la energía solar. Fijación de bióxido de carbono y mayor ingreso de energía al ecosistema con lo anterior se demuestra el alto potencial ecológico de la coquia.

5.8 Perfil Histórico de Xaltocan

El pueblo de Xaltocan es una de las comunidades con mayor historia y arraigo cultural de la región por lo cual se han realizado múltiples estudios y excavaciones arqueológicas por parte de investigadores nacionales y norteamericanos para conocer parte de su pasado. Se ha luchado por mantener su riqueza cultural, por lo cual el año 2006 se creó la asociación Gran Señorío de Xaltocan, la cual se ha dado a la tarea de dar a conocer la importancia histórica de la comunidad y en su página de internet hacen la siguiente recopilación de información.

Xaltocan y su lago de agua salada fueron de mucha importancia por la riqueza de su fauna acuática comestible, lo que propició que varias etnias lo habitaran en distintas épocas, que van de 1300 a de C. A 1520, después de C., ellos fueron los Olmecas, Tlatilcas, Teotihuacanos, Toltecas, Otomies, Chichimecas, Tepanecas y Mexicas.

Las investigaciones arqueológicas de la Doctora Elizabeth M. Brumfiel (2005) refieren que Xaltocan era una isla baja que se eleva entre 5 y 6 m por arriba del lecho del lago en el norte de la cuenca de México. Tiene forma ovalada con una longitud de este a oeste de 800 m y una anchura de norte a sur de 400m, por lo que se infiere que las condiciones naturales propiciaban que la isla de Xaltocan (“xalli-arena, tocan-araña) fuese una fortaleza natural para quienes habitaban en ella; Bernal Díaz del Castillo, cronista de la destrucción del mundo prehispánico por Hernán Cortes, refiere en su obra “Historia Verdadera de la Conquista de la

Nueva España” que el islote de Xaltocan era unido con la orilla oeste mediante una calzada. Los recursos naturales generaron condiciones favorables para el florecimiento de los asentamientos humanos que en interrelación con condiciones sociopolíticas y etnoculturales permitieron el surgimiento del Gran Señorío de Xaltocan en el siglo XIII d. C.

Una vez dividido el territorio del Anáhuac por el jefe militar Xolotl, el imperio se manifestó de manera tripartita como lo dice el Códice Vaticano-Ríos “Culhuacan, Tenayuca y Xaltocan eran los poderes dominantes en México antes de los aztecas”. Ixtlilxochitl refiere a Xaltocan como el lugar de reinado de los otomíes. Miguel León Portilla en su obra intitulada “Aztecas-Mexicas”, señala que “una rama de los chichimecas, conocida como los oto-mazahuas, fijó su residencia al norte, en Xaltocan”. Por lo que Xaltocan se convierte aproximadamente en el año 1208 d. C. (ce técpatl - uno pedernal) en capital de la nación otomí. En el proceso de transformación cultural, cuyo término fue la transformación en civilizados de los que habían venido del norte; en todo momento fue determinante la influencia de los descendientes de los toltecas dispersos en el Valle, quienes les enseñaron arte ciencia, metalurgia, arquitectura y teología. Aunando a lo anterior el valor, la destreza y la casta guerrera de los otomíes hicieron florecer al gran pueblo militar de Xaltocan, quienes eran temidos en el Anáhuac.

Con las nupcias celebradas entre la infanta Cihuaxóchitl y el príncipe Chiconcuauhtli (chicome-siete, cuauhtli-águila) descendiente de la nobilísima familia citin, se gesta la casa real de los Señores de Xaltocan y con ello el florecimiento de la nación otomí. En la segunda lámina del Códice Xólotl en el ángulo inferior de la izquierda está el Señorío de Xaltocan que fue dado a Chiconcuauhtli, el hecho de que este jefe militar poblara esta región del Valle nos indica que era jefe máximo de los otomíes y guardián de la frontera norte del poderío del Señor Xólotl. Existen referencias documentales sobre que esta región

previamente del arribo del pueblo chichimeca, ya se encontraba habitada por familias otomíes.

El Señor Chiconcuahtli y la princesa Cihuaxóchitl o Tzihuacxóchitl procrearon tres hijos: la primera se llamo Tzipacxóchitzin o Icpaxochitl (icpac-sobre xochitl-flores), que casó con Chalhiuhtotemotzin (chalchihuitl-piedra preciosa, tlanextli-resplandor), primer Señor de Chalco-Atenco; el segundo Macuilcoatli (macuilli-cinco, cohuatl-serpiente), que vinieron a ser primeros Señores y pobladores de la provincia de Metztitlan y la tercera hija (¿?) quien contrajo nupcias con Pantzontli (pantli-bandera, tzontli-pelo).

Del gran guerrero militar Chiconcuahtli y Señor de Xaltocan nació la casa real del Señorío de Chalco-Atenco, de la unión conyugal de su hija Icpaxochitl y Chalhiuhtotemotzi nacieron dos hijos el primero y mas importante fue Amitzin (atl-agua, mitl-flecha), segundo Señor de Chalco-Atenco quien contrajo nupcias con Xiuhnenetzin (xihuitl-turquesa, nenetl-muñeca) quienes procrearon a Pochotl (pochotl-ceiba) tercer señor de Teyacac, Chalco-Atenco.

Chiconcuahtli primer Señor de Xaltocan, asume el poder en el año 1208 d. C. Ce (uno) Técpatl (pedernal) xiuhtlalpíle (52 años). Gran estrategia militar, condujo a su pueblo a la ciudad de Xaltocan, donde fundara la capital del señorío otomí, mediante las alianzas matrimoniales de su descendencia garantizo la penetración cultural de su pueblo al interior del valle de México; sus principal misión fue el de constituir una nueva frontera cultural-político y militar.

Opantecuhtli o Paintzin segundo Señor de Xaltocan, inicia su reinado en el año 1260 d. C. Mactlacyei (trece) Calli (casa), nieto del Rey Xólotl, hijo del príncipe Nopaltzin y de la princesa tolteca Azcaxochitl.

El reinado de Opantecuhtli, se fortaleció mediante los lazos consanguíneos con los pueblos de Azcapotzalco (Lugar de los hormigueros) y Huexotla (lugar de sauces); los anales de Tlatelolco escritos en la lengua materna de los reyes mexicas, detallan las alianzas del Tlatoani Opantecuhtli. Por línea materna los señores de Azcapotzalco son descendientes del señorío de Xaltocan; Tezómoc quinto rey de Azcapotzalco bisnieto de Opantecuhtli encabezó la confederación bélica contra Xaltocan en 1395. En el año 1380 d. C. Macuilli (cinco) Técpatl (pedernal) muere Opantecuhtli, sucediéndole en el trono el señor de Meztitlan, Tzompantzin o Tzonpantli, convirtiéndose en ese momento en el Señor de Xaltocan “rey de los otomíes”.

Aproximadamente hacia 1387 d. C. reinaba en Acolhuacán, Techotlalla, hijo del Rey Quinatzin, “se le rebeló el Señor de Xaltocan que se nombraba Tzompan o Tzonpantli, y haciéndose cargo de que no tenía fuerzas bastantes para contrarrestar a su soberano, llamó en su auxilio a los de Otompan, Meztitlan, Cuahuacán, Tecomic, Cuauhtitlan y Tepotzotlan. Noticioso el rey de su rebelión le convidó con su gracia con tal que depusiese las armas y se sometiese a su legítimo señor; pero Tzompan, fiado en la mucha gente que tenía de su parte, despreció con altanería la propuesta. Indignado el rey armó a su gente y llamó a los tepanecas, a los mexicanos y a otros pueblos de laguna, y con este golpe de tropas dio sobre los rebeldes. La guerra fue muy obstinada y no pudo concluirse en dos meses; pero quedando finalmente victorioso el ejército real, fueron castigados con el último suplicio Tzompan y los demás jefes de los lugares rebelados. En dicho Tzompan acabó la estirpe de los Señores de Xaltocan, descendientes del príncipe acolhua Chiconcuahtli, que casó con la segunda hija de Xólotl” . Aproximadamente en el año de “1395 d. C. Xaltocan es conquistado

por el imperio Tepaneca dirigido por Azcapotzalco, asistido por Cuauhtitlan y Tenochtitlan”.

Fernando de Alva Ixtlilxóchitl argumenta en su Obra histórica de la “nación Chichimeca”, que el rey de Azcapotzalco, Tezómoc conformó un alianza con sus dos hermanos Hepcoatzin y Acamapichtli señores de México, para declararle la guerra al Señor Tzompantecuhtli “rey de los otomíes, que tenía su corte en Xaltocan”, el triunfo de Tezómoc sobre la nación otomí desencadenó la salida de los nobles, de los guerreros y de la corte imperial de Tzompantecuhtli, quienes marcharon a Meztitlan, límite de las antiguas tierras del Gran Señorío de Xaltocan . El Códice de Xólotl describe la irrupción bélica de Tezómoc sobre las tierras de Xaltocan, una vez victorioso el Señor de Azcapotzalco nombra a un alcalde para la administración de Xaltocan, dividió los terrenos entre los mandatarios de Azcapotzalco y Texcoco, asimismo autorizó el asentamiento de otomíes del reino de los tepanecas y de la provincia de Cuahuacan sobre la superficie territorial de Xaltocan. De las notas históricas descritas por Clavijero e Ixtlilxóchitl podemos inferir el poderío que significaba “el Gran Señorío de Xaltocan”, la coalición de pueblos que se formó en torno a la guerra contra Xaltocan, nos deja claro el estatus militar que representaba la nación otomí, ambas descripciones históricas refieren la gloria que simbolizó para los vencedores el desmoronamiento del Señorío y de las múltiples alianzas que sucedieron al acontecimiento histórico.

Los anales de Cuauhtitlan refieren que “en el año chicome (siete) acatl (caña) cuando se desbarataron los Xaltocamecas. Mientras duró la guerra, que la anduvieron haciendo los chichimecas cuauhtitlaneses, y que cumplió cien años desde su principio, desde que fueron destruidos los mexicanos en Chapultepec”. En base a la tabla de años de Francisco Javier Clavijero denominada “años mexicanos” el año prehispánico chicome (siete) ácatl (caña) equivale al año 1395 d. C..., de ello que se derive como el año de la conquista de Xaltocan.

El manuscrito que conforma el Códice Chimalpopoca denominado “Anales de Cuauhtitlan” informa que la dispersión de los Xaltocamecas se concentró en dos lugares: el primero en Meztitlan y el segundo en Tlaxcallan. “Ume Técpatl ynic yaque xaltocameque motecato Tlaxcalla.-En el año 2 Técpatl (1416) los xaltocamecas fueron a asentarse en Tlaxcallan”

La defensa heroica de Xaltocan por el Señor Tzonpantli contra la confederación bélica, conformada por el Señor de Azcapotzalco Tezómoc en el año 1395 d. C. (Códice Xólotl).

El célebre Don Pablo Nazareo de Xaltocan, escribió cuatro cartas en latín a Felipe II para pedirle la devolución de las tierras que heredó de sus antepasados y de las cuales había sido privado con motivo de la irrupción bélica de los españoles, la tesis de Derecho que mantiene como principio de su petición al rey de España se basa en el principio “primero en tiempo, primero en derecho”, estableciendo en las cartas argumentos históricos que avalan su derecho primigenio sobre las tierras de los antiguos gobernantes de Xaltocan, para ello establece un listado de los gobernantes de su natal pueblo que suman ocho; el más antiguo de los gobernantes está ligado a la estirpe tolteca y al período pre-señorial, los cuatro subsecuentes al período del Gran Señorío de Xaltocan y los tres últimos al período de dominio del Imperio Azteca. En un método comparativo con otras fuentes históricas podemos inferir que durante el período Señorial gobernaron en Xaltocan los Sigüientes Señores: el primer Señor Chiconcuahtli (séptima águila), el segundo Señor Opantecuhtli o Hopanteuchtli (el camino de banderas o el señor en el camino), el tercer Señor Chalchiutlatonac (el que hace brillar las cosas como jade), el cuarto Señor Xiuitltemoc (año “mexica” que descende), y el quinto y último Señor Tzonpantli (pelo de bandera); de esta lista el primero lo establece el códice Xólotl, Alva Ixtlilxóchitl y Clavijero, el segundo Ixtlilxóchitl, el códice Xólotl y

Pablo Nazareo, el tercero y cuarto lo indica Pablo Nazareo y el quinto el código Xólotl, Clavijero e Ixtlilxóchitl. Los dos Señores que se agregan de la lista de Pablo Nazareo complementan de manera lógica un período de 120 años que el código Xólotl, Alva Ixtlilxóchitl y Francisco Javier Clavijero establecen como reinado de Opantecuhtli, la justificación que se esgrime de este hecho histórico, es primero: la importancia militar que significó el gobierno de Opantecuhtli; el segundo: las alianzas matrimoniales que entorno a este rey se celebraron; el tercero: el parentesco que tenía Opantecuhtli con Xólotl; el cuarto: la ausencia de hechos sobresalientes a estos dos Señores de Xaltocan. Las fuentes coinciden en algo en común, la importancia político-militar del Gran Señorío de Xaltocan, el establecimiento de una metrópoli “capital del pueblo otomí” en la ciudad de Xaltocan, las alianzas matrimoniales y el linaje real de los Señores de Xaltocan sobre otros pueblos de la cuenca del valle de México.

Xaltocan hizo causa común con Tenochtitlan para defenderse de la invasión hispánica encabezada por Hernán Cortés, quien con la ayuda de los Tlaxcaltecas terminó por vencer a los Xaltocamecas. Las tierras de Xaltocan fueron encomendadas por Cortés a Don Alonso de Avila, las que pasaron a Gil González de Avila (Benavides) y a los hijos de éste. Los primeros virreyes concedieron mercedes reales de tierra a españoles y a naturales.

5 MATERIALES

5.1 Descripción del área de estudio

5.1.1 Localización

El poblado de San Miguel Xaltocan forma parte del municipio de Nextlalpan de Felipe .Sánchez Solís., que se encuentra situado geográficamente dentro de las coordenadas extremas en los paralelos $19^{\circ} 40' 50''$ y $19^{\circ} 46' 21''$, así como dentro de los meridianos $99^{\circ} 01' 54''$ y $99^{\circ} 07' 46''$, a una altura media de 2230msnm (figura 1). El municipio se localiza en la cuenca del Valle de México (Valle Cuautitlan -Texcoco), a 36 kilómetros al norte de la capital del país, en la región II de Zumpango, en el extremo meridional del Valle de México, en lo que fue el antiguo lago de Xaltocan. Se caracteriza por ser una extensa planicie de llanuras de poca ondulación (Bejines, 1999).



Figura 1. Localización del Municipio de Nextlalpan de F.S.S. (Bejines, 1999).

5.1.2 Geología

La formación geológica del municipio de Nextlalpan es de la era cenozoica del periodo cuaternario, con formaciones rocosas que con el paso del tiempo originaron distintos tipos de suelo. Los tipos de rocas que se encuentran principalmente son clásticas y volcánicas (Bejines, 1999).

5.1.3 Topografía

A pesar de que el municipio de Nextlalpan es casi una planicie, existen algunos médanos al poniente del mismo, estas formaciones originadas en tiempos remotos, a consecuencia del deslave de las montañas que formaron la cuenca del altiplano. El relieve del poblado de Xaltocan no tiene elevaciones conspicuas (Bejines, 1999).

5.1.4 Clima

El clima de la región está clasificado como Bs Kw (w)(i')g, lo que quiere decir que es tipo semiárido con lluvias en verano con poca oscilación de temperatura con un promedio que casi nunca rebasa los 18 °C. Se registra una precipitación media anual de 603.9 mm con una temperatura media anual de 14.6 °C y una máxima de 32 °C, con heladas que se presentan de noviembre a marzo, incluso desde septiembre (Bejines, 1999).

5.1.5 Suelo

Los tipos de suelos que corresponden al poblado de San Miguel Xaltocan son:

Zolonchak mólico: se presenta como una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y fértil.

Zolonchak órtico: suelos con alto contenido en sales en todo o en parte cuando tienen vegetación, en pastizales o algunas plantas tolerantes al exceso de sal (Bejines, 1999).

5.1.6 Vegetación

Dentro de la población se encuentra una gran variedad de plantas y árboles de ornato así como algunos pequeños huertos familiares, pero a las afueras de este, crecen en su mayoría pastos del género *Bouteloua* (navajitas), pasto salado (*Distichlis spicata*) y plantas halófilas (resistentes al exceso de sales, tales como quelites (*Amaranthus* spp), verdolagas (*Portulacca* spp.), romeros (*Suaeda* spp.) etc.), entre las especies arbóreas nativas se encuentra al mezquite (Bejines, 1999). Por otra parte, debido a la perturbación producida por la acción humana, hay gran variedad de plantas de la familia Compositae y a causa de que en un área cercana se sembró coquia (*Kochia scoparia* L. Schrad), por medio de avioneta, actualmente los alrededores del pueblo se encuentran invadidos por dicha planta (Bejines, 1999)..

6 Metodología

6.1 Diagnóstico y Diseño para el desarrollo de la tecnología Agroforestal

El Diagnóstico y Diseño (D&D), abarca la metodología sistemática y objetivos utilizados para iniciar, monitorear y evaluar los programas agroforestales (Raintree, 1987). El D&D se basa en otras metodologías, tales como los estudios de línea básica, estudios sectoriales, investigaciones en agroecosistemas, sondeos o percepciones rápidas rurales, estudios de factibilidad e investigación en finca (Krishnamurthy y Ávila, 1999). Los procedimientos que se utilizaron para el diseño de esta tecnología agroforestal siguen los lineamientos básicos de D&D (Cuadro 1). Que consisten en cinco etapas que son: prediagnóstico, diagnóstico, diseño, planeación e implementación. Cada una de estas etapas se puede dividir posteriormente en pasos más pequeños, según las circunstancias lo necesiten. La naturaleza de los datos y la información que se va a recabar, así como los tipos de cuestionamientos a realizar y la búsqueda que se va a conducir en cada etapa, muestran una retroalimentación pronta y complementaria entre los componentes del proyecto, llegando a ser el D&D auto correctivo (Raintree, 1987). La lógica básica del procedimiento de D&D es expuesta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Procedimiento básico **Diagnóstico y Diseño (D&D)**.

Etapas del D&D	Preguntas básicas a responder	Factores clave a considerar	Modo de investigación
Prediagnostico	<p>Definición del sistema de uso del suelo y selección del sitio.</p> <p>¿En cuál sistema centrarse?</p> <p>¿Cómo trabajar el sistema?</p> <p>¿Como esta organizado?</p> <p>¿Cómo funciona para alcanzar sus objetivos?.</p>	<p>Distintivas condiciones de recursos, tecnología y objetivos del productor.</p> <p>Objetivos y estrategias de producción, arreglo de componentes.</p>	<p>Viendo y comparando los sistemas de uso del suelo.</p> <p>Analizando y describiendo el sistema.</p>
Diagnóstico	<p>¿Cómo trabaja bien el sistema?</p> <p>¿Cuáles son sus problemas, limitantes, restricciones, síndromes de generación de</p>	<p>Problemas en el conocimiento de los objetivos del sistema pequeñas caídas en la producción, problemas de sostenibilidad.</p>	<p>Entrevistas de diagnóstico y observación directas en campo.</p> <p>Conciliación de</p>

	problemas y puntos de vista?	Factores casuales, restricciones y puntos de intervención.	problemas en subsistemas.
Diseño y Evaluación	¿Cómo mejorar el sistema? ¿Qué se necesita para mejorar el desempeño del sistema?	Especificaciones para la solución de problemas.	Diseño reiterativo y evaluación de alternativas.
Planeación	¿Qué hacer para desarrollar y diseminar los sistemas mejorados?	Investigación y desarrollo de necesidades, extensión de necesidades.	Diseño de investigación de proyectos.
Implementación	¿Cómo ajustar la nueva información?	Retroalimentación para las estaciones de investigación, prueba en campo y estudios especiales.	Rediagnóstico y rediseño en vista de la nueva información.

Fuente: (Raintree, 1987).

6.1.1 Prediagnóstico

Se tomó la decisión de implementar un sistema de producción alternativo al que tradicionalmente se ha venido desarrollando que es la siembra de cereales de grano pequeño los cuales por las condiciones edáficas y climatológicas que anteriormente se expusieron resultan poco rentables ya que muchas veces la cosecha es escasa o se pierde por falta de agua o por heladas tempranas.

Las tecnologías agroforestales son herramientas promisorias para mejorar el bienestar de la población rural y la conservación de sus recursos. Los atributos que caracterizan a los sistemas agroforestales son: productividad, sostenibilidad y adaptabilidad. La productividad mejorada y la consecuente redituabilidad, es el criterio prioritario para el diseño e implementación de los sistemas agroforestales.

Para Krishnamurthy *et al.* (2003) una tecnología agroforestal bien diseñada y apropiadamente manejada, contribuye a la satisfacción de las necesidades básicas humanas con alimento, energía, protección, materias primas y en forma económica. La productividad mejorada de los sistemas agroforestales, como perciben los agricultores la redituabilidad de una finca, es otro criterio para la selección de tecnología.

La identificación de la tecnología agroforestal adecuada estuvo en función de los productos que se desean obtener, en este caso son por parte del mezquite: leña, vaina, madera; además de beneficios adicionales como fijación biológica de nitrógeno, retención de suelo, mejoramiento del ambiente, etc.; para el maguey se espera obtener penca, y material vegetativo (mecuates) y servicios tales como retención de suelo y refugio de fauna silvestre; para la avena: forraje de corte para henificación y/o su consumo en verde o la obtención de semilla y paja resultante

de la trilla para alimentación de ganado y la coquia forraje de corte y acarreo. Esta decisión se tomó dado que dentro de las tierras donde el sistema se implementó son de uso exclusivo agrícola y no está permitido el pastoreo.

La tecnología agroforestal se refiere a un diseño deliberado de sistema de producción que se desempeñará mejor para el agricultor, que las actuales prácticas de manejo de la tierra. Si las actividades de producción relacionadas con la agroforestería se practican regularmente por los agricultores durante un período de tiempo, se le llama tradición agroforestal. Cuando se proponen opciones de manejo agroforestal de la tierra para mitigar un problema específico, se le llama intervención agroforestal. Una práctica o una tecnología llegan a ser un sistema una vez que ellas están bien desarrolladas y ampliamente adoptadas por los agricultores en cierta región, de tal manera que forma un sistema común del uso de la tierra (Krishnamurthy y Avila, 1999).

El sistema que se decidió usar es el de corte y acarreo de forraje que es el que tradicionalmente se ha utilizado en las áreas semiáridas y templadas de país debido en gran medida al tipo de ganado que se maneja, la ubicación de las instalaciones en relación a la distancia donde se encuentra el forraje, la tradición y la influencia norteamericana, entre otras causas (Torres, 2000).

El sitio designado para establecer el sistema agroforestal es una parcela ubicada en terrenos de propiedad comunal del poblado de San Miguel Xaltocan, municipio de Nextlalpan, Estado de México. otorgado por la corona española en base al reclamo que anteriormente ya se menciona hecho por Don Pablo Nazareo en 1566 en tres cartas enviadas al Rey de España Felipe II, en las cuales solicita que le restituyan posesiones y privilegios que correspondían a su alcurnia, pues en ellos describe sus meritos filológicos en un latín fluido. En el año 2006 se decidió

fraccionar las 722 ha entre los comuneros que forman la población indígena, dotándose de una superficie de 8 000 m², con la finalidad de tomar posesión física y generar derechos de propiedad.

6.1.2 Diagnóstico

Para conocer las necesidades de producción de forraje y las limitaciones de uso de suelo se realizó una revisión bibliográfica ya antes mencionada para conocer aspectos tales como: forrajeras cultivadas, técnicas de cultivo, demanda de forraje, régimen de tenencia del suelo, disponibilidad de agua, maquinaria empleada, etc. Lo mismo se hizo para recopilar información sobre la importancia del mezquite y maguey.

Los mezquites que se emplearon para realizar la plantación fueron plantas de 8 meses y fueron producidos en bolsas con semillas recolectadas dentro de la misma población. Los magueyes son procedían del vivero forestal ubicado el municipio de Singuilican, estado de Hidalgo, con una edad próxima a un año, producidas en bolsa de polietileno, a partir de semilla, lo que asegura una gran diversidad genética (figura 2). La semilla de avena es de un genotipo criollo presente en la región, producto de la trilla del año anterior. La semilla de coquia se obtuvo de plantas que crecen en forma espontánea en las tierras baldías del poblado. La recolecta se realizó cortando las plantas maduras y sacudiéndolas sobre una lona extendida en el suelo para recuperar las semillas que se desprenden.



Figura 2. Plantas empleadas en el sistema.

6.1.3 Diseño (Implementación)

La plantación de los árboles y magueyes se realizó bajo el arreglo agroforestal en forma lineal, siguiendo la tecnología de combinación de plantación-cultivo, para corte y acarreo. Krishnamurthy y Ávila (1999) describen al sistema de combinaciones plantación-cultivo que está basado en la asociación de árboles cultivados con especies herbáceas y ocasionalmente con animales; en este sistema el principal producto económico lo proporciona el componente arbóreo o las especies perennes presentes, que normalmente se plantan en un patrón regular y en un mismo año.

6.1.3.2 Establecimiento de la plantación

La plantación tomó en cuenta el ancho de trabajo de la maquinaria agrícola empleada en estas labores y el espaciamiento de las plantas de acuerdo con los requerimientos propios de cada especie. En el caso de los magueyes es de 2 m entre mecuares, según lo recomendado por Ruvalcava (1983), y entre mezquites 6

m que es una distancia promedio indicada por la CONAZA e INE (1994), para formar plantas arbóreas y productoras de vaina.

El diseño agroforestal se estableció en dos predios contiguos ubicada en terrenos de propiedad comunal del poblado con una superficie de 1.6 ha. La preparación del terreno se realizó mediante tractor, con un paso de arado y de rastra, durante el mes de enero de 2008, para eliminar el pasto y arvenses. A continuación se hicieron bordos a lo largo del terreno paralelo a la calle con cuchilla montada a la maquinaria agrícola, su separación fue de 15 m, para facilitar el trabajo de la maquinaria agrícola (Figura 3).



Figura 3. Material utilizado para marcar las distancias entre bordos y su trazo con tractor.

La plantación se realizó en una superficie de 16000 m² sobre el lomo de 12 bordos dejando al comienzo y final de cada uno de estos un espacio de 6 m sin plantas para facilitar el paso de la maquinaria. La separación entre árboles fue igual a 6 m (132 árboles) y en este espacio se plantaron dos magueyes a una distancia entre sí y de cada mezquite de 2 m (264 plantas). Esto al inicio de la temporada de lluvia en el mes de junio de 2008 (Figura 4).



Figura 4. Plantación de mezquites y magueyes sobre el lomo de bordos.

6.1.3.3 Cultivo de avena

En este primer ciclo de cultivo la avena se sembró durante el mes de julio ya establecida la temporada de lluvias, previamente se realizó un paso de rastra para eliminar las arvenses. La semilla se distribuyó con ayuda de una voleadora acoplada al tractor, con una densidad de 100 kg ha^{-1} y se cubrió con otro paso de rastra (Figura 5).



Figura 5. Preparación del terreno y siembra de avena.

La avena fue cosechada a mediados del mes de octubre para su henificación y posterior empacado, todo el proceso fue mecanizado con ayuda de tractor (Figura 6). El corte se hizo con cortadora de tambor, con un periodo de secado al sol de 15 días, la pastura fue juntada con rastrillo de araña para su empacado.



Figura 6. Corte y encamellonado de la avena.

6.1.3.4 Labores invernales

Durante el periodo de invierno (enero) el terreno fue roturado con el uso de arado de disco para la incorporación de materia orgánica, eliminación de gramas no deseadas y para aflojar la capa superficial del suelo para facilitar el infiltración del

agua de las lluvias de invierno y propiciar las condiciones adecuadas para el cultivo de la coquia (Figura 7).



Figura 7. Paso de rastra en invierno como medio de preparación del terreno para el siguiente ciclo.

6.1.3.5 Cultivo de coquia

La coquia se sembró posterior a la preparación del terreno en invierno, a finales del mes de febrero, después del primer ciclo de cultivo de la avena, para que creciera con las lluvias de invierno-primavera; la semilla se dispersó mediante el método de voleo manual, a razón de 10 kg ha^{-1} . Fue cubierta con un paso de rastra de rama de mezquite tirada por tracción animal para evitar cubrir la semilla con una capa de suelo muy profunda (Figura 8).



Figura 8. Cubriendo la semilla de coquia con rama de mezquite.

La cosecha de la coquia se realizó a finales del mes de abril, a lo largo de dos meses, de esta manera se tendría listo el terreno para la siembra de avena a finales del mes de julio. El corte se efectuó con acarreo en “verde,” por lo cual fue necesario hacer una cuantificación del forraje obtenido en el terreno (Figura 9).



Figura 9. Plantación de coquia.

La cuantificación de la producción de coquia se realizó mediante el método de corte de forraje auxiliado con un cuadrante. Para la estimación del forraje producido por el método del cuadrante se deben de seleccionar al azar varias zonas del cultivo, las cuales tienen que estar dispuestas a lo largo ancho y

diagonal del terreno. Este procedimiento permite llevar a cabo un muestreo de forraje representativo. Se debe de aventar un objeto (piedra, pedazo de madera, etc.) para fijar el área donde se va a cortar el forraje; posteriormente se debe de colocar un cuadrante de 1m² (el cual puede hacerse de material como madera, alambón PVC, etc.), se corta el forraje al ras del suelo. El procedimiento debe repetirse 15 veces por hectárea. Las muestras de cada cuadrante se registran. Para el cálculo del forraje verde estimado por hectárea, se obtiene un promedio de las diferentes muestras y se multiplica por 10 000. Para obtener la cantidad de materia seca (MS) producida por hectárea se toma una submuestra de alguno de los cortes y se pesan para ser posteriormente secadas por lo menos durante 48 horas en una estufa. La proporción de MS se calcula dividiendo el peso seco de la submuestra entre su peso fresco. Para calcular la producción de forraje en base seca se multiplica la producción de forraje fresco por el tanto por uno de materia seca (Rojas *et al.*, 2000).

6.1.3.6 Reposición de plantas depredadas y control de roedores

A finales del mes de junio del 2009 se repusieron los arboles y magueyes que fueron dañados por las tuzas (*Geomyces mexicanus*), con plantas que se habían guardado previniendo algún tipo de siniestro sobre la plantación (Figura 10).



Figura 10. Reposición de plantas.

Para controlar a los roedores se optó por control químico, con utilización de veneno que como sustancia activa tiene *fosfuro de zinc*, aplicado en zanahorias como cebo. Las zanahorias se cortaron en tiras, se espolvorearon con el veneno y fueron colocadas a la entrada de las madrigueras en donde se notaba que la tierra había sido recientemente removida (Figura 11).



Figura 11. Preparación y distribución de cebos envenenados para control de tuzas (*Geomyces mexicanus*).

6.1.3.7 Segundo ciclo del cultivo de avena

Posterior al corte de la coquia se sembró el segundo ciclo de cultivo de avena a mediados del mes de julio del 2009. Fueron realizadas las mismas labores de cultivo que se describieron anteriormente (Figura 12).



Figura 12. Preparación del terreno y siembra del segundo ciclo de avena.

6.1.3.7 Actividades a futuro

A partir del 3^{er} año se van a seguir realizando las mismas actividades del primer año cultivo de las plantas forrajeras, con la diferencia de que durante éste se realizara la siembra de coquia y avena en un mismo año. Durante dicho año se comenzaran a realizar la poda en los magueyes como lo recomienda Rubalcaba (1983), la cual se repetirá cada dos años y la última se hará cuando la planta alcance una altura de alrededor de 1.40 m y haya emitido varios hijuelos, siendo los hijuelos los que dificultan que se practique la poda, porque se cercenaría la planta madre afectando a uno u otro si no se tiene cuidado.

A partir del cuarto año se comenzará a realizar las podas de formación de los mezquites. Es importante señalar que con una técnica adecuada de poda, durante la época invernal, se favorece el crecimiento del árbol por la gran capacidad de rebrote que presenta (Martínez, 2001). Gracias a una poda adecuada, en plantaciones experimentales el mezquite ha alcanzado una mayor altura y sus ramas no crecen dispersas. Con ello, además, se ha estimulado la producción de vaina lo cual ha incrementado la cantidad de materia (Ramos, 2000).

La CONAZA y el INE (1994), mencionan que tomando como base las experiencias que existen en otros países, el mezquite empieza su producción vaina a partir del cuarto año, estabilizándose en el décimo, esto depende tanto de las condiciones de humedad como de suelo que se presenten en el lugar donde se desarrolle la planta, además de la especie y el sistema de cultivo. Los rendimientos de producción de vaina por árbol oscilan entre los 15 y 20 kg. Y los de una ha entre 4500-5000 kg.

INIFAP Y FUNDACIÓN PRODUCE (2006), indican que el aprovechamiento de las pencas de maguey se inicia a partir del quinto año, aunque las pencas obtenidas mediante la poda de los primeros años se pueden usar también en la alimentación de ganado. El aprovechamiento se realiza cortando de 4 a 6 pencas inferiores sin llegar a dañar la piña del maguey.

El aprovechamiento del maguey se realizara hasta los diez años cuando la planta llega a su madurez, previa a la aparición del estructura floral (quiate), en este momento se procederá a remplazar estos magueyes por plantas nuevas.

6.1.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos- financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. Las técnicas de evaluación económica son herramientas de uso general. El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se mencionan juntos porque en realidad es el mismo método, sólo que sus resultados se expresan de manera

distinta. Recuérdese que la TIR es el interés que hace el valor presente igual a cero, lo cual confirma la idea anterior.

Estas técnicas de uso muy extendido se utilizan cuando la inversión produce ingresos por sí misma. El VAN y la TIR se aplican cuando hay ingresos, independientemente de que la entidad pague o no pague impuestos.

Valor actual neto (VAN)

Vaquiro (2010), indica que es un método clásico de la valoración de inversiones en activos fijos, proporcionando una valoración financiera en el momento actual de los flujos de caja netos proporcionados por la inversión. Mediante una tasa de descuento actualiza todos y cada uno de los flujos de caja que produce la inversión. Tiene en cuenta la cronología de los distintos flujos de caja.

Tiene como ventajas que toma en cuenta el valor del dinero en cada momento, es un modelo sencillo de llevar a la práctica, nos ofrece un valor a actual fácilmente comprensible y es muy flexible permitiendo introducir en el criterio cualquier variable que pueda afectar a la inversión, inflación, incertidumbre, fiscalidad, etc.

Fórmula de Cálculo

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k_1)} + \frac{Q_2}{(1+k_1) \cdot (1+k_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k_1) \cdot \dots \cdot (1+k_n)}$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto de la Inversión.

A = Valor de la Inversión Inicial

Q_i = Valor neto de los distintos flujos de caja. Se trata del valor neto así cuando en un mismo periodo se den flujos positivos y negativos será la diferencia entre ambos flujos.

k_i = Tasa de retorno del periodo

Los criterios de elección son:

1. Las inversiones realizables serán aquellas que nos proporcionen un valor actual neto positivo.
2. Las inversiones se graduarán de mayor a menor valor actual neto.
3. Tomaremos siempre como mejor inversión la que mayor valor actual neto provoque.

Tasa interna de retorno (TIR)

Vaquiroy (2010), define como a la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido.

Forma de cálculo

Tomando como referencia los proyectos A y B trabajados en el Valor Presente Neto, se reorganizan los datos y se trabaja con la siguiente ecuación:

$$VPN = 0 = \left(\frac{FE_1}{(1+K)^1} \right) + \left(\frac{FE_2}{(1+K)^2} \right) \dots + \left(\frac{FE_N}{(1+K)^N} \right) - Inversion$$

FE: Flujos Netos de efectivo; k=valores porcentuales

Relación de Beneficio Costo.

Salazar (2010) comenta que contrario al VAN, cuyos resultados están expresados en términos absolutos, este indicador financiero expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en pesos por cada peso que se ha invertido. Para el cómputo de la Relación Beneficio Costo (B/C) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para su cálculo. En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo:

Relación B/C >0

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

Relación B/C < 0

Índice que por cada peso de costos se obtiene menos de un peso de beneficio.

Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

V_i = Valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

Relación equivalente de la tierra

A efecto de conocer la factibilidad del sistema no tan solo en el ámbito económico se procedió a comparar con la productividad alcanzada por las especies que lo componen en forma de monocultivo. Para ello se utilizó la Relación Equivalente de la Tierra. La FAO (2010) define a la Relación equivalente de tierra (RET) como a la

relación entre el área necesaria de un solo cultivo con la correspondiente a cultivos mixtos, a un mismo nivel de manejo, para producir el mismo rendimiento. La RET es la suma de las fracciones de los rendimientos de los cultivos mixtos con relación a los rendimientos de un solo cultivo. Esta es una de las técnicas utilizadas para cuantificar la eficiencia de rendimiento en asociación. La RET se calcula con la Ecuación 1.

$$LER = \sum_{i=1} (Y_i A / Y_i M) \dots\dots\dots(1)$$

Donde: $Y_i A$ es el rendimiento del cultivo en el sistema agroforestal y $Y_i M$ es el rendimiento del cultivo en el sistema de monocultivo.

La importancia de utilizar la RET es que diferentes cultivos, independientemente de su rendimiento, pueden relacionarse y compararse directamente. Así, si el valor de la LER es menor, igual o mayor que uno, esto significa que la asociación de cultivos ha producido menor, igual o mayor rendimiento que los monocultivos (Montiel *et al.* 2006).

7 Resultados y Discusión

7.1 Costos de establecimiento

Para la determinación de los costos de establecimiento del sistema agroforestal se ingresaron los datos en una tabla donde se registran todos los gastos que se realizaron durante los dos primeros ciclos de cultivo posterior al establecimiento del sistema y para los siguientes años se estimaron en base a los datos que se habían recabado y a los que se obtuvieron por medio de la investigación bibliográfica.

7.2 Producción de avena

Se cosecharon 211 pacas de heno de avena en el terreno donde se estableció el sistema, la producción de forraje seco se cuantificó alrededor de 4.6 ton ha⁻¹ con producción de 132 pacas ha⁻¹ y un peso promedio de 35 kg. Este es un rendimiento muy por debajo de lo indicado por INIFAP y FUNDACIÓN PRODUCE (2006), pues el rendimiento esperado del cultivo de la avena es de 40 ton de forraje verde por hectárea o bien 8 ton de forraje seco por hectárea. Un rendimiento semejante obtenido es el de Salmerón (2009), con un temporal requiriendo el cultivo una precipitación de 350 mm durante su ciclo, siendo éste igual a 1,100 kg ha⁻¹ de grano y 2,500 kg ha⁻¹ de forraje (materia seca). Sin embargo el rendimiento potencial de heno de avena es de 2,500 kg ha⁻¹ de grano y 4,500 kg ha⁻¹. Para el segundo año de siembra de avena el rendimiento decreció a 4 ton ha⁻¹ por la baja y errática precipitación que se presentó en este año.

En el caso del sitio de estudio, el rendimiento se debe a las condiciones poco favorables del suelo y lo errático de la temporada de lluvias. Por ello la complementación de la producción forrajera con los productos y beneficios de las especias perennes es una alternativa para aumentar la productividad del sitio, dado que la avena por sí sola no es una alternativa económicamente viable.

7.3 Supervivencia al primer año

De los árboles y magueates plantados en el 2008 hubo pérdidas por el ataque de tuzas (*Geomyces mexicanus*), las cuales dañaron el sistema radicular provocando la muerte de 15 árboles y 25 magueyes (Figura 13), corries pendiente a una mortalidad de 11.4 y 9.5% respectivamente. Estas dos especies sobrevivieron sin ningún problema al periodo invernal y de sequia lo cual demuestra la extraordinaria adaptación que tienen a las condiciones adversas que impone la deficiencia de humedad y la incidencia de heladas.



Figura 13. Daños producidos en magueyes y mezquite por acción de las tuzas (*Geomyces mexicanus*).

7.4 Estimación de producción de coquia

La estimación de producción de coquia se hizo con base en un muestro cuyos datos se muestran en el cuadro 2. Se obtuvo una producción estimada de 4.986 kg m⁻² de forraje verde equivalente a 49.86 tonha⁻¹ semejante a lo reportado por Anaya (2007), que estima la producción de forraje verde entre 40 y 70 tonha⁻¹ en condiciones de temporal. Considerado una proporción de 25% de materia seca de la coquia (Anaya, 2006) se alcanzaría una producción de 12.465 ton ha⁻¹.

Cuadro 2. Muestreo de producción de forraje de coquia

Numero de muestras	kg.
1	1.5
2	2.7
3	4.4
4	10.5
5	5.5
6	5.4
7	3.2
8	3.0
9	3.7

10	5.1
11	10.1
12	4.5
13	6.8
14	6.5
15	1.9
Promedio	4.986

7.5 Costos de establecimiento

Para realizar la cuantificación de los costos que conlleva el establecimiento del sistema Agroforestal se ingresaron los datos en una tabla donde se registran todos los gastos que se realizaron al primer y segundo año de establecimiento del sistema y para los siguientes se estimaron con base en los que ya se venían realizando y a los estimados con datos obtenidos en la bibliografía.

Cuadro 3. Costos de establecimiento de la plantación y cultivo de avena al primer año y segundo año

Costos de establecimiento del primer año			
Actividad	Unidad	Costo unitario	Costo total por rubro (\$)
	(\$)	(\$)	
Preparación del terreno			
Rastreo	1	400	600
Bordos	12	60	720
Mezquite			
Plantas de mezquite	132	15	1980
Plantación	1 jornal	150	150
Fertilización	132	1	132
Magüey			
Mecüates de magüey	264	15	3960
Plantación	1 jornal	150	150
Fertilización	264	1	264

Avena			
Semilla	100 Kgha⁻¹	7	1050
dispersión de semilla	1	150	25
cubrimiento de semilla	1	700	1050
Corte	1	550	825
Juntada	1	250	375
Empaque y embodegado	211	10	2100
Costos de establecimiento a segundo año			
Actividad	Unidades	Costo unitario	Costo Total
		(\$)	(\$)
Preparación del terreno para siembra de forraje			
Barbecho	1	700	1050
Rastreo	1	400	600
Reposición de plantas			
Maguey	25	15	375
Mezquite	15	15	225
Acondicionamiento de plantación			
Fertilización	396	1	396
Coquia			

Dispersión de semilla	de	1	150	225
Cubrimiento de semilla	de	1	100	150
Cortada y transporte	y	49ton	70ton	3430
Avena				
Semilla		150Kg	7	1050
Dispersión de semilla		1	150	225
cubrimiento de semilla		1	400	600
Corte		1	550	825
Acamellonado		1	250	375
Empaque y embodegado		211	10	2110

7.6 Análisis económico

Para el cálculo de la productividad económica del sistema se realizó el análisis a diez años que es el periodo considerado para el estudio de este sistema agroforestal como lo muestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Ingresos e ingresos del Sistema Agroforestal Mezquite maguay asociado con forrajeras de corte.

CONCEPTO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos totales (\$)	8,280	19,700	20,240	33,704	41,921	43,109	55,781	57,563	58,355	58,355
Egresos totales (\$)	15,885	15,755	15,080	21,020	21,260	21,260	21,260	21,260	21,260	21,260
Costos variables (\$)	11,285	11155	10,480	16,420	16,660	16,660	16,660	16,660.00	16,660.00	16,660.00
Costos fijos(\$)										
Asistencia técnica (\$)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Renta anual del terreno (\$)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
TOTAL (\$)	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600
Costos variables (\$)										
Barbecho (\$)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Rastreo (\$)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Bordos (\$)	480.00									
Planta mezquite (\$)	1,485	150								
Plantación (\$)	300	75								
Fertilización (\$)	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132

Mecuates de maguey (\$)	2,970	375								
Plantación (\$)	300	75								
Fertilización (\$)	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198
Semilla de avena (\$)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Rastreo (\$)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Siembra (\$)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Corte (\$)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Acamellonado (\$)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Empaque y embodegado (\$)	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320
Semilla coquia (\$)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Dispersión de semilla (\$)		150	150	150	150	150	150	150	150	150
Cubrimiento de semilla (\$)		150	150	150	150	150	150	150	150	150
Corte y transporte (\$)		3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430
Podas (\$)				2,970	2,970	2,970	2,970	2,970	2,970	2,970
Colecta de vaina (\$)				990	990	990	990	990	990	990
Desahijé (\$)				1,980	1,980	1,980	1,980	1,980	1,980	1,980
Combustible (\$)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440
Subtotal (\$)	11,285	11,155	10,480	16,420	16,660.00	16,660.00	16,660.00	16,660.00	16,660.00	16,660.00
TOTAL (\$)	15,885	15,755	15,080	21,020	21,260	21,260	21,260	21,260	21,260	21,260

Año	Costos (\$)	Beneficios (\$)	Factor a 14%	Costo actualizado total	Beneficio Actualizados Totales
1	15,885	8,280	0.93676815	14,881	7,756
2	15,755	19,700	0.877534567	13,826	17,287
3	15,080	20,240	0.822046432	12,396	16,638
4	21,020	33,704	0.770066916	16,187	25,954
5	21,260	41,921	0.72137416	15,336	30,241
6	21,260	43,109	0.675760337	14,367	29,131
7	21,260	55,781	0.633030761	13,458	35,311
8	21,260	57,563	0.593003055	12,607	34,135
9	21,260	58,355	0.555506374	11,810	32,417
10	21,260	58,355	0.520380678	11,063	30,367
Sumas	195,300	397,008		135,931	259,238

7.7 Indicadores económicos

Los indicadores económicos considerados para el análisis financiero de este sistema agroforestal fueron el Valor Actual Neto (**VAN**), la Relación Beneficio Costo (**B/C**) y la Tasa Interna de Retorno (**TIR**), que para este caso sus valores son los siguientes (Cuadro 6):

Cuadro 6. Valores de los indicadores económicos.

INDICADOR	VALOR
VALOR ACTUAL NETO	123,307

RELACION B/C	1.85
TIR=	35.52

Tasa de descuento = Tasa de interés (14%)

7.7.1 VAN

El cálculo del Valor Actual Neto (**VAN**) resulta positivo indicando que el proyecto es rentable, pues se recupera la inversión y se obtiene un total de de ganancia al término del período considerado.

7.7.2 Relación Beneficio/Costo

La relación beneficio/costo es de 1.85. Al ser mayor que uno, se garantiza la recuperación de la inversión y obteniéndose \$0.85 pesos adicionales por cada invertido, lo cual constituye la ganancia neta.

7.6.3 TIR

La tasa interna de retorno es mayor a la tasa mensual de actualización (factor de actualización), que en nuestro caso se considero como interés al 14%. Esto indica que durante el periodo del proyecto se recupera la inversión y se obtiene una rentabilidad en promedio del 35.52%, lo cual es satisfactorio para los inversionistas. Se debe especificar que los valores ingresados al proyecto son los que en promedio generan los cultivos bajo un manejo adecuado.

7.8 Relación equivalente de la tierra

De acuerdo con los datos del Cuadro 7 la relación equivalente de la tierra (RET), es mayor que uno, lo que demostrará que la productividad en términos de rendimiento es mayor en el sistema agroforestal en relación con el monocultivo en una área equivalente es decir para obtener rendimiento dado se requiere de una mayor superficie sembrada como monocultivo. La RET es 2.147 lo que indica que es 1.147 mayor que la productividad de los monocultivos de las especies que integran el sistema agroforestal.

Cuadro 7. Productividad de los sistemas agroforestales con base en la relación de uso equivalente de la tierra (RET).

Planta	Producto	Sistema agroforestal	Sistema de monocultivo	($Y_i A / Y_i M$)
Mezquite	Leña (rollos)	330	1400	0.23
	Vaina (tonha ⁻¹)	1.7	7.2	0.23
Maguey	Penca	990	2300	0.43
	Mecuate	138	594	0.23
Avena	Forraje(ton ha ⁻¹)	4.3	4.5	0.95
Coquia	Forraje(ton ha ⁻¹)	49	70	0.7
RET				2.147

8 Conclusiones

El diseño y establecimiento del sistema agroforestal mezquite-maguey asociado con forrajeras de corte, ha demostrado tener factibilidad agronómica para el desarrollo del sistema en tierras comunales del pueblo de Xaltocan.

La sobrevivencia y establecimiento de las dos especies perennes fue más que satisfactoria, al no haber pérdidas por condiciones ambientales y al ser corregidas las que se debieron a depredación.

Se demostró que es factible la producción de dos cosechas de forraje en el mismo año bajo un sistema de temporal, con una productividad semejante a la que alcanzan la avena y la coquia en monocultivo, pero en ciclos anuales.

La rentabilidad del sistema con base en la relación Beneficio/Costo fue de 1.85, lo cual indica que el sistema es rentable al recuperar la inversión realizada en su establecimiento y manejo aparte de ello generar ingresos adicionales \$0.85 por cada peso.

La Relación Equivalente de la Tierra indica que el sistema es 1.147 mayor en producción a la de las especies que conforman el sistema en monocultivo.

En conjunto el sistema es altamente rentable es adaptable a las condiciones de manejo y ambientales del sitio y pueden ser un medio para mejorar la productividad de las tierras comunales de Xaltocan siendo una alternativa productiva que mejora las condiciones de vida de los productores agrícolas al haber una mayor derrama en la economía familiar.

9 BIBLIOGRAFIA

ALEGRÍA-RÍOS F. S., GARCÍA-GASCA T, ANDRADE- MONTEMAYOR H. 2007. Efecto del tostado de la vaina de mezquite (*Prosopis leavigata*) sobre el contenido de proteína y factores antinutricios. Disponible en: http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias2007/26_6UAQAlegriaRios.pdf. Consultado el 21 de abril del 2010.

ANAYA G., M. 2006. COQUIA (*Kochia scoparia* L. Schrad var Esmeralda) Guía técnica. Disponible en: <http://www.colpos.mx/COQUIA/Coquia.htm>. Consultado el 19 de mayo del 2009.

ANAYA G., M. 2007. La Coquia, Opción forrajera. Revista Extensión al campo. Año I. Numero.4. UACH.

ANAYA G., M. 2008. Coquia (*Kochia Scoparia* L. Schrad), forraje de bajo costo. La revista del borrego. Numero 53, Julio Agosto. Versión electrónica. Disponible en: <http://www.borrego.com.mx/archivo/n53/f53coquia.php>. Consultado el 15 de julio del 2009.

ARTEAGA.; R. CASTRO; P. CORAS; M. PEÑA. 2000. El mezquite (*Prosopis spp.*) en México: una planta en vías de extinción. Agricultura, Ciencia y Técnica, México, No. 13: pp. 20-24.

BEJINES J. J. 1997. Nextlalpan de Felipe Sánchez Solís, monografía municipal. Instituto Mexiquense de Cultura, México, 137 p.

Brumfiel, Elizabeth M. 2005, "Production and Power at Postclassic Xaltocan" *Arqueología de México*, No. 6, published by University of Pittsburgh Latin American Archaeology Publications and Instituto Nacional de Antropología e Historia (México, D.F.)

BURKART, A. 1952. Las leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. 2ª ed., ACME, Argentina, 567p.

CONAFOR. 2007. *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd). Internet disponible en:<http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Prosopis%20laevigata.pdf>. Consultado el 20 de enero de 2008.

CONAFOR y CONABIO. 2002. *Agave atrovirens* Karw. Ex Salm-Dyck. Disponible en:<http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Agave%20atrovirens.pdf> . Consultado el 9 de julio del 2009.

CONAZA e INE. 1994. Mezquite, *Prosopis* spp.: Cultivo alternativo en zonas áridas y semiáridas de México. INE, México, 31p.

ESPITIA J. E, H. VILLASEÑOR M. E., HUERTA E., J., SALMERÓN Z. J. J., GONZÁLEZ I. R. M. Y OSORIO A. L. 2007. Obsidiana, variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Internet disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S05685172007000100011&lng=pt&nrm=iso. Consultado el 3 de marzo de 2010.

FAO. 2010. Zonificación agro-ecológica: Guía general... Internet disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w2962s/w2962s0l.htm>. Consultado el 9 de mayo de 2010.

FELKER, P. 1988. Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte. Comisión Forestal de América de Norte. E.U.A. 397p.

FOLLIOTT, PETER F. Y THAMES, JOHN L. 1983. Manual sobre la Taxonomía de Prosopis en México, Perú y Chile. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, Estados Unidos de América FAO Roma Internet. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Q2580S/Q2580S00.HTM> consultado el 20 de febrero de 2008.

GARCÍA G., A. M. 2008. USO DEL MAGUEY EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN. VII Simposium-Taller "Producción y aprovechamiento del nopal en el noroeste de México. Revista salud pública y nutrición. Edición especial No. 2 2009.

GIL R., I. 2004. *El Algarrobo*. Internet disponible en: www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi98/Algarrobo/home.htm: Consultado el 20 de enero de 2008.

GONCALVES L., O. 1956. El maguey y el pulque en los códigos mexicanos. FCE. México. pp. 54.

GUTIÉRREZ R., M. DEL S. 2000. Los agaves de Jalisco. Disponible en: http://www.cucba.udg.mx/sitiosinteres/coaxican/plts_mex/agave_jal.htm. Consultado el 28 de julio del 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA 2002. El mezquite. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/72/cultivo.html>. Consultado el 10 de marzo del 2010

INE. 2006. El cultivo de la avena. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/dgioece/cuencas/descargas/cong_nal_06/tema_04/04_jose_trinidad.pdf. Consultado el 21 de julio del 2009.

INIFAP Y FUNDACIÓN PRODUCE. 2006. Disponible en: <http://www.oeidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=13> Consultado el 21 de julio del 2009.

JIMENEZ S., M. 2004. Iniciativa de ley federal de protección al maguey. Disponible en: www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/2502/.../1.pdf. Consultado el 21 de julio del 2009.

KRISHNAMURTHY, L. Y ÁVILA, M. 1999. AGROFORESTERIA BASICA. Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA-FAO. México D.F. pp 90,92, 93 y 98.

KRISHNAMURTHY, L.; KRISHNAMURTHY, K.; RAJAGOPAL, I.; Y ARROLLO G., G. 2003. Introducción a la Agroforestería para el desarrollo rural. SEMARNAT y CADER. México. pp 41 y 42.

MONDRAGÓN P., J. 2004. Chenopodiaceae, *Kochia scoparia* (L.) Schrad, Coquiaconsultado en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/kochiascoparia/fichas/ficha.htm>. Consultado el 21 de julio del 2009.

MONTEMAYOR. C. 2005. El maguey el pulque y la leyenda. Disponible en : <http://www.jornada.unam.mx/2005/02/24/a08a1cul.php>. Consultado el 15 de mayo del 2010.

MONTIEL A. G., KRISHNAMURTHY L., VÁZQUEZ A. A. Y URIBE G. M. 2006. Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el estado de Michoacán, México. Internet disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/573/57324414.pdf>. Consultado el 9 de mayo de 2010.

OCHOA, G. 2001. ¡A Conocer los Alimentos! Disponible en: <http://www.hiperactivos.com/panoptico/tx000191.shtml>. Consultado el 14 de agosto del 2009.

PALOMINO R., W. Manual de cultivo de la avena forrajera y su conservación. Disponible en: us.geocities.com/elmerzinho/doc/avena.pdf. Consultado el 2 de julio del 2009.

- PARK S., N. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Editorial trillas. México. pp. 115-121.
- PENNINGTON, T. y J. SARUKÁN. 1998. Árboles tropicales de México. 2ª ed. UNAM – Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 554p.
- PETTIT. A. J. 2008. Una revisión sobre los conceptos de agroforestería. Disponible en: www.agroforesteriaecologica.com/index.php?action=download. Consultado 28 de febrero del 2010.
- RAINTREE, J. B. 1987. The state of the art of agroforestry diagnosis and design. Agroforestry systems. pp. 219-250.
- REYNER, C. Y MORALES, C. F. 1987. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú. FAO, Perú. 154p.
- ROJAS R., O.; BORES QUINTERO, R.; MURGÍA O., M. Y ORTEGA R., L. 2000. Producción de ovinos de pelo en trópico. SAGAR e INIFAP-PRODUCE. Mérida, Yucatán. pp. 85,86 y 89.
- RUVALCABA M., J. 1983. El maguey manso. Colección de cuadernos universitarios. Serie ciencias sociales No. 4 Chapingo. pp. 31-55.
- RZEDOWSKI, J. 1988. Análisis de la Distribución Geográfica del complejo *Prosopis* (*Leguminosae, Mimosoidae*) en Norteamérica. Acta botánica Mexicana, México, Vol. 3: pp. 7-19

SÁENZ REYES, J. T; JIMÉNEZ OCHOA J; GALLARDO VALDÉS, M; VILLASEÑOR RAMÍREZ F. J Y BRAVO ESPINOSA, M. 2004. Sistemas agroforestales: una alternativa para la reconversión de suelos forestales en cuencas hidrológicas. Disponible en: www.ine.gob.mx/dgioece/cuencas/...nal.../04_jose_trinidad.pdf. Consultado el 21 de julio del 2009.

SÁLAZAR L. R. 2010. Calculo de relación beneficio costo: Disponible en: <http://www.aulafacil.com/proyectos/curso/Lecc-22.htm>. Consultado el 12 de noviembre del 2010.

SALMERÓN Z., J. J. 2009. Avena de temporal. INIFAP-Chihuahua. Disponible en: <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?id717388&fuseaction=browse&paged=39>. Consultado el 5 de julio de 2009.

TORRES R, J. A. 2000. Experiencia en el manejo Holístico de los recursos.III seminario internacional. Tecnología para la explotación sustentable del recurso forrajero. Programa de Maestría en producción animal. UACH. Chapingo, México. pag. 134 y 139.

TORRES R, J. A. 2000. Agroecosistemas de arboles-pasto-ganado, algunas ventajas y desventaja.III seminario internacional. Tecnología para la explotación sustentable del recurso forrajero. Programa de maestría en producción animal. UACH. Chapingo, México. Pag. 168 y 170.

TREJO, M.J. 1998. Potencial ecológico, económico y forrajero de la Coquia en las zonas áridas y semiáridas de México. En: Memoria de la V Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Oaxaca, Oaxaca, México. p55 y 56.

VARGAS L., J. M. 2004. El Mezquite: historia, importancia y usos. Investigador de la Universidad de Sonora. Internet. Disponible en: <http://www.iesa.gob.mx/horizontes/11/mezquite.htm>, consultado el 20 de febrero de 2008

VAQUIRO C J. D. 2010. Tasa interna de retorno – Tir. Disponible en: <http://www.pymesfuturo.com/tiretorno.htm>. consultado el 23 de noviembre de 2010.

VELÁZQUEZ S, I. 2000. Flores e insectos en la dieta prehispánica y actual de México Disponible en: www.geocities.com/comemoscas/ivs.pdf -. Consultado el 9 de julio del 2009.

YU, P., J. O., GOELEMA, B.J., LEURY., S. TAMMINGA Y A.R. EGAN. 2002. An análisis of the nutritive value of heat processed legume seed for animal production using the DVE/OEB model: a review. Anim. Feed Sci. Technol. pag. 176.