Sistemas Agroforestales Maderables en México

Sistema Agroforestal Cedro y Plátano. El Palmar, Veracruz. Foto: A. Velázquez Martínez

Noviembre de 2013

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido i
Lista de acrónimos iv
Índice de Cuadros vi
Índice de Figuras viii
1. Antecedentes y situación actual de los Sistemas Agroforestales en México 1
1.1. Introducción 1
1.1.1. Ventajas de los Sistemas Agroforestales 3
1.1.2. Desventajas de los Sistemas Agroforestales 4
1.2. Definición de los Sistemas Agroforestales 5
1.3. Clasificación y tipos de Sistemas Agroforestales 7
1.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales 7
1.3.2. Tipos de Sistemas Agroforestales 10
1.3.3. Descripción de los principales Sistemas Agroforestales 12
1.4. Los Sistemas Agroforestales en México 19
1.4.1. Antecedentes 19
1.4.2. Desarrollo de los Sistemas Agroforestales en México 22
1.4.3. Actualidad de los Sistemas Agroforestales Maderables en México 23
1.5. Propuesta de Sistemas Agroforestales Maderables más apropiados para México (SAFM) 26
1.6. Literatura citada 27
2. Áreas Potenciales para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales Maderables en México 31
2.1. Información base 31
2.2. Refinamiento de áreas potenciales para los Sistemas Agroforestales Maderables 33
2.2.1. Definición del límite de precipitación 34
2.2.2. Generación de isoyetas 35
2.2.3. Generación del mapa de áreas potenciales 35
2.3. Literatura citada 43
3. Regionalización para los Sistemas Agroforestales recomendados para México 44
3.1. Análisis del archivo histórico de los SAFM de la CONAFOR 44
3.2. Organización de especies por niveles altitudinales 47
3.3. Ubicación espacial de Zonas altitudinales 50
3.4. Cultivos asociados a las Zonas altitudinales 52

3.4.1. Cultivos perennes 52
3.4.2. Cultivos anuales 53
3.4.3. Pastizal natural o inducido 55
3.4.4. Superficie Potencial de Cultivos Perenes y Anuales 56
3.4.5. Diseño de Sistemas Agroforestales Maderables en México 56
3.5. Literatura consultada 58
4. La Investigación en Sistemas Agroforestales Maderables en México 59
4.1. Especies estudiadas 62
4.2. Temas poco estudiados 63
4.3. Literatura citada 64
5. Aceptación de los Sistemas Agroforestales Maderables entre los propietarios de terrenos 65
5.1. Introducción 65
5.2. Aceptación de los SAFM 68
5.3. Evolución de los Sistemas Agroforestales Maderables establecidos bajo el Programa de PFC 69
5.4. Revisión de factores que influyen en la adopción de los sistemas agroforestales maderables 72
5.4.1. Factores en las decisiones de adopción 72
5.4.2. Hallazgos sobre la adopción 73
5.4.3. Adopción y asistencia técnica 74
5.4.4. Escala y ritmo de adopción 75
5.5. Aceptación de SAFM por los beneficiarios de la CONAFOR 76
5.6. Consideraciones finales 82
5.7. Literatura citada 83
6. Rentabilidad Financiera de los Sistemas Agroforestales Maderables 84
6.1. Introducción 84
6.2. El Análisis económico de los Sistemas Agroforestales Forestales Maderables 87
6.3. Rentabilidad de las Plantaciones Forestales Comerciales vs Sistemas Agroforestales Maderables 91
6.4. Costos y beneficios en SAFM 97
6.5. Conclusiones 100
6.6. Literatura citada 102
7. Análisis FODA 105

7.1. Resultados del análisis 105
7.2. Conclusiones 107
7.3. Recomendaciones 108
8. Estrategia nacional para promover el establecimiento de los SAFM en México 109
8.1. Mecanismos de promoción 109
8.1.1. Conformación de brigadas estatales. 109
8.1.2. Capacitación de asesores y prestadores de servicios técnicos. 109
8.1.3. Capacitación del personal del área de plantaciones forestales 110
8.1.4. Materiales para difusión y transferencia de tecnología 110
8.1.5. Parcelas demostrativas 110
8.2. Mecanismos de financiamiento 112
8.2.1. Introducción 112
8.2.2. Esquemas de apoyo para Plantaciones Forestales Comerciales 113
8.3. Mecanismo propuesto para la asignación del subsidio 116
8.3.1. Antecedentes 116
8.3.2. Principales características del mecanismo 116
9. Anexos 119

Lista de acrónimos

Acrónimo	Significado
CADS	Centro Internacional de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CONABIO	Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CP	Colegio de Postgraduados
ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur
FODA	Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenaza
FONAFOR	Fondo Nacional Forestal
FOSEFOR	Fondo para la Inclusión Financiera del Sector Forestal
GDPFC	Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales
ICRAF	Consejo Internacional para la Investigación en Sistemas
IDRC	Centro Internacional de Investigación y Desarrollo Canadiense
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
NSF-EUA	Fundación Nacional para la Ciencia-Estados Unidos de América
PFC	Plantaciones Forestales Comerciales
PSP	Prestador de Servicios Profesionales
PST	Prestador de Servicios Técnicos
RAMSAR (Convención)	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
R B/C	Relación beneficio/costo
SAF	Sistemas Agroforestales
SAFM	Sistemas Agroforestales Maderables
TIR	Tasa Interna de Retorno
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UDIs	Unidades de Inversión
UNU	Universidad de las Naciones Unidas
VAN	Valor Actual Neto

Acrónimo	Significado
VNP	Valor Neto Presente
WAC	Centro Mundial de Agroforestería

Índice de Cuadros

Cuadro 1.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales según la función del componente forestal. Modificado de Combe y Budowski (1979). 8

Cuadro 1.2. Enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales. Modificado de Nair (1985, 1993, 1997)..... 9

Cuadro 1.3. Características de los principales Sistemas Agroforestales derivados. Modificado de Nair (1993, 1997)..... 11

Cuadro 1.4. Principales características de los Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM) seleccionados para incluirse en este estudio. 26

Cuadro 2.1. Distribución de la superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en México..... 37

Cuadro 2.2. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Veracruz. 38

Cuadro 2.3. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Chiapas. 38

Cuadro 2.4. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Oaxaca. 39

Cuadro 2.5. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Tabasco. 39

Cuadro 2.6. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Guerrero. 39

Cuadro 3.1. Relación de los géneros propuestos en las solicitudes apoyadas de 1997 a 2012. 44

Cuadro 3.2. Rangos Altitudinales para las especies de uso más frecuente en SAFM, de acuerdo a archivos históricos de la CONAFOR. 48

Cuadro 3.3. Distribución de Superficies potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM), de acuerdo a zonas altitudinales. 50

Cuadro 3.4 Superficies potenciales de cultivos por zonas altitudinales 56

Cuadro 4.1. Especies maderables mencionadas con mayor frecuencia en estudios de SAF. 62

Cuadro 5.1. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México. 69

Cuadro 5.2. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones templadas y semiáridas de México. 70

Cuadro 5.3. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México 70

Cuadro 5.4. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones templadas y semiáridas de México. 71

Cuadro 5.5. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México. 71

Cuadro 5.6. Motivos por los que los beneficiarios deciden establecer SAFM..... 76

Cuadro 5.7. Disposición de los beneficiarios a realizar las siguientes actividades en el supuesto de que no hubiera subsidios 78

Cuadro 6.1. Principales costos y beneficios de la agroforestería..... 86

Cuadro 6.2. Indicadores financieros para diferentes sistemas agroforestales en estudios realizados en México y América Latina. 89

Cuadro 6.3. Indicadores financieros (con y sin subsidio), turno, productos y especie por estado, para PFC y PFC Agroforestales..... 93

Cuadro 6.4. Costos totales, ingresos totales y ganancias netas por hectárea en cuatro tipos de sistemas agroforestales. 98

Cuadro 6.5. Costos totales, ingresos totales y ganancias netas por hectárea para tres especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales. 99

Índice de Figuras

Figura 1.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales según los cultivos asociados. Modificada de Combe y Budowski (1979). 7

Figura 1.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales de acuerdo al tipo de sus componentes. Agrisilvicola: cultivos (incluyendo arbustos/enredaderas) y árboles. Silvopastoril: pasturas/animales y árboles. Agrosilvopastoril: cultivos, pasturas/animales y árboles. Nair (1993, 1997). 10

Figura 1.3. Proceso de un barbecho o acahual mejorado a la izquierda y uno normal a la derecha. Ramírez y Agudelo (sf). 13

Figura 1.4. Acahual mejorado con árboles. Olmos (sf). 13

Figura 1.5. Sistema Taungya: cedro blanco/maíz. Córdoba, Veracruz. Musálem (2007). 14

Figura 1.6. Sistema Taungya: cedro rojo/maíz. Córdoba, Veracruz. Musálem (2006). 14

Figura 1.7. Cultivo en callejones: maíz/*Leucaena* sp. Musálem (2007). 14

Figura 1.8. Cultivo en callejones: maíz/*Leucaena* en Kenia. Mendieta y Rocha (2007). 14

Figura 1.9. Árboles en cultivos agrícolas: *Faidherbia albida* (*Acacia albida*) /maíz. Buendia (2007). 15

Figura 1.10. Árboles en cultivos agrícolas: *Gliricidia sepium*/maíz. Arias (1994). 15

Figura 1.11. Cultivo perenne (café) combinado con Cedro rojo y otros árboles de uso múltiple (AUM). García Cruz (2010). 16

Figura 1.12. Huerto casero. Musálem (2006). 16

Figura 1.13. Huerto casero. Petit (2007). 16

Figura. 1.14. Cortinas rompe vientos. Univ. of Missouri, 2006. 17

Figura. 1.15. Cortinas rompe vientos en Dakota. Wikimedia Commons, 2013 (1997. USDA Natural Res. Conserv. Serv.). 17

Figura 1.16. Árboles en hileras con pastos en los callejones, para corte y con pastoreo. Petit, 2005. 17

Figura 1.17. Árboles con pasto. Musálem (2006). 18

Figura 1.18. Árboles con pasto y animales. Musálem (2006). 18

Figura 1.19. Árboles de Mezquite en un campo de Maíz en Tehuacán, Puebla (Wilken, 1977). 20

Figura 1.20. Finca de Café con estratos de árboles de sombra y Plátano en Veracruz (Wilken, 1977). 20

Figura 1.21. Árboles bordeando campos drenados en Tlaxcala (Wilken, 1977). 20

Figura 1.22. Jardín mixto de varios estratos. Todas las plantas y árboles tienen uso (Wilken, 1977). 20

Figura 1.23. Superficie de Sistemas Agroforestales Maderables establecida por estado con apoyo de CONAFOR (2000-2012). 25

Figura 2.1. Distribución de Áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en México. 36

Figura 2.2. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Veracruz. 40

Figura 2.3. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Chiapas. 40

Figura 2.4. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Oaxaca. 41

Figura 2.5. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Tabasco. 41

Figura 2.6. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Guerrero. 42

Figura 3.1. Ubicación geográfica de los 15 géneros más frecuentes propuestos en los Sistemas Agroforestales Maderables plantados con apoyo de la CONAFOR. Los puntos verdes indican la ubicación de al menos una de las especies del Cuadro 3.2., y las áreas en rojo corresponden a las áreas potenciales propuestas en este estudio. ... 46

Figura 3.2. Comparación entre las solicitudes para SAFM entre 1997 y 2012 con respecto las áreas potenciales de los Estados de Veracruz y Tabasco. 46

Figura 3.3. Agrupación de especies arbóreas de acuerdo a su distribución altitudinal. Las abreviaciones son las que corresponden al Cuadro 3.2. 49

Figura 3.4. Representación de cuatro grupos altitudinales de especies arbóreas para Sistemas Agroforestales Maderables. Los rangos y colores corresponden a los de la Figura 3.3. 51

Figura 3.5. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Café, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 53

Figura 3.6. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Cacao, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 53

Figura 3.7. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Maíz, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 54

Figura 3.8. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Frijol, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 54

Figura 3.9. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Avena, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 55

Figura 3.10. Distribución de áreas potenciales para Pastizal natural o inducido, con relación a los rangos altitudinales (msnm). 55

Figura 4.1. Documentos elaborados a partir de las investigaciones realizadas en Sistemas Agroforestales Maderables 59

Figura 4.2. Principales temas abordados en la investigación sobre Sistemas Agroforestales Maderables en México 60

Figura 4.3. Frecuencia de temas de investigación de los Sistemas Agroforestales Maderables, considerando medio de difusión. 61

Figura 4.4. Porcentaje de publicaciones por institución y revistas científicas. 62

Figura 5.1. Dificultades enfrentadas por los beneficiarios para el establecimiento de SAFM. 77

Figura 5.2. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores ambientales importantes para un establecimiento exitoso de un SAFM. 79

Figura 5.3. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores ambientales importantes para la aceptación de un SAFM por parte de los beneficiarios. 80

Figura 5.4. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores socioeconómicos importantes para un establecimiento exitoso de un SAFM.. 80

Figura 5.5. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores socioeconómicos importantes para la aceptación de un SAFM por parte de los beneficiarios. 81

1. Antecedentes y situación actual de los Sistemas Agroforestales en México

1.1. Introducción

La presión creciente de la población por nuevas tierras de cultivo y una mayor producción de alimentos, está obligando a reemplazar algunos sistemas de producción por otros más estables y productivos.

En la mayor parte del mundo, en uno u otro periodo de su historia, ha existido la práctica de cultivar árboles y cultivos agrícolas combinados íntimamente. Los ejemplos son numerosos (King, 1968; citado por King, 1987).

En América tropical, muchas sociedades han simulado condiciones forestales en sus propiedades agrícolas con la finalidad de obtener los efectos beneficiosos de las estructuras forestales. Los agricultores de América Central (incluyendo México), por ejemplo, han imitado la estructura y la diversidad de especies de los bosques tropicales, plantando una gran variedad de cultivos de diferentes hábitos de crecimiento combinados con especies de árboles (Wilken, 1977).

Estos ejemplos confirman la gran cobertura geográfica y los orígenes muy tempranos de estos sistemas que en la actualidad se conocen como Agroforestería o Sistemas Agroforestales (SAF). Es importante reconocer el hecho de que para los pioneros practicantes de estos sistemas, los árboles eran una parte integral de ellos, pero la razón principal era la producción de alimentos (King, 1987).

Los sistemas agroforestales o agrosilvicultura son términos que se usan extensamente para denominar la producción conjunta agrícola, forestal, frutal y ganadera, manteniendo siempre la idea de una explotación múltiple y estable.

Estos sistemas combinan la producción de cultivos agrícolas, frutales, productos forestales maderables y no maderables, pastos y animales, usando diferentes arreglos espaciales y temporales (Combe y Budowski, 1979).

Puede existir un número infinito de combinaciones agroforestales, yendo desde árboles aislados en huertos caseros o de traspatio, hasta verdaderas plantaciones maderables o frutales densas, combinadas con cultivos o pastizales en callejones.

En realidad se usan términos relativamente nuevos para denominar diferentes sistemas ancestrales de producción, en donde se combinan diferentes técnicas de producción alimenticia y de otras materias primas (Rodríguez-Osio y Fierros-González, 1989). Este tipo de sistemas han sido usados en muchas partes del mundo, sin que se hayan confinado a regiones en particular, aunque se consideran especialmente apropiados para optimizar el uso de la tierra en los trópicos (King y Chandler, 1978).

La Agroforestería había sido un tanto ignorada por la investigación a pesar de que ha existido todo el tiempo y ha jugado un papel de suma importancia en la vida de los pobladores rurales. Con excepción del sistema Taungya, se sabía muy poco acerca de la mayoría de los sistemas agroforestales, a pesar de que son sumamente productivos y estables (Budowski, 1981).

Sin embargo, a pesar de la antigüedad de algunas de estas prácticas, no fue sino hasta mediados de la década de 1970, que se les empezó a dedicar una mayor atención por parte de la comunidad académica y científica, para estudiarlos de una manera ordenada y sistematizada.

En 1978 se creó el Consejo Internacional para la Investigación en Sistemas Agroforestales (ICRAF, por sus siglas en Inglés), para promover la investigación agroforestal en países en desarrollo, como respuesta a un estudio visionario de John Bene, del Centro Internacional de Investigación y Desarrollo Canadiense (IDRC), en el cual se acuñó el término “Agroforestería” (Bene *et al.*, 1979; World Agroforestry Centre, 2013).

Las grandes líneas de acción definidas inicialmente por el ICRAF fueron:

- ✓ Servicios de documentación
- ✓ Árboles de multipropósito
- ✓ Árboles forrajeros
- ✓ Producción de leñas
- ✓ Estudios de suelos
- ✓ Educación y entrenamiento
- ✓ Agricultura migratoria
- ✓ Agroforestería en zonas áridas

- ✓ Agroforestería en sabanas abiertas, y
- ✓ Agroforestería en tierras tropicales altas

En 1991 el Consejo cambió su nombre a Centro Internacional para la Investigación en Sistemas Agroforestales, y desde 2002 es conocido como Centro Mundial de Agroforestería (WAC), aunque su nombre oficial sigue siendo ICRAF.

Budowski (1982; citado por Rodríguez-Osio y Fierros-González, 1989) realizó una revisión extensa de las ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales, que se resumen a continuación (otras fuentes se indican):

1.1.1. Ventajas de los Sistemas Agroforestales

1.1.1.1. *Aspectos biológicos*

- ✓ Mayor absorción de radiación solar
- ✓ Mejor aprovechamiento del espacio vertical
- ✓ Protección contra la precipitación torrencial
- ✓ Atenuación de los extremos de la temperatura
- ✓ Protección contra vientos fuertes
- ✓ Mayor reincorporación de biomasa al suelo
- ✓ Mayor reciclaje de nutrientes
- ✓ Mejoramiento de la estructura del suelo
- ✓ Mayor infiltración de humedad
- ✓ Mayor diversidad de especies (Valois y Chavelas, 1989; Gliessman, 1984)
- ✓ Control natural de malezas
- ✓ Regulación de poblaciones de insectos

1.1.1.2. *Aspectos económicos y sociales*

- ✓ Diversificación de la producción
- ✓ Producción constante (Valois y Chavelas, 1989)
- ✓ **"Ahorro"** disponible en los árboles
- ✓ Mitigación de catástrofes de monocultivos
- ✓ Reducción de costos de cultivos (deshierbes, fertilización, plaguicidas)
- ✓ Mejor distribución del trabajo durante el año
- ✓ Incremento en la suma de rendimientos

- ✓ Posibilidad de transición hacia sistemas de producción más estables
- ✓ Tienen su origen en agricultura tradicional y cultural (Valois y Chavelas, 1989)

1.1.2. Desventajas de los Sistemas Agroforestales

1.1.2.1. *Aspectos biológicos*

- ✓ Mayor competencia por luz, nutrientes, humedad y espacio
- ✓ Daño físico al cosechar los árboles
- ✓ Dificultad para la mecanización
- ✓ Mayores posibilidades de infecciones fúngicas
- ✓ Daños a la vegetación del sotobosque por goteo de gran energía cinética
- ✓ Posibilidad de daños alelopáticos

1.1.2.2. *Aspectos económicos y sociales*

- ✓ Posibilidad de tener rendimientos inferiores que en monocultivos
- ✓ Requerimiento alto de mano de obra
- ✓ Renuencia al establecimiento de árboles en áreas agropecuarias de alta productividad
- ✓ Escasez de personal capacitado en el manejo del sistema
- ✓ Poca experiencia en el manejo del sistema
- ✓ Problemas en la comercialización de muchos productos en pequeñas cantidades

1.2. Definición de los Sistemas Agroforestales

En la que probablemente sea una de las definiciones más antiguas de los SAF, Flinta (1960; citado por Combe y Budowski, 1979) se refiere a ellos como "plantaciones de árboles en asociación con cultivos agrícolas" que tienen como objetivo la producción simultanea espacial de productos forestales y cultivos anuales o perennes; incluye la posibilidad de producir forrajes dentro de las plantaciones forestales, pero no menciona el pastoreo en los bosques.

Bene y colaboradores (1979) propusieron por primera vez el término de Agroforestería (Agroforestry), definiéndolo como un sistema de manejo de tierras que, combinan cultivos agrícolas, árboles maderables, otras plantas forestales y/o animales, aplicando prácticas de manejo compatibles con la cultura de las poblaciones locales e introducen los conceptos de incremento a la producción total y de la combinación simultánea o escalonada de los elementos del sistema.

La Agroforestería es un sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos (incluyendo los arbóreos) con especies forestales y/o animales, en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie, y aplica prácticas de manejo compatibles con las prácticas culturales de la población local (King y Chandler, 1978). Significa, primordialmente una combinación de las prácticas forestales con la agricultura y/o pastoreo sobre la misma unidad de superficie (Von Maydell, 1978; citado por Heuveldop y Lagemann, 1984).

Actualmente, los SAF se consideran como "el conjunto de técnicas de manejo de tierras que implica la combinación simultanea o escalonada en tiempo y espacio de los árboles forestales con la ganadería y/o los cultivos". El objeto es optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio del rendimiento sostenido (Combe y Budowski, 1979).

También pueden definirse como "una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra, en las que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos en función del tiempo y el espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida" (Fassbender, 1993).

Los participantes de un seminario llegaron a la conclusión de que la Agroforestería, como uso de la tierra en los trópicos y subtrópicos, proporciona muchas oportunidades para promover el desarrollo rural y para lograr un mejoramiento duradero de la producción, al mismo tiempo que permite mantener el potencial productivo de los recursos naturales (Heuveldop y Lagemann, 1984).

Una extensa compilación de definiciones sobre los Sistemas Agroforestales (Agroforestería) fue elaborada por Ospina (2004a), conteniendo más de 40 definiciones y más de 30 referencias bibliográficas.

1.3. Clasificación y tipos de Sistemas Agroforestales

1.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Las combinaciones de cultivos agrícolas, pastizales y árboles forestales podría ser infinita, y en un inicio los diferentes SAF comenzaron a recibir una serie de nombres locales o eran bautizados por quienes los reconocían, estudiaban o diseñaban; así pues, algunos autores pensaron en la necesidad de desarrollar una clasificación que unificara los conceptos y las nomenclaturas. Así, como resultado, ahora existen muchas clasificaciones. En este apartado sólo se mencionaran dos de las más utilizadas y que hasta podrían considerarse equivalentes.

Una de las primeras clasificaciones fue expuesta por Combe y Budowski en 1979 y considera un primer nivel considerando los tipos de cultivos asociados (Figura 1.1.).

Figura 1.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales según los cultivos asociados. Modificada de Combe y Budowski (1979).

Un segundo nivel toma en cuenta la función principal del componente forestal (las funciones de este componente que ellos identificaron son: producción, protección y servicios; Cuadro 1.1.).

Cuadro 1.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales según la función del componente forestal. Modificado de Combe y Budowski (1979).

Sistemas Silvoagrícolas		Sistemas Silvopastoriles *	
Función principal **			
Producción	Protección y Servicios	Producción	Protección y Servicios
Agrosilvicultura (Método Taungya)	Cercos vivos (postes vivos)	Pastoreo en bosques	Cercos vivos (postes vivos)
Árboles de valor asociados a los cultivos	Barreras cortavientos	Pastoreo en las repoblaciones jóvenes	Barreras cortavientos
Árboles frutales asociados a los cultivos	Árboles de sombra en los cultivos	Árboles de valor asociados en los pastizales	Árboles de sombra en los pastizales
Piscicultura en los Manglares	Árboles para la conservación y el mejoramiento del suelo (del clima, del agua, y otros)	Árboles frutales asociados en los pastizales	Árboles para la conservación y el mejoramiento del suelo (del clima, del agua, y otros)
	Árboles rodeando estanques piscícolas	Árboles forrajeros	

* Los Sistemas Agrosilvopastoriles no se incluyen debido a que son mucho más complejos que los sistemas de dos componentes. El gran número de combinaciones posibles hace difícil su inclusión.

** Las técnicas están mencionadas según su función principal, aunque estas pueden ser múltiples y pueden variar con el tiempo.

Siempre será posible tener en una misma superficie varios tipos de componentes forestales con igual o distinta función. Ejemplo: cercos vivos y árboles de sombra en un pastizal; árboles de sombra y árboles de valor en un cultivo perenne o anual.

Otra clasificación muy detallada fue desarrollada por Nair (1985, 1993, 1997); (Cuadro 1.2.), basándose en el arreglo temporal y espacial de los componentes, la importancia y el papel de estos, así como los objetivos de producción y el escenario social y económico, de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ **Base estructural**: Incluye la distribución espacial, vertical y en el tiempo de los componentes del sistema.
- ✓ **Base funcional:** Se refiere a la función principal del sistema.

- ✓ **Base socioeconómica**: Es el nivel de insumos del sistema (de inversión; de comercialización).
- ✓ **Base ecológica**: Incluye a la condición ambiental y adaptabilidad ecológica del sistema.

Cuadro 1.2. Enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales. Modificado de Nair (1985, 1993, 1997).

Categorización de Sistemas (basada en su estructura y funciones)			Agrupación de los Sistemas (de acuerdo a su dispersión y manejo)	
Estructura (Naturaleza y arreglo de los componentes, especialmente los leñosos)		Función (Papel y/o producción de los componentes; especialmente los leñosos)	Adaptabilidad ambiental agroecológica	Nivel de manejo socioeconómico
Naturaleza de los componentes	Arreglo de los componentes			
Agrosilvicultura (Cultivos y árboles y arbustos)	En espacio (espacial) denso mixto (ej. huertos caseros)	*Función productiva*: • Alimento • Forraje	Sistemas en: Trópicos húmedos de tierras bajas	Basados en nivel de uso de insumos Uso bajo de insumos (marginal)
Silvopastoriles (pastos/animales y árboles)	Dispersos (ej. la mayoría de los sistemas de árboles en pasturas)	• Leña • Madera • Otros productos	Trópicos húmedos de tierras altas (arriba de 1,200 msnm)	Uso mediano de insumos Uso alto de insumos
Agrosilvopastoriles (cultivos, animales/pasturas, y árboles)	Franjas (anchura de la franja de más de un árbol)	*Función protectora* • Cortinas rompevientos	Trópicos subhúmedos de tierras bajas	Basados en la relación de beneficio-costo Comercial
Otros (parcelas de árboles de uso múltiple, apicultura con árboles, acuacultura con árboles)	Linderos (árboles en las orillas de las parcelas) En tiempo (temporal) • Coincidente • Concomitante • Sobrepuesto • Secuencial (separado) • Interpolado	• Cultivos de protección • Conservación del suelo • Conservación de la humedad • Mejoramiento del suelo • Sombra (para cultivos, animales o el hombre)	Trópicos subhúmedos de tierras altas	Intermedio De subsistencia

El mismo autor también presentó esta clasificación en forma simplificada en la Figura 1.2.

Existen muchas otras clasificaciones, pero no es motivo de este estudio describirlas a todas, pues además, seguramente que los conceptos y sistemas serían muy similares y sólo habría ligeras variaciones semánticas, como es el caso de Ospina (2004) y Palomeque (2009), entre otras.

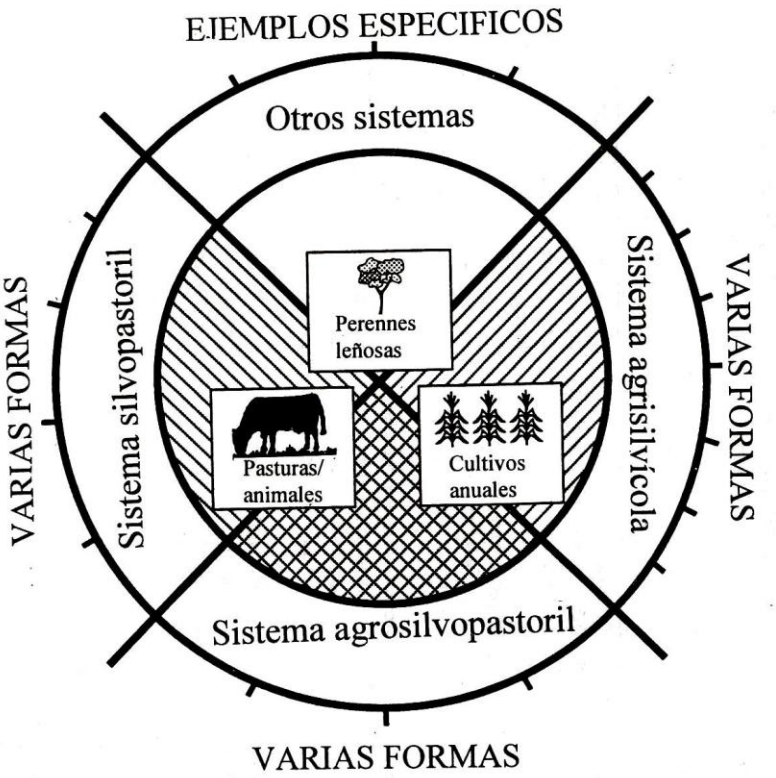


Figura 1.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales de acuerdo al tipo de sus componentes. Agrisilvicola: cultivos (incluyendo arbustos/enredaderas) y árboles. Silvopastoril: pasturas/animales y árboles. Agrosilvopastoril: cultivos, pasturas/animales y árboles. Nair (1993, 1997).

1.3.2. Tipos de Sistemas Agroforestales

En la literatura agroforestal los conceptos de "sistemas" y "prácticas" se usan indistintamente con mucha frecuencia. La diferencia realmente puede ser sutil y por sistema podríamos considerar a una forma generalizada de un tipo de combinación de componentes y una práctica sería un arreglo especial de componentes en espacio y tiempo; estas últimas en ocasiones tienen nombres propios característicos como Sistema Taungya o Huertos Caseros.

En este contexto a los "sistemas" se les llama "sistemas generales" y a las "prácticas" se denominan "sistemas derivados". En la literatura se han descrito cientos de sistemas derivados, pero casi todos pueden enmarcarse en 18 prácticas agroforestales distintas. Estos sistemas derivados se presentan en el Cuadro 1.3. y se describen brevemente más adelante:

Cuadro 1.3. Características de los principales Sistemas Agroforestales derivados. Modificado de Nair (1993, 1997).

Sistema agroforestal derivado	Breve descripción (arreglo de los componentes)	Grupo mayor de componentes	Adaptabilidad agroecológica
Sistemas agrosilvícolas (cultivos -incluyendo arbustos/enredaderas/cultivos de árboles-árboles)			
(1) Barbecho mejorado	Se dejan especies leñosas para que crezcan durante la "fase de barbecho" (de descanso)"	l: de rápido crecimiento, de preferencia leguminosas h: cultivos agrícolas comunes	En áreas de agricultura migratoria
(2) Taungya	Conjuntos combinados de especies leñosas y agrícolas durante las primeras etapas del establecimiento de las plantaciones con árboles	l: especies forestales h: cultivos agrícolas comunes	Todas las regiones ecológicas. Es posible mejorar las prácticas
(3) Cultivos en callejones	Especies leñosas en líneas y especies agrícolas en callejones entre las líneas; el arreglo de los árboles puede ser en grupos o en franjas	l: de rápido crecimiento; leguminosas que rebrotan vigorosamente h: cultivos agrícolas comunes	De subhúmedas a áreas húmedas con una gran presión poblacional y suelo frágil (productivo pero fácilmente degradable)
(4) Jardines multiestratos	Asociaciones densas de plantas en multiestratos multiespecíficos, con ningún arreglo organizado de plantación	l: diferentes componentes leñosos de formas y hábitos de crecimiento variados h: especies y cultivos tolerantes a la sombra	Áreas con suelos fértiles, buena disponibilidad de mano de obra y alta presión de población
(5) Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos	Árboles dispersos al azar o de acuerdo a modelos sistemáticos sobre bancos, diques, terrazas a o límites de parcelas de cultivos	l: árboles de uso múltiple y árboles frutales h: cultivos agrícolas comunes	En todas las regiones ecológicas, especialmente en áreas de agricultura de subsistencia; comúnmente se incluyen animales
(6) Combinaciones de cultivos perennes y plantaciones de árboles	(i) Mezcla (mixta, densa) integrada de multiestratos de cultivos y plantación. (ii) Mezclas de cultivos y plantación en arreglos alternos u otros regulares. (iii) Árboles de sombra para cultivos; árboles de sombra dispersos. (iv) Árboles intercalados con cultivos agrícolas	l: plantaciones de árboles agrícolas como hule, café, cacao, coco y otros, árboles frutales, especialmente en (i); especies para leña/forraje, especialmente en (iii) h: presentes en (iv) y eventualmente en (i); especies tolerantes a la sombra	En tierras bajas húmedas o altas tropicales húmedas y subhúmedas (dependiendo de los árboles agrícolas); generalmente en sistemas de pequeñas propiedades de subsistencia
(7) Huertos caseros	Combinaciones de árboles en multiestratos, intercalados con cultivos agrícolas alrededor de las viviendas	l: predominancia de árboles frutales; otras especies leñosas, enredaderas y otras h: especies agrícolas tolerantes a la sombra	En todas las regiones ecológicas, especialmente en áreas de alta densidad de población
(8) Árboles para conservación y recuperación de suelos	Árboles en bancos, diques o terrazas, con franjas de pastos	l: árboles de uso múltiple y/o frutales h: especies agrícolas comunes	En áreas con pendiente, especialmente tierras altas, para recuperación de suelos degradados, ácidos, alcalinos y estabilización de dunas de arena
(9) Cinturones de protección y rompe vientos; setos vivos	Árboles alrededor de parcelas agrícolas	l: combinación de árboles altos de crecimiento desplegado h: cultivos agrícolas de la localidad	En áreas con exposición al viento
(10) Áreas de producción de leña	Especies para leña alrededor de parcelas agrícolas	l: Especies para leña h: cultivos agrícolas de la localidad	En todas las regiones ecológicas

Nota: l: leñoso, h: herbáceo, f: forraje para pastoreo y a: animales

Cuadro 1.3. Características de los principales Sistemas Agroforestales… continuación

Sistema agroforestal derivado	Breve descripción (arreglo de los componentes)	Grupo mayor de componentes	Adaptabilidad agroecológica
Sistemas silvopastoriles (árboles + pasturas y/o animales)			
(11) Árboles en pastizales	Arboles dispersos irregularmente o con arreglos especiales en pastizales	l: de usos múltiples de valor forrajero f: presente a: presente	En áreas de pastoreo extensivo
(12) Bancos de proteínas	Producción de forraje rico en proteína	l: árboles forrajeros leguminosos h: presente f: presente	Generalmente en áreas con alta relación persona : tierra de cultivo
(13) Plantaciones con pastos y animales	Árboles dispuestos irregularmente o en diseños, en pasturas de pastoreo	l: plantaciones y árboles agrícolas f: presente a: presente	En áreas con menor presión sobre tierra de cultivos y plantaciones
Sistemas agrosilvopastoriles (árboles + cultivos + pasturas y/o animales)			
(14) Huertos caseros con animales	Combinaciones densas de árboles en multiestratos con cultivos y animales, alrededor de las viviendas	l: predominio de árboles frutales; también otras especies leñosas a: presente	En todas las regiones ecológicas con alta densidad de población
(15) Setos leñosos de usos múltiples	Setos leñosos para ramoneo, conservación de suelos y/o otros usos	l: arbustos y árboles forrajeros de rápido crecimiento h: cultivos agrícolas comunes	Áreas húmedas y subhúmedas con terrenos montañosos y en pendientes
(16) Apicultura con árboles	Árboles para la producción de miel	l: producción de miel (otros componentes pueden estar presentes	Dependiendo de la posibilidad de la apicultura
(17) Acuaforestería	Árboles alrededor de estanques; el follaje se usa como forraje para los peces	l: árboles y arbustos preferidos por los peces (otros componentes pueden estar presentes)	Tierras bajas
(18) Bosquetes de usos múltiples	Bosquetes para varios propósitos, madera, forraje, protección y recuperación de suelo y otros usos	l: especies de usos múltiples (otros componentes pueden estar presentes)	Varios

Nota: l: leñoso, h: herbáceo, f: forraje para pastoreo y a: animales

1.3.3. Descripción de los principales Sistemas Agroforestales

Enseguida se describen muy brevemente los sistemas agroforestales más importantes que incluyen el uso de árboles maderables, de los que se caracterizan en el Cuadro 1.3.; se conserva el mismo número que los distingue en el cuadro.

1) Barbechos mejorados

En México también podrían denominarse acahuales mejorados o enriquecidos. Generalmente se combinan con la agricultura migratoria (o de roza tumba y quema); en este caso no se cortan todos los árboles leñosos útiles de rápido crecimiento, dejando

algunos de diferentes tamaños, de preferencia leguminosas, para facilitar una regeneración rápida.

Durante la etapa de cultivos agrícolas se favorece o suplementa la regeneración de especies arbóreas útiles. Los cultivos agrícolas se continúan mientras la sombra de los árboles permita su desarrollo. Conforme avanza el ciclo de acahual, pueden usarse cultivos agrícolas más tolerantes a la sombra.

La duración de las fases de cultivo y de barbecho (o descanso) fluctúa, dependiendo de la calidad de suelo y del clima, pero la fase de descanso agrícola es más larga. El suelo va recuperando su fertilidad a través de la acción regeneradora de la vegetación leñosa.

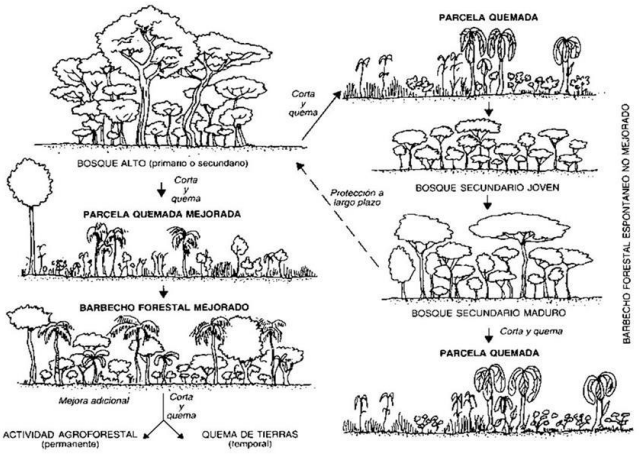


Figura 1.3. Proceso de un barbecho o acahual mejorado a la izquierda y uno normal a la derecha. Ramírez y Agudelo (sf).

Figura 1.4. Acahual mejorado con árboles. Olmos (sf).

2) Sistema Taungya

Su nombre significa “cultivo en colina”; consiste en sembrar cultivos agrícolas junto con especies forestales, durante los primeros años del establecimiento de la plantación forestal.

Los cuidados a los cultivos agrícolas también ayudan al desarrollo de los árboles. Los cultivos agrícolas se mantienen mientras el dosel de los árboles permite su crecimiento. En las etapas avanzadas también es conveniente usar cultivos agrícolas más tolerantes a la sombra.

Figura 1.5. Sistema Taungya: cedro blanco/maíz. Córdoba, Veracruz. Musálem (2007).

Figura 1.6. Sistema Taungya: cedro rojo/maíz. Córdoba, Veracruz. Musálem (2006).

3) Cultivos en callejones

Los cultivos agrícolas herbáceos crecen entre hileras de árboles o arbustos maderables; estos últimos son podados fuertemente para impedir que proyecten demasiada sombra a los cultivos.

Los árboles y arbustos pueden estar en una o varias hileras con diferentes densidades y los callejones de cultivos agrícolas pueden ser de diferente amplitud.

Figura 1.7. Cultivo en callejones: maíz/*Leucaena* sp. Musálem (2007).

Figura 1.8. Cultivo en callejones: maíz/*Leucaena* en Kenia. Mendieta y Rocha (2007).

4) Jardines multiestratos

Son asociaciones de plantas en arreglos no organizados de estratos múltiples. Generalmente el componente "agrícola" está representado por plantas herbáceas y trepadoras tolerantes a la sombra (ver Figura 1.22.).

5) Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos

Árboles dispersos o agrupados ubicados al azar o con modelos sistemáticos en terrenos con cultivos agrícolas.

Los árboles generalmente son de uso múltiple.

Figura 1.9. Árboles en cultivos agrícolas: *Faidherbia albida* (*Acacia albida*) /maíz. Buendia (2007).

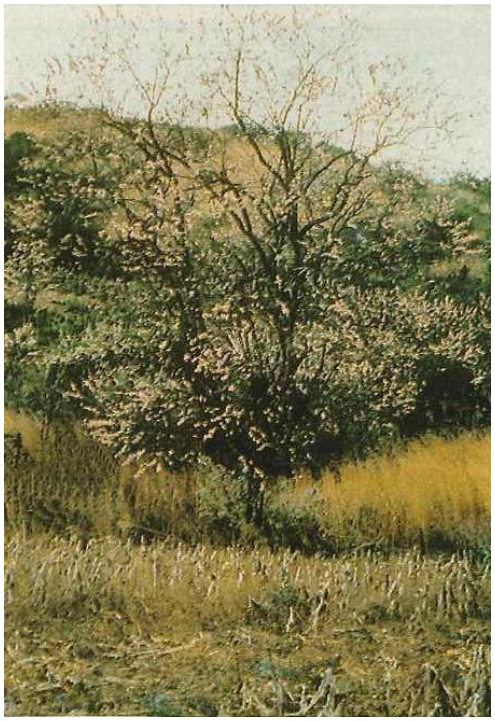


Figura 1.10. Árboles en cultivos agrícolas: *Gliricidia sepium*/maíz. Arias (1994).

6) Combinaciones de cultivos perennes y plantaciones de árboles

Plantaciones de cultivos agrícolas perennes como el hule, el café, el cacao y los cocoteros y otros como: té, marañón y pimienta, combinados con árboles forestales, que pueden o servir de sombra para los cultivos agrícolas perennes.

El sistema puede incluir a los componentes mezclados sin patrón o en forma sistemática y generalmente formando varios estratos verticales.

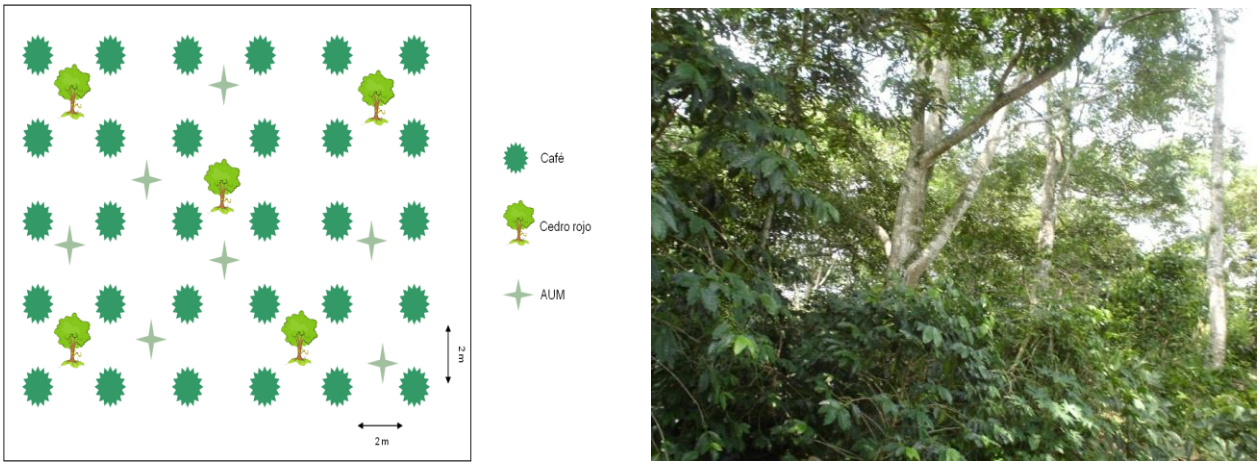


Figura 1.11. Cultivo perenne (café) combinado con Cedro rojo y otros árboles de uso múltiple (AUM). García Cruz (2010).

7) Huertos caseros

Combinación que incluye plantas herbáceas, árboles, arbustos y enredaderas, cultivadas dentro o en predios adyacentes a la finca o al área habitacional. Casi siempre se incluyen diferentes tipos de animales.

Son cultivados por los miembros de la familia y los productos son principalmente para el autoconsumo.

Figura 1.12. Huerto casero. Musálem (2006).

Figura 1.13. Huerto casero. Petit (2007).

9. Cinturones de protección y rompe vientos

Árboles plantados en hileras sencillas o múltiples en los linderos y dentro de terrenos con cultivos agrícolas o pastizales.

La función principal de los árboles es la de reducir la velocidad del viento; la cantidad de líneas, su estructura y separación entre ellas depende principalmente de dicha velocidad y de su dirección dominante.

Figura. 1.14. Cortinas rompe vientos. Univ. of Missouri, 2006.

Figura. 1.15. Cortinas rompe vientos en Dakota. Wikimedia Commons, 2013 (1997. USDA Natural Res. Conserv. Serv.).

11. Árboles en pastizales

Los pastos cultivados crecen entre hileras de árboles o arbustos maderables; estos últimos son podados para impedir que proyecten demasiada sombra.

Los árboles y arbustos pueden estar en una o varias hileras con diferentes densidades y los callejones de pastos pueden ser de diferente amplitud.

Los pastos son principalmente para corte, pero también puede introducirse ganado de diferentes tipos para pastorear.

Figura 1.16. Árboles en hileras con pastos en los callejones, para corte y con pastoreo. Petit, 2005.

13) Plantaciones de árboles con pastos y animales

Árboles dispersos o en grupos, plantados con o sin un arreglo específico dentro de pastizales cultivados para corte o pastoreo.

Los árboles también pueden haber sido retenidos de una formación natural anterior o protegidos después de haberse regenerado en forma natural.

Figura 1.17. Árboles con pasto. Musálem (2006).

Figura 1.18. Árboles con pasto y animales. Musálem (2006).

1.4. Los Sistemas Agroforestales en México

1.4.1. Antecedentes

1.4.1.1. *Antecedentes prehispánicos*

Existen evidencias en diferentes partes del país sobre el uso de técnicas tradicionales de producción de alimentos combinadas con el usos de árboles de multipropósito, como las chinampas en el Valle de México y los huertos familiares en Yucatán, sin embargo son muy poco conocidos los mecanismos e interacciones agroecológicas que se generaban y aprovechaban con su uso (Peñaloza, 1989; Prefacio del Simposio Agroforestal-UANL).

Los habitantes de las zonas rurales del trópico han manejado este tipo de agroecosistemas por siglos, manteniendo cosechas constantes usando prácticas y actividades de manejo que permiten optimizar la productividad a largo plazo, en lugar de maximizarla en el corto plazo (Gliessman, 1984).

1.4.1.2. *Estudio de los Sistemas Agroforestales en México*

El interés en el estudio de estos sistemas de producción diversificada posiblemente se remonte a 1979, cuando en Villahermosa , Tabasco se realizó una reunión internacional denominada “Seminario de Trabajo sobre Estrategias de Uso del Suelo y sus Recursos por las Culturas Mesoamericanas”, patrocinado por CONACYT-México y la NSF-EUA (Peñaloza, 1989; Prefacio Simposio Agroforestal-UANL).

Varios SAF utilizados en el país fueron descritos brevemente por Wilken en 1977; dentro de ellos puede mencionarse a:

- ✓ Campos de Maíz (*Zea mays*) y otros cultivos en los cuales se mantienen rodales de Mezquite (*Prosopis* spp.), Guaje (*Leucaena esculenta*) y Guamuchil (*Pithecellobium* spp.). La densidad de los rodales es variable, desde unos pocos árboles hasta verdaderos bosquetes con cultivos bajo ellos (Oaxaca y Puebla; Figura 1.19.).
- ✓ Fincas de Café (*Coffea arabica*.), con sombra de Plátano (*Musa* spp.) en un primer estrato y otro superior formado por varias especies (Veracruz; Figura 1.20.).

- ✓ Cortinas rompe vientos de Sauce (*Salix babylónica*) a lo largo de canales de drenaje, con cultivos agrícolas en los callejones, que también sirven de soporte a cultivos de hábito de enredadera como el Chayote (*Sechium edule*) (Tlaxcala; Figura 1.21.)
- ✓ Jardines de traspatio con estratos múltiples imitando la estructura y la diversidad del bosque tropical, mezclados con varios cultivos de diferentes hábitos de crecimiento como: plantas altas, Coco (*Cocos nucifera*) o Papaya (*Carica papaya*); arbustos, Plátano o Cítricos (*Citrus* spp.); anuales, Maíz o Frijol (*Phaseolus vulgaris*); enredaderas, Calabacita (*Cucurbita* spp.) (Tabasco; Figura 1.22.).

Figura 1.19. Árboles de Mezquite en un campo de Maíz en Tehuacán, Puebla (Wilken, 1977).

Figura 1.20. Finca de Café con estratos de árboles de sombra y Plátano en Veracruz (Wilken, 1977).

Figura 1.21. Árboles bordeando campos drenados en Tlaxcala (Wilken, 1977).

Figura 1.22. Jardín mixto de varios estratos. Todas las plantas y árboles tienen uso (Wilken, 1977).

En 1977, en el Campo Experimental Forestal "San Felipe Bacalar", en Quintana Roo, investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) iniciaron el estudio de lo que denominaron: "unidad agrosilvícola de producción sostenida y multidimensional" (Chavelas, 1979 y 1979a; Valois y Chavelas, 1989).

En este módulo se pretendía encontrar alternativas productivas que integraran el uso del suelo en forma vertical y horizontal y cuyo uso fuera de interés económico y social. Incluía especies forestales nativas e introducidas como: Caoba y Cedro (*Swietenia macrophylla; Cedrela odorata*) y Melina y Teca (*Gmelina arbórea*; *Tectona grandis*); especies frutales como: Zapote, Naranja y Aguacate (*Manilkara zapota, Citrus* sp. y *Persea americana*); especies forrajeras como: Zacate guinea, Guaje y Ramón (*Panicum maximun, Leucaena esculenta*. y *Brosimum alicastrum*).

Posteriormente, en 1981 en Campeche y Quintana Roo se realizó un "Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales Tradicionales, organizado por CATIE/UNU (Peñaloza, 1989).

En 1981, Gliessman (1984, 1984a) estudió las prácticas pre-Colombinas conocidas como: manejo de acahuales después de la agricultura migratoria (roza, tumba y quema), con diferentes mezclas de árboles y cultivos anuales, como maíz, frijol, calabacita, Arroz (*Oryza sativa*), Yuca y Malanga (*Manihot esculenta* y *Colocasia esculenta*) y perennes como (*Schizolobiun deernigianum*), (*Canavalia ensiforrmis*) y Charamusco (*Magnolia angustifolia*), y huertos o jardines familiares con alta diversidad de especies, muy parecidos a un sistema natural.

La fijación de nitrógeno en plantaciones de Café (*Coffea* spp.) bajo sombra del Cuajinicul (*Inga* spp.*)* fue descrita por Roskoski (1982; citado por Budowski, 1987).

El uso de cercas vivas (postes vivos) fue reportado para México por Budowski en 1987, usando especies como: Cocohíte o Cacahuananche (*Gliricidia sepium*), Chaka o Palo mulato (*Bursera simarouba*), Piñon (*Jatropha curcas*) y Yuca (*Yucca elephantipes*), entre otras.

Finalmente, esta etapa inicial de interés se complementó en 1989 con la realización del Simposio Agroforestal en México, en Linares, Nuevo León, en el cual participaron profesionales, académicos e investigadores de ocho países y se

presentaron casi 60 ponencias sobre resultados de investigaciones, ensayos piloto y esquemas de análisis de sistemas de aprovechamiento diversificado de los recursos naturales renovables (UANL, 1989).

En el Capítulo 4 de este estudio, se hace un análisis específico de los temas abordados en la profusa literatura sobre estudios e investigaciones realizadas sobre este tema en México en los últimos años.

1.4.2. Desarrollo de los Sistemas Agroforestales en México

En general, puede decirse que no ha habido un gran desarrollo de los sistemas agroforestales en México. Las prácticas que se han estudiado y/o descrito, más bien son aquellas que en forma ancestral o intuitiva han sido desarrolladas y practicadas por los pequeños productores agrícolas del país, en su afán de hacer un uso más exhaustivo de sus tierras.

Realmente ha habido poco interés por las instituciones del campo para promover específicamente el desarrollo e implantación formal de este tipo de sistemas en el agro mexicano. El único esfuerzo consistente, es el que ha realizado la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), quien ha apoyado este tipo de actividades desde el año 2000, lo cual se describe más adelante.

Las modalidades agroforestales más importantes y frecuentes se observan en la Península de Yucatán y a lo largo de los litorales del Golfo de México y el Océano Pacífico y se establecen en superficies muy pequeñas (Caballero Deloya, 1989).

Las técnicas que se emplean son más bien rudimentarias, con eficiencia muy limitada y con nula o escasa asistencia técnica, por lo que en esta actividad existe un área de mejora importante para incrementar la producción y la productividad agrícola, ganadera y forestal, y estabilizar el uso de las tierras agropecuarias del país.

Desde 1989 se han seguido realizando muchos Simposios y Congresos agroforestales y agrosilvopastoriles y forestales genéricos (UANL, 1989; Palma y Sanginés, 2008; CP, 2012 y Fundación Produce Michoacán, 2009; entre otros), en los que se han publicado innumerables trabajos y reportes sobre el tema. También existen tesis de licenciatura y de grado, y artículos en revistas informativas y científicas, varios

de los cuales se citan en este capítulo y se describen en el Capítulo 4, sobre la investigación reciente que se ha realizado sobre el tema.

Sin embargo, puede mencionarse la mayoría de las publicaciones se refieren a investigaciones a escala pequeña o piloto, y a la descripción de sistemas agroforestales que los productores han diseñado en forma espontánea, y que poco se ha hecho por desarrollar este tipo de tecnologías a gran escala.

1.4.3. Actualidad de los Sistemas Agroforestales Maderables en México

1.4.3.1. *Sistemas más utilizados*

De acuerdo con parte de la literatura analizada (Wilken, 1977; Gliessman, 1984 y 1984a; Budowski, 1987; Domínguez y Sánchez, 1989; Musálem, 2002; Santoyo, 2004; Gutiérrez, 2006; Bautista, 2009; García, 2010), los sistemas agroforestales (SAF) más utilizados en México son:

- ✓ Huertos caseros o familiares,
- ✓ Acahuales o barbechos mejorados,
- ✓ Cercos vivos (postes vivos),
- ✓ Árboles de sombra en plantaciones agrícolas (café, cacao, frutales, maíz y otras),
- ✓ Cultivos en callejones,
- ✓ Pastizales de callejones (para corte y/o pastoreo)
- ✓ Cortinas rompevientos

1.4.3.2. *Evolución de los apoyos a los Sistemas Agroforestales Maderables*

Desde el año 2000, la CONAFOR incluyó el apoyo para el establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales (SAF) dentro del apartado de plantaciones forestales comerciales (PFC). Este apoyo se ha mantenido constante hasta el presente, aunque ha ido cambiando de nombres a través de los años (información directa de la Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales, 2013).

Sin embargo, de 2000 a 2010, la clasificación de las PFC que se apoyaban como SAF, se basaba únicamente en la densidad de plantación (600 plantas/ha), y no se especificaba el tipo de componente agrícola o pecuario que se desarrollaría en combinación con el sistema de producción forestal (CONAFOR, 2012).

A partir del 2011, las Reglas de Operación se modificaron, para solicitar que se especificara que componentes agrícolas o pecuarios se incluirían en el sistema, para que se desarrollaran los SAF como tales, exigiendo que en la verificación se constatara el cumplimiento de la propuesta.

1.4.3.3. *Superficie plantada de Sistemas Agroforestales Maderables apoyados*

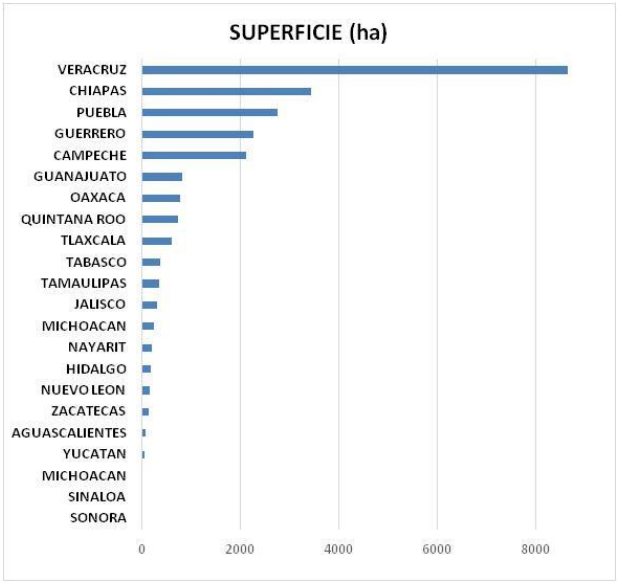
Durante el período 2000-2010 se asignaron apoyos para establecimiento y mantenimiento de plantaciones agroforestales por $504, 491,132.38, para establecer una superficie de 83,171.52 hectáreas. De lo anterior se han pagado recursos por $123, 541,010.49, para una superficie establecida de 23,171.52 hectáreas (CONAFOR, 2012).

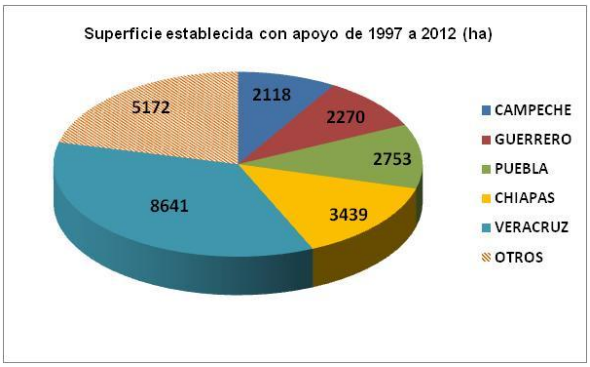
La información referente a la superficie reportada como establecida bajo el esquema debe tomarse con reserva, ya que se desconoce si efectivamente fueron establecidas siguiendo los principios de la Agroforestería.

Para el período 2011-2012 se asignaron recursos por $26,578,800.00 para establecer 3,852 hectáreas. A mayo de 2012 se habían pagado recursos por $1, 255,800.00, para una superficie establecida de 182 hectáreas (CONAFOR, 2012).

La superficie plantada con relación a la asignada es muy pequeña, aun cuando en el país existen grandes superficies agrícolas y ganaderas, con condiciones propicias para el establecimiento de SAF´s (CONAFOR, 2012).

La distribución de la superficie establecida por estados, durante el periodo de 2000 a 2012 puede observarse en la Figura 1.23.





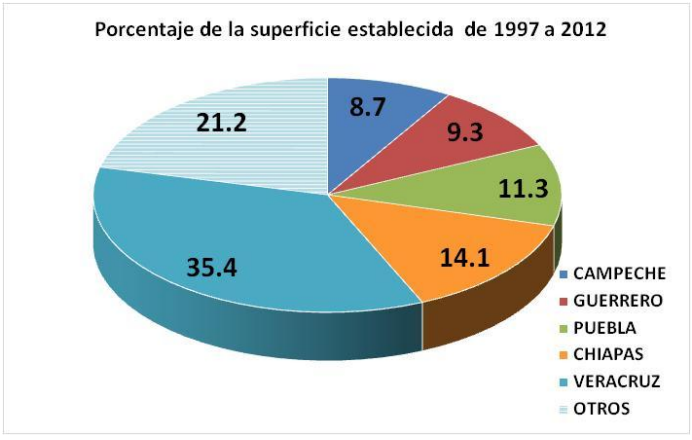


Figura 1.23. Superficie de Sistemas Agroforestales Maderables establecida por estado con apoyo de CONAFOR (2000-2012).

1.5. Propuesta de Sistemas Agroforestales Maderables más apropiados para México (SAFM)

De los 18 SAF derivados que se describen en el Cuadro 1.3. de este mismo capítulo, se seleccionaron cinco sistemas; dos de ellos conjuntados en uno solo, tomando en cuenta la importancia del componente arbóreo maderable, los cuales se describen en el Cuadro 1.4.

Lo anterior en concordancia con el resto del estudio, en donde se plantea que el apoyo al desarrollo de los SAFM se lleve a cabo considerando que estos se establezcan en buenas condiciones agroecológicas y con árboles maderables de rápido crecimiento, para asegurar al máximo el éxito ecológico y financiero para los productores interesados y se evite la dispersión exagerada de los apoyos.

Cuadro 1.4. Principales características de los Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM) seleccionados para incluirse en este estudio.

Denominación del Sistema	Principales características del sistema
1. Taungya (2)	✓ Combinación temporal de árboles maderables con cultivos agrícolas ✓ Los árboles se establecen con una distribución uniforme ✓ Los cultivos agrícolas se establecen mientras la sombra de los árboles permiten que tengan un rendimiento aceptable ✓ La tolerancia a la sombra de los cultivos agrícolas puede aumentarse en forma progresiva
2. Cultivos en callejones (3 y 11)	✓ Combinación permanente de cultivos o pastizales en callejones ✓ Los árboles maderables pueden estar en líneas o franjas de diferentes tamaños ✓ Los callejones de cultivos o pastizales pueden variar de tamaño ✓ Los pastizales pueden ser de corte o pastoreo
3. Combinaciones de cultivos agrícolas perennes y árboles (6)	✓ Combinación permanente de cultivos agrícolas y árboles maderables que pueden o no servir de sombra para los primeros ✓ Los árboles agrícolas pueden ser: hule, café, cacao y coco; entre otros
4. Plantaciones de árboles con pastos y animales (13)	✓ Combinación permanente de árboles maderables de sombra dispersos en pastizales con pastoreo de animales

Nota: Los números entre paréntesis corresponden a los que identifican a los Sistemas Agroforestales derivados en el Cuadro 1.3.

1.6. Literatura citada

Arias, R. 1994. Árboles nativos de uso múltiple utilizados por pequeños productores de Guatemala. Comunicación Técnica. 6 p.

Bautista Tolentino, M. 2009. Sistemas agro y silvopastoriles en El Limón, Municipio Paso de Ovejas, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. 70 p.

Bene, J. G., Beall, H. W. y Côté, A. 1977. Trees, food, and people: land management in the tropics. Ottawa. IDCR. 52 p.

Budowski, G. 1981. Los sistemas agroforestales en Centroamérica. En: Heuveldop, J. y Lagenmann, J. (eds.). 1984. Agroforestería. Seminario. Actas. Turrialba, Costa Rica. 23 de Febrero-3 de Marzo de 1981. pp. 15-24.

Budowski, G. 1987. The development of agroforestry in Central America. En: Steppler, H. A. y Nair, P. K. R. (eds.). 1987. Agroforestry: a decade of development. ICRAF, Nairobi, Kenya. pp. 69-88.

Buendía Nieto, A. 2007. Cultivo en callejones. Presentación en pdf. 43 p.

Caballero Deloya, M. 1989. Los sistemas agroforestales en México; su situación actual y oportunidades. En: Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16 de Nov. de 1989. Memorias, Tomo 1. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. pp. 2-21.

Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. 2012. VI Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles: "Hacia una Ganadería Sustentable". Veracruz 11-14 de Julio de 2012. Programa. 14 p.

Chavelas Polito, J. 1979. Módulo de uso múltiple del suelo en regiones tropicales (Agrosilvicultura). Ciencia Forestal en México 4(19). 14p.

Chavelas Polito, J. 1979a. Módulo de uso múltiple del suelo en regiones tropicales (Agrosilvicultura). En: Gonzalo De las Salas (ed.). Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica. 26-30 Mar. de 1979. Actas. CATIE-UNU. pp. 82-86.

Combe, J, y Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revisión de literatura. En: Gonzalo De las Salas (ed.). Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica. 26-30 Mar. de 1979. Actas. CATIE-UNU. pp. 17-48.

Domínguez Álvarez, F. A. y Sánchez Vélez, A. 1989. Los Sistema Agroforestales en México: un ensayo de integración de cuatro técnicas empleadas. En: Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16 de Nov. de 1989. Memorias, Tomo 1. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. pp. 22-36.

Fassbender, H. W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2ª. ed. CATIE-GTZ, Turrialba Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 29. 530 p.

Fundación Produce Michoacán. 2009. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. 3-5 Nov./2009. Memorias. 261 p.

García Cruz, Y. B. 2010. Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, Municipio de Atzalan, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. DICIFO-UACH, Chapingo, México. 199 p.

Gliessman, S. R. 1884. Los huertos familiares como sistemas agroforestales en trópico húmedo de México. En: Beer, J. W. y Somarriba (eds.). Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. Actas del Curso. Tabasco, Campeche y Quintana Roo, México. 30 de Nov. a 10 de Dic. de 1981. pp. 76-80.

Gliessman, S. R. 1884a. Agroecositemas tradicionales en la zona tropical húmeda de México. En: Beer, J. W. y Somarriba (eds.). Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. Actas del Curso. Tabasco, Campeche y Quintana Roo, México. 30 de Nov. a 10 de Dic. de 1981. pp. 81-83.

Gutérrez Ramírez, Y. 2006. Sistemas agroforestales en México. Tesis Ingeniero Forestal. División de Ciencias Forestales-UACH, Chapingo, México. 197 p.

Heuveldop, J. y Lagenmann, J. (eds.). 1984. Agroforestería. Seminario. Actas. Turrialba, Costa Rica. 23 de Febrero-3 de Marzo de 1981. 112 p.

King, K. F. S. y Chandler, M. T. 1978. The wasted lands; the programme of work of ICRAF. ICRAF, Nairobi, Kenya. 35 p.

King, K. F. S. 1987. The history of agroforestry. En: Steppler, H. A. y Nair, P. K. R. (eds.). 1987. Agroforestry: a Decade of development. ICRAF, Nairobi, Kenya. pp. 3-11.

Mendieta López, M. y Rocha Molina, L. R. 2007. Sistemas agroforestales. Univ. Nal. Agraria. Mangua, Nicaragua. 115 p.

Musálem, M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2):91-100.

Musálem, M. A. 2006. Sistemas agroforestales: definición, importancia y aplicaciones. Presentación en PowerPoint. 73 p.

Musálem, M. A. 2007. Sistemas agrosilvopastoriles. UACH-INIFAP. Chapingo, México. 316 p.

Nair, P. K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. Agroforestry Systems 3(2):97-128.

Nair, P. K. R. 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer-ICRAF, Dordrecht. pp. 21-158.

Nair, P. K. R. 1997. Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 21-180.

Olmos Casanova, D. sf. Sistemas agrosilvopastoriles. Presentación en PowerPoint. 61 p.
http://www.slideshare.net/dirseo/sistemas-agrosilvopastoriles

Ospina Ante, A. 2004. Propuesta metodológica de clasificación agroforestal. Cali, Colombia. Manuscrito. 12 p.
http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/agroforesteria/clasificacionagroforestal.pdf

Ospina Ante, A. 2004a Compilación de Definiciones de Agroforestería. Cali, Colombia. Manuscrito. 11 p.
http://www.ecovivero.org/definiconesagroforesteria.pdf

Palma García, J. M. y Sanginés García, L. 2008. IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles: "Estrategias Ambientalmente Amigables". 12-16 de Mayo/2008. Colima, México. 415 p.

Palomeque Figueroa, E. 2009. Sistemas agroforestales. Huehuetán, Chiapas. 29 p.

Peñaloza, R. 1989. Sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. En: Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16 de Nov. de 1989. Memorias, Tomo 1 y 2. Prefacio. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales.

Petit, J. 2005. Agroforestería. Presentación en pdf. 61 p.

Petit, J. 2005. Clasificación de sistemas agroforestales: prácticas y tecnologías agroforestales. Presentación en pdf. 111 p.

Ramírez, L. P. y Agudelo, E. sf. Barbechos. Presentación en PowerPoint. 19 p.
http://linapolar.wikispaces.com/file/view/barbechos+mejor.pptx

Rodríguez-Osio, A. y Fierros González, A. M. 1989. Los sistemas agroforestales como una alternativa para el trópico húmedo mexicano. En: Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16/Nov. de 1989. Memorias, Tomo 1. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. pp. 37-51.

Santoyo Carrillo, R. 2004. Sistema agroforestal huerto familiar en Santiago Miahuatlán, Puebla. Tesis Ingeniero Forestal con orientación en Silvicultura. División de Ciencias Forestales-UACH, Chapingo, México. 113 p

Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencia Forestales. Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16 de Nov. de 1989. Memorias, Tomos 1 y 2. 800 p.

University of Missouri Center for Agroforestry. 2006. Training manual for applied agroforestry practices. Columbia, Mo. EUA. p. 99.

Valois Figueroa, J. L. y Chavelas Polito, J. 1989. Establecimiento de módulos de uso múltiple en Quintana Roo. En: Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León, 14-16 de Nov. de 1989. Memorias, Tomo 1. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. pp. 177-188.

Wikimedia Commons. 2013. FieldWindbreaks.JPG (1997. Photo by Erwin Cole, USDA Natural Resources Conservation Service).
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FieldWindbreaks.JPG

Wilken, G.C. 1977. Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. Agro-ecosystems. 3:291-302.

World Agroforestry Centre. 2013. History of ICRAF and World Agroforestry Centre. http://www.worldagroforestrycentre.org/about_us/our_history.

2. Áreas Potenciales para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales Maderables en México

2.1. Información base

Para la determinación de las áreas potenciales de los sistemas agroforestales maderables (SAFM) se partió inicialmente de la información generada por la Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (GDPFC) de la CONAFOR, para la asignación de apoyos 2013, en la que mediante un proceso de intersección de superficies se determinaron los polígonos que reunían las condiciones biofísicas favorables para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PFC).

En forma resumida, los polígonos determinados por la CONAFOR se basaron en la exclusión sucesiva de áreas que presentaran características no deseables y con las superficies de características deseables, se realizó la intersección de mapas. Las características de exclusión usadas por la GDPFC fueron:

- Altitudes mayores a 3000 msnm.
- Áreas inundables (problemas de anoxia) y sitios RAMSAR.
- Áreas naturales protegidas.
- Suelos fuertemente salinos y/o sódicos.
- Terrenos con pendientes mayores a 25% de pendiente.
- Zonas áridas con precipitaciones menores a 300 mm.
- Zonas tropicales con precipitaciones menores a 800 mm.
- Zonas templadas con precipitaciones menores a 600 mm.
- Polígonos menores a 10 ha.

Los criterios anteriores dieron lugar a zonas potencialmente elegibles para la asignación de recursos para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, tanto con fines maderables, como no maderables. Sin embargo, como procedimiento adicional, la CONAFOR realizó un refinamiento de dichas áreas excluyendo suelos delgados o con afloramiento de roca (Litosoles), terrenos con degradación severa, terrenos tropicales con pendientes mayores al 20% y polígonos menores de 100 ha (GDPFC, 2013). Estas superficies generadas por la GDPFC, correspondieron a una

superficie de 13.9 millones de ha distribuidas en 30 entidades del país, las cuales se identificaron como áreas prioritarias y fueron las empleadas como punto de partida de este trabajo.

2.2. Refinamiento de áreas potenciales para los Sistemas Agroforestales Maderables

Tomando como base el trabajo realizado por la CONAFOR y para hacer compatible el presente estudio con los avances previos de la GDPFC, se continuó la depuración de superficies enfocándose exclusivamente en terrenos que pueden dar sustento a sistemas agroforestales maderables rentables. Esta depuración de áreas se hizo con base en fundamentos de disponibilidad de agua para asegurar que dichos terrenos presentaran niveles de productividad requeridos por los SAFM.

Un sistema agroforestal maderable demanda cierta disponibilidad de recursos para hacer atractiva la producción combinada de productos agropecuarios y forestales. Los recursos básicos que demanda un sistema vegetal son: (i) Radiación solar, (ii) Nutrientes del suelo, (iii) Gases de intercambio con la atmósfera y (iv) Agua. Estos recursos deben proveerse en un ambiente de temperatura adecuada para favorecer todos los procesos enzimáticos que involucran el crecimiento y la ganancia en productividad primaria neta (Schlesinger, 1997).

Por la posición geográfica de nuestro país, puede considerar que no ocurren limitaciones de radiación solar que restrinjan la productividad primaria neta de los ecosistemas forestales. Aunque de mayo a septiembre el patrón de la radiación está influenciado por la nubosidad y presencia de vapor de agua, la radiación total recibida en la mayor parte del país es muy favorable para mantener niveles óptimos de fotosíntesis (Galindo et al., 1991; Galicia et al., 1999). Con relación a los nutrimentos del suelo, éstos ya se están considerando indirectamente con la profundidad del suelo y su grado de degradación que puede ser biológica o química, que fueron elementos básicos en la depuración de áreas de la CONAFOR. Incluyendo los suelos profundos, se asegura mayor volumen de suelo explorable por las raíces y eliminando la degradación física y química se da preferencia a suelos con disponibilidad de nutrientes.

La disponibilidad de los dos gases más importantes del proceso fotosintético y de respiración que son Oxigeno (O_2) y Bióxido de Carbono (CO_2) tampoco son factores para limitar la productividad. De hecho, existen hipótesis de que las altas concentraciones recientes de CO_2 podrían estimular la productividad vegetal (Keenan

et al., 2013). La amplia disponibilidad de O_2 en la atmósfera (21%), y su rápida difusión, no indican alguna posibilidad de limitación de este elemento para la productividad. No obstante, debido a la respiración de las raíces, en suelos inundados la difusión de O_2 si podría limitar la productividad, pero este factor también minimizado con la exclusión de zonas sujetas a inundación como se hizo en la información proveída por la CONAFOR.

Contrario a los puntos anteriores, en nuestro país la disponibilidad de agua si limita considerablemente la productividad de los ecosistemas forestales. De hecho, la productividad forestal tiene un patrón espacial altamente correlacionado con la cantidad de precipitación, de tal forma que para fines de este estudio se le dio especial interés a este factor. El refinamiento de las zonas potenciales de los SAFM se basó en la magnitud de precipitación total anual y su distribución espacial.

2.2.1. Definición del límite de precipitación

La precipitación mínima a considerar puede ser un punto de debate cuando se piensa en sistemas agroforestales establecidos en regiones con 600 mm de precipitación. Sin embargo, dado que este estudio está enfocado a sistemas donde se esperan crecimientos rentables de madera, en conjunto con la producción de cultivos agrícolas o pastizales, la definición de requerimiento de agua es crucial.

A nivel global, el techo biológico de la productividad primaria de los ecosistemas es de aproximadamente 3000 g m^2 $año^{-1}$, el cual se logra con precipitaciones mayores a los 2,500 mm anuales (Schlesinger, 1997). Los únicos sistemas forestales que pueden superar este techo biológico son las plantaciones de eucalipto de manejo intensivo de Sudamérica (Binkley y Fisher, 2000). Una productividad de media a moderada oscila entre 1000 y 1500 g m^2 $año^{-1}$ y se logra con una precipitación media de 1000 mm anuales 999(Schuur, 2003).

Por las razones anteriores se consideró que para fines de los SAFM rentables se determinó utilizar una precipitación mínima de 1000 mm, para asegurar sistemas exitosos.

2.2.2. Generación de isoyetas

Con base en el límite mínimo de precipitación y partiendo de la base de datos ERICIII V2, generada por CONAGUA, se hizo una selección de las estaciones meteorológicas del país que contaran con la mayor continuidad en la toma de datos. Con base en la información histórica de cada estación, se calculó la precipitación media mensual y total. Dado que las estaciones de esta base de datos están georeferenciadas, se ubicaron espacialmente los datos de precipitación total anual del país.

Mediante un proceso de interpolación simple, calculada con el inverso de la distancia cuadrática entre puntos, se realizó, con la extensión de Spatial Analysis, una extrapolación de valores de precipitación. Posteriormente, con la herramienta de Surface Analysis, se crearon las isoyetas por cada 100 mm de precipitación. Para fines de comparación, se tomó como referencia el mapa de distribución de precipitación total generado por CONABIO y se encontró que el mapa generado era similar pero más conservador con relación a la superficie. Por las razones explicadas, se consideró que este último mapa era más apropiado para los fines de este estudio.

A través de un proceso de reclasificación, las isoyetas se transformaron a polígonos. Sobre el mapa de polígonos clasificados se seleccionaron las áreas que cumplían con el criterio de al menos 1000 mm de precipitación.

2.2.3. Generación del mapa de áreas potenciales

La información generada por la GDPFC y el mapa de polígonos con precipitación mínima de 1000 mm se intersectaron para dar lugar a nuevos polígonos que definieron las zona potenciales para SAFM (Figura 2.1). Más adelante se presentan las figuras de los cinco estados con mayor superficie potencial, y en el Anexo 1 se incluyen los mapas detallados para los 11 estados principales.

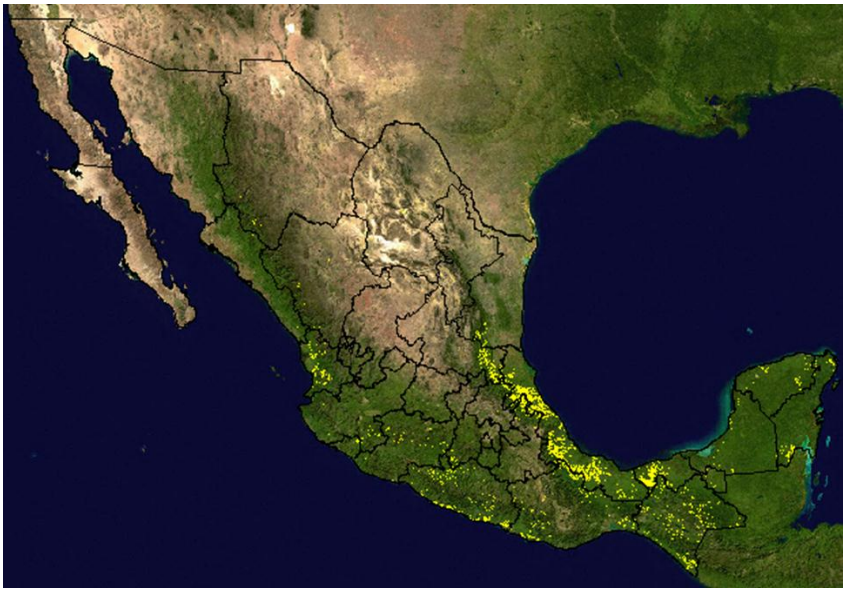


Figura 2.1. Distribución de Áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en México.

A nivel nacional la superficie potencial para SAFM es de 3,980,000 ha. Casi el 86% de dicha superficie se concentra en los siguientes estados (en orden descendente): Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Guerrero, San Luis Potosí, Puebla, y Nayarit (Cuadro 2.1). El potencial de los SAFM se distribuye principalmente a lo largo de la zona Golfo de México, en la continuidad de los estados de Veracruz y Tabasco.

Como lo muestra el Cuadro 2.2, el 50.5% de las áreas potenciales del Estado de Veracruz se distribuyen en 18 municipios. En Chiapas el 51.6% de la superficie del estado se distribuye en 10 municipios (Cuadro 2.3). En el caso de Oaxaca ocho municipios conforman el 51.6% de la superficie potencial del estado (Cuadro 2.4). En Tabasco, cuatro municipios representan casi el 80% (79.1) (Cuadro 2.5). En Guerrero, nueve municipios representan el 51% de la superficie potencial (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.1. Distribución de la superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en México.

Estado	Superficie (ha)	(%) de la Superficie
Veracruz de Ignacio de la Llave	1,403,500	35.3
Chiapas	413,871	10.4
Oaxaca	369,146	9.3
Tabasco	340,242	8.5
Guerrero	339,844	8.5
San Luis Potosí	214,664	5.4
Puebla	170,207	4.3
Nayarit	1,619,19	4.1
Quintana Roo	100,916	2.5
Michoacán de Ocampo	809,84	2.0
Campeche	659,81	1.7
Tamaulipas	575,33	1.4
Hidalgo	572,28	1.4
Yucatán	543,60	1.4
Jalisco	522,35	1.3
México	46,991	1.2
Durango	17,355	0.4
Chihuahua	13,610	0.3
Colima	10,353	0.3
Sinaloa	5,065	0.1
Morelos	3,315	0.1
Sonora	600	0.01
Nuevo León	83	0.002
TOTAL	3,980,002	100.0

Cuadro 2.2. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Veracruz.

Municipio	Superficie (ha)	(%) con respecto a la superficie potencial de SAFM del Estado
Papantla	84728.6	6.0
Temapache	67518.1	4.8
Tihuatlán	56329.8	4.0
Chicontepec	52563.4	3.7
Isla	43530.8	3.1
Tierra Blanca	42123.2	3.0
Tres Valles	41027.7	2.9
Juan Rodríguez Clara	40257.9	2.9
Ixhuatlán de Madero	38823.5	2.8
José Azueta	37804.4	2.7
Cosamaloapan de Carpio	35775.3	2.5
Tantoyuca	30593.6	2.2
Paso del Macho	29086.5	2.1
Martínez de la Torre	28518.2	2.0
Hueyapan de Ocampo	27188.9	1.9
Uxpanapa	27176.1	1.9
Santiago Tuxtla	26273.9	1.9
Total	709320.1	50.5

Cuadro 2.3. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Chiapas.

Municipio	Superficie (ha)	(%) con respecto a la superficie potencial de SAFM del Estado
Las Margaritas	39316.7	9.5
Ocosingo	31308.1	7.6
Tapachula	26687.8	6.4
La Concordia	22470.1	5.4
Villa Corzo	20052.6	4.8
La Trinitaria	18899.5	4.6
Pichucalco	14587.6	3.5
Tila	14200.9	3.4
Venustiano Carranza	13373.9	3.2
Cintalapa	12608.0	3.0
Total	427010.4	51.6

Cuadro 2.4. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Oaxaca.

Municipio	Superficie (ha)	(%) con respecto a la superficie potencial de SAFM del Estado
San Juan Bautista Tuxtepec	47535.6	12.9
Acatlán de Pérez Figueroa	43028.6	11.7
Loma Bonita	22093.7	6.0
San Miguel Soyaltepec	22022.4	6.0
Santiago Yaveo	15578.2	4.2
Villa de Tututepec de Melchor Ocampo	15435.2	4.2
Santiago Niltepec	12743.9	3.5
San Pedro Tapanatepec	12219.4	3.3
Total	190657.0	51.6

Cuadro 2.5. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Tabasco.

Municipio	Superficie (ha)	(%) con respecto a la superficie potencial de SAFM del Estado
Huimanguillo	167408.2	49.2
Cárdenas	51635.4	15.2
Comalcalco	25058.2	7.4
Cunduacán	24944.3	7.3
Total	269046.1	79.1

Cuadro 2.6. Municipios con mayor superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Guerrero.

Municipio	Superficie (ha)	(%) con respecto a la superficie potencial de SAFM del Estado
Ajuchitlán del Progreso	33125.9	9.7
Coyuca de Catalán	22191.8	6.5
Técpan de Galeana	21668.3	6.4
Cuajinicuilapa	20747.8	6.1
San Marcos	20202.0	5.9
Florencio Villarreal	14722.1	4.3
San Miguel Totolapan	14189.2	4.2
Zirándaro	13567.4	4.0
Coyuca de Benítez	13028.1	3.8
Total	173442.5	51.0

Las Figuras 2.2 a 2.6. muestran la distribución de áreas potenciales de los cinco estados más importantes. La distribución de áreas en forma más compactas ocurre en Tabasco y Veracruz. En Chiapas, Guerrero y Oaxaca la distribución es dispersa, aunque en la región norte del último estado se presenta una superficie compacta. La forma de distribución espacial de cada estado es útil para indicar regiones con alto potencial para promover los SAFM.

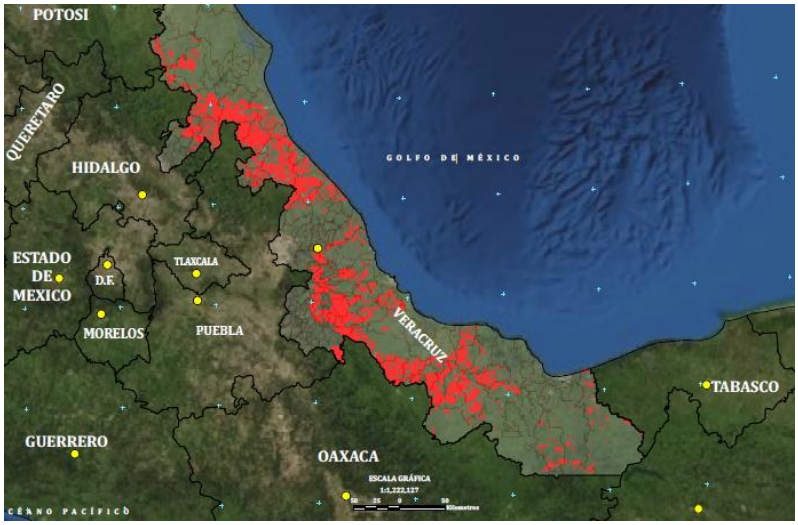


Figura 2.2. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Veracruz.

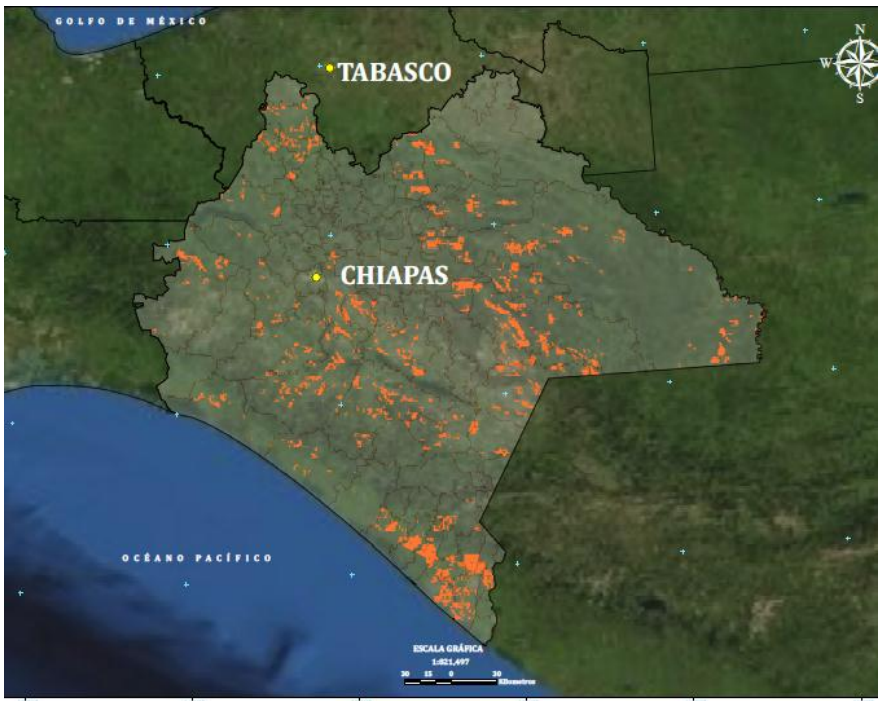


Figura 2.3. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Chiapas.

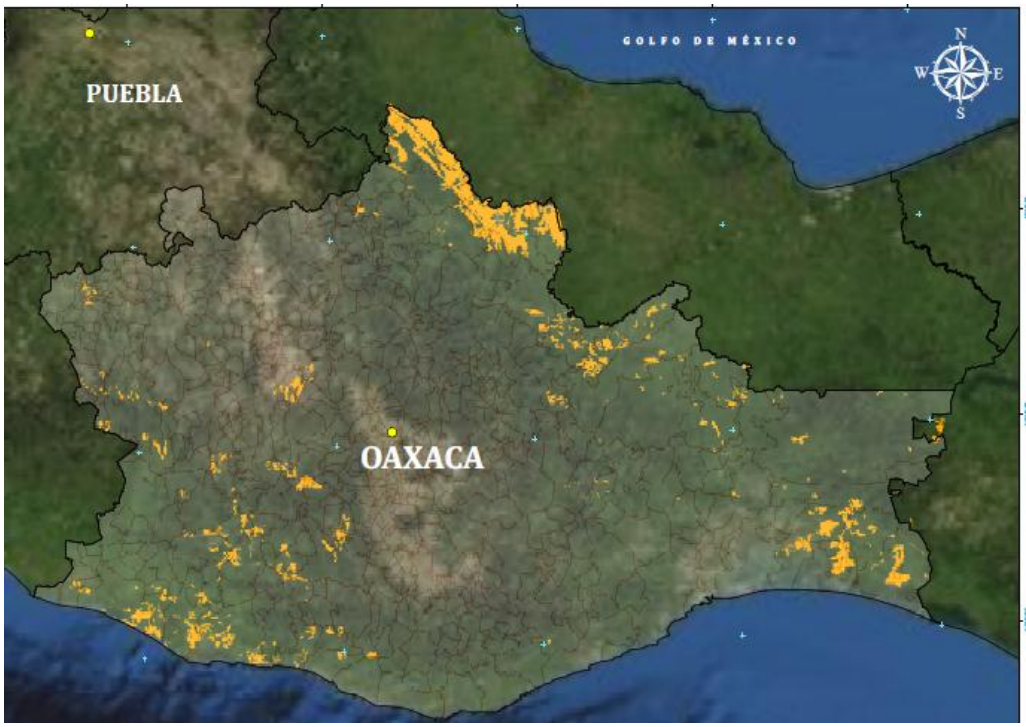


Figura 2.4. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Oaxaca.

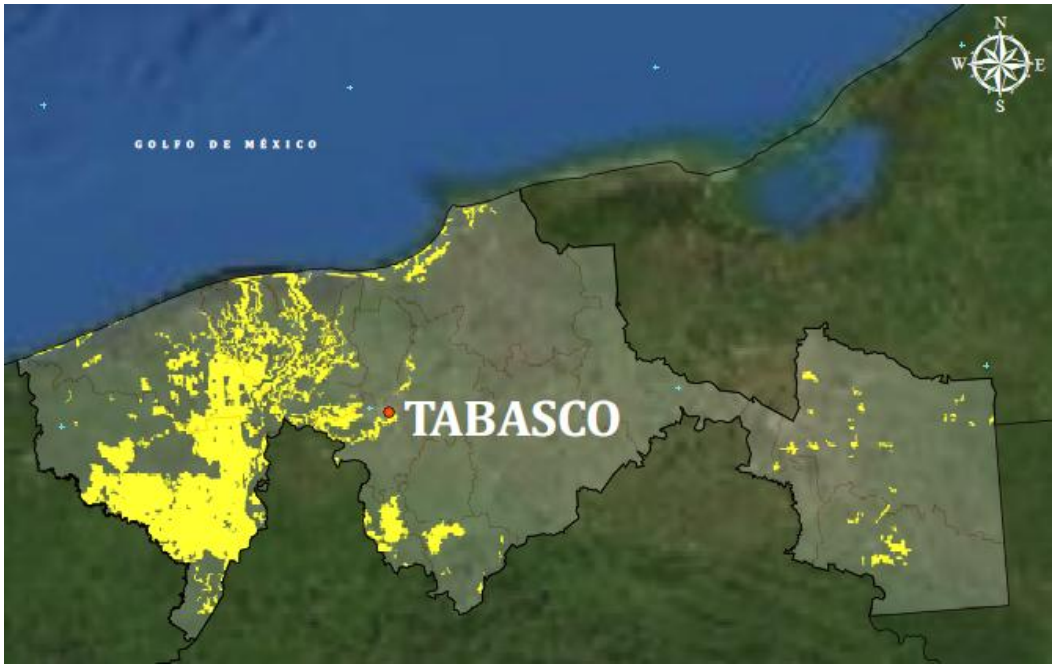


Figura 2.5. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Tabasco.

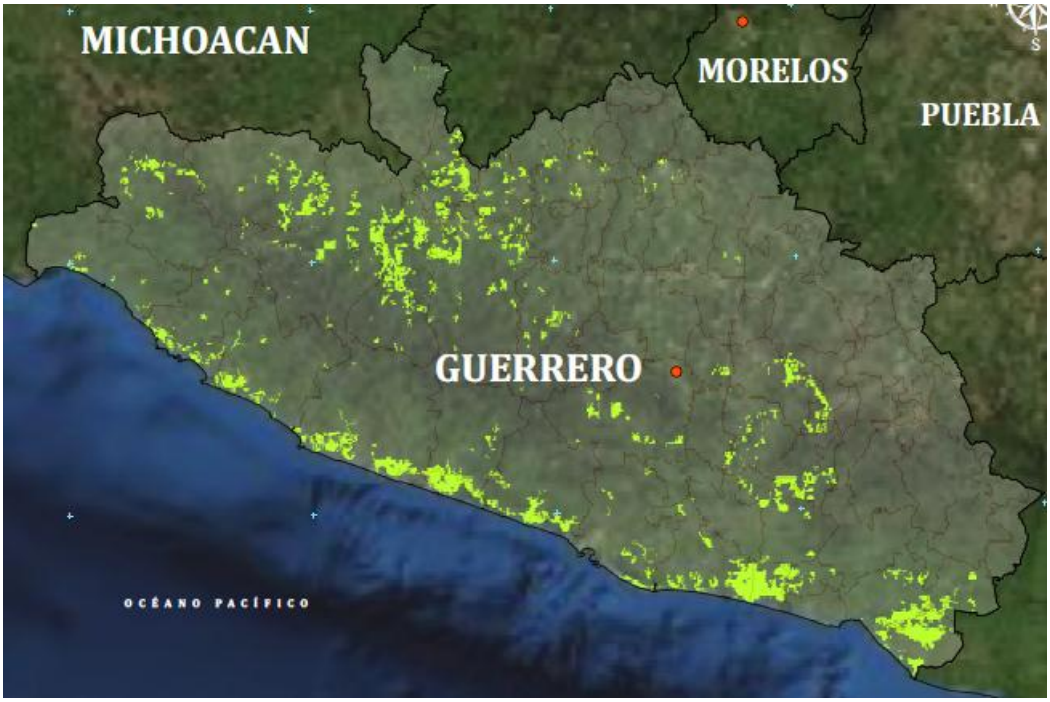


Figura 2.6. Distribución de áreas potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables en el Estado de Guerrero.

2.3. Literatura citada

Binkley, D. y Fisher, R. F. 2000. Ecology and management of forest soils. Wiley, New York, 489 p.

Galicia L., J. López-Blanco, A. E. Zarco-Arista, V. Filips, F. García-Oliva. 1999. The relationship between solar radiation interception and soil water content in a tropical deciduous forest in Mexico. Catena 36:153-164.

Galindo I, S. Castro, M. Valdes. 1991. Satellite derived solar irradiance over Mexico. Atmósfera 4:189-201.

Schlesinger, W. H. 1997. Biogeochemistry: an analysis of global change. 2nd ed. Academic Press, San Diego. 588 p.

Schuur, E. A. G. 2003. Productivity and global climate revisited: the sensitivity of tropical forest growth to precipitation. Ecology 84:1165-1170.

3. Regionalización para los Sistemas Agroforestales recomendados para México

3.1. Análisis del archivo histórico de los SAFM de la CONAFOR

Para desarrollar este apartado se tomó como base el archivo histórico de beneficiarios de la CONAFOR que consta de 624 registros, acumulados de 1997 a 2012, de los cuales el 78% de la superficie plantada se encuentra en los siguientes estados: Veracruz, Chiapas, Puebla, Guerrero y Campeche. La información indica que, después de una década de apoyos existen 48 géneros que los beneficiarios han incluido en sus propuestas (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Relación de los géneros propuestos en las solicitudes apoyadas de 1997 a 2012.

Acrocarpus	*Dalbergia*	*Paulownia*
Albizia	*Enterolobium*	*Pinus*
Alchornea	*Erythrina*	*Pithecellobium*
Alnus	*Eucalyptus*	*Poeppigia*
Aspidosperma	*Fraxinus*	*Prosopis*
Bambusa	*Gmelina*	*Pterocarpus*
Brosimum	*Grevillea*	*Quercus*
Bursera	*Juglans*	*Roseodendrom*
Caesalpinia	*Khaya*	*Schizolobium*
Calophyllum	*Laguncularia*	*Swietenia*
Castilla	*Leucaena*	*Tabebuia*
Cedrela	*Licaria*	*Tectona*
Ceiba	*Liquidambar*	*Terminalia*
Cordia	*Lonchocarpus*	*Toona*
Cupressus	*Melia*	*Virola*
Cybistax	*Nectandra*	*Vochysia*

Los géneros listados en el Cuadro 3.1. incluyen algunas especies que son arbustivas y de uso forrajero como el caso de *Leucaena,* y a varias especies introducidas como los géneros: *Eucalipto, Tectona, Gmelina y Bambusa*.

Aunque la amplia diversidad del Cuadro 3.1. es un indicador de una lista enriquecida con la que cuentan los beneficiarios, es importante tener en consideración aspectos específicos de algunos géneros. Por ejemplo, desde el punto de vista de conservación, debe darse preferencia a especies nativas. También puede haber otras consideraciones desde el punto de vista de mercado o del producto final a obtener. Por ejemplo, el género *Prosopis* es empleado principalmente para leña y carbón.

Con base en la información histórica, se buscaron los géneros más frecuentes y sus especies maderables asociadas. Los 15 géneros de uso más frecuente se representaron espacialmente tomando como punto de partida el archivo histórico. Tomando en cuenta el polígono propuesto de cada beneficiario, se calcularon los centroides correspondientes, para representar la posición geográfica de cada género.

En algunos casos, sobre todo en las solicitudes presentadas antes del 2010, los beneficiarios presentaron polígonos de todo el predio y no de la superficie comprometida. Sin embargo, los centroides se calcularon con la información disponible ya que considerando la escala a nivel de nacional, la representación espacial es válida.

La Figura 3.1, muestra la distribución espacial de los 15 géneros más frecuentes. La ubicación de cada género en particular se incluye en el Anexo 2 de este documento. De acuerdo a las zonas potenciales propuestas en este estudio, los datos muestran que un gran número de solicitudes se han establecido en zonas no potenciales para SAFM.

Por ejemplo, en los Estados de Sonora, Coahuila, Tamaulipas, Aguascalientes, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro y el Estado de México, se han apoyado proyectos donde la poca disponibilidad de agua puede ser un factor fundamental para el fracaso de los SAFM.

Los dos estados en los que hay mayor concordancia de las superficies plantadas con las áreas potenciales propuestas en este estudio son: Veracruz y Tabasco. A pesar de ello, no se tienen superficies plantadas en las regiones potenciales más representativas de esas entidades. Las zonas potenciales más compactas, donde existen superficies concentradas y extensas, no están bien representadas en cuanto a superficies plantadas (Figura 3.2.). Es recomendable que las próximas solicitudes vayan cubriendo las áreas más representativas.

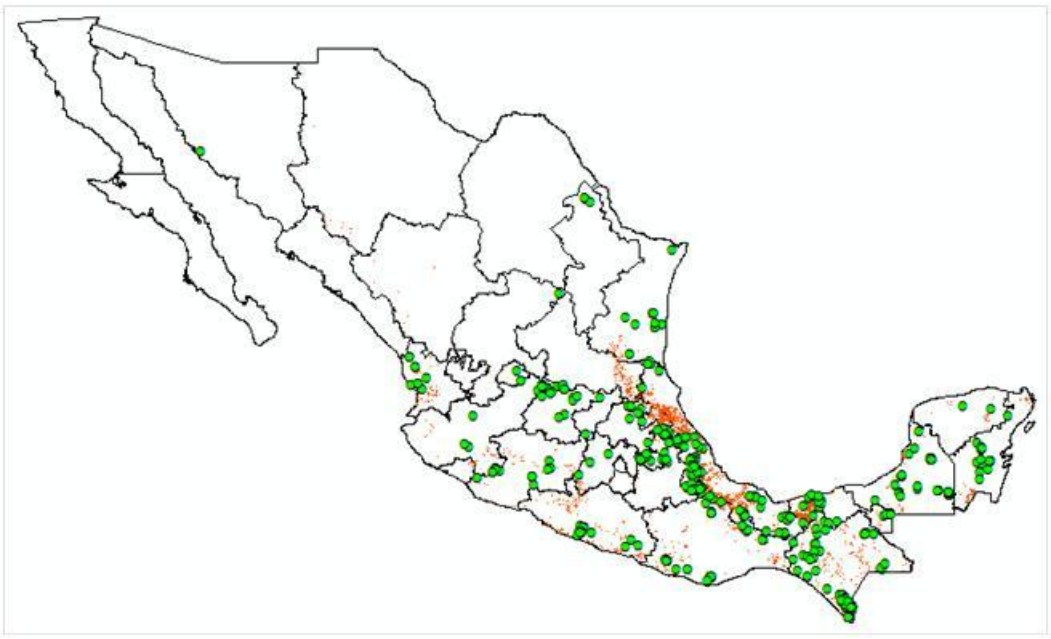


Figura 3.1. Ubicación geográfica de los 15 géneros más frecuentes propuestos en los Sistemas Agroforestales Maderables plantados con apoyo de la CONAFOR. Los puntos verdes indican la ubicación de al menos una de las especies del Cuadro 3.2., y las áreas en rojo corresponden a las áreas potenciales propuestas en este estudio.

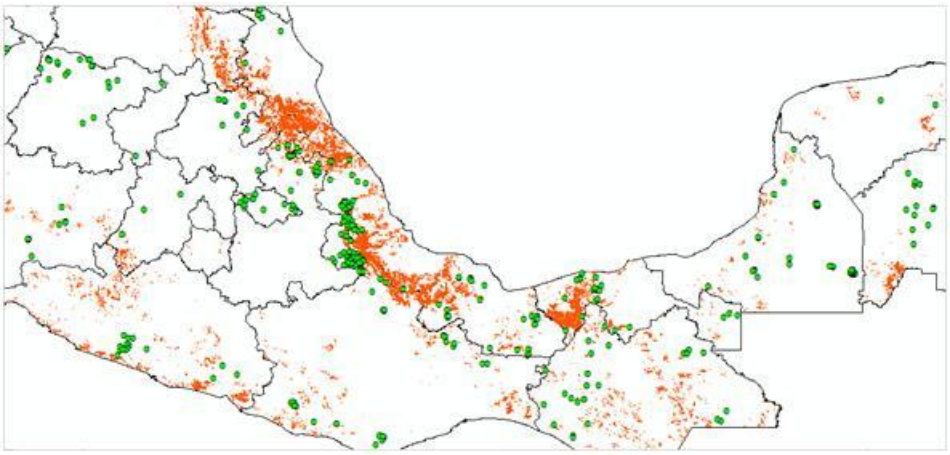


Figura 3.2. Comparación entre las solicitudes para SAFM entre 1997 y 2012 con respecto las áreas potenciales de los Estados de Veracruz y Tabasco.

3.2. Organización de especies por niveles altitudinales

Para la mayoría de las especies se identificaron los rangos altitudinales óptimos particularmente en México. Cuando no fue posible encontrar rangos altitudinales específicos para México, se emplearon rangos de distribución natural a nivel general reportados en la literatura. La información de especies frecuentes y sus rangos altitudinales óptimos se muestra en el Cuadro 3.2.

De acuerdo a las altitudes óptimas (Cuadro 3.2.), se definieron cuatro grupos altitudinales que delimitan cuatro zonas dentro de las superficies potenciales propuestas en este estudio. La representación gráfica de las cuatro zonas se muestra en la Figura 3.3).

Es muy importante aclarar que los límites de las cuatro zonas identificadas son propiamente un referencia general, y no deben tomarse como límites rígidos, ya que dependiendo de las condiciones particulares de cada localidad las especies pudieran establecerse en algunos casos, fuera de los rangos aquí determinados. La precisión de estos márgenes en altitud dependerá de la información que se vaya generando en las experiencias de campo y la literatura.

La zona A, definida de 0 a 700 m de altitud incluye a los géneros: *Tabebuia, Cordia, Pinus* (*P. caribaea y P. radiata*), *Eucalyptus* (*E. saligna y E. urophylla*), *Acrocarpus fraxinifolius* y *Swietenia*. Las especies incluidas en este grupo que deben ubicarse con más precisión, dado su nivel mínimo de altitud requerido son: *Pinus radiata*, *Eucalyptus saligna* y *Acrocarpus fraxinifolius*.

En la zona B, de 701 a 1500 m de altitud, se encuentran *Gmelina arbórea, Cedrela odorata, Tabebuia rosea, Eucalyptus globulus, Eucalyptus camaldulensis*. En la Zona C, de 1501 a 2200 m de altitud, destacan las especies de pino: *Pinus chiapensis, Pinus greggii, Pinus devoniana y Pinus patula*.

En la zona D, más de 2201 m en elevación, también son adecuadas algunas especies de pino que son: *Pinus montezumae, Pinus cembroides, Pinus ayacahuite, Pinus pseudostrobus y Pinus leiophylla*. De estas últimas, *P. cembroides*, es de características especiales, al ser una especies con semilla comestible y adaptarse a condiciones más secas, sobre suelos de neutros a alcalinos.

Cuadro 3.2. Rangos Altitudinales para las especies de uso más frecuente en SAFM, de acuerdo a archivos históricos de la CONAFOR.

Nombre Científico	Altitud General (m)	Altitud Óptima (m)	Abreviación de la Especie
Zona A; 0–700 msnm			
Eucalyptus urophylla	0-1200	70-800	Eu
Swietenia humilis	50-1000	50-800	Sh
Tectona grandis	0-1000	50-800	Tg
Acrocarpus fraxinifolius	0-1500	280-750	Af
Swietenia macrophylla	0-1000	0-750	Sm
Pinus caribaea	0-800	0-700	Pca
Eucalyptus saligna	150-1100	300-600	Es
Pinus radiata	0-1700	400-600	Para
Cordia alliodora	0-500	0-500	Ca
Tabebuia donnell-smithii	0-500	0-300	Td-s
Zona B; 701–1500 msnm			
Eucalyptus nitens	600-1500	600-1500	En
Eucalyptus camaldulensis	0-1500	0-1500	Ec
Eucalyptus globulus	0-1200	0-1200	Eg
Tabebuia rosea	0-1500	0-1200	Tr
Cedrela odorata	0-1900	0-1000	Co
Gmelina arborea	0-1200	0-900	Ga
Zona C; 1500–2200 msnm			
Pinus patula	1500-3100	1800-2400	Ppa
Pinus devoniana	1200-3000	1500-1900	Pde
Pinus greggii	1280-3000	1500-1850	Pgr
Pinus chiapensis	150-2300	1200-1800	Pch
Zona D; mayor a 2200 msnm			
Pinus pseudostrobus	1600-3200	2400-2800	Pps
Pinus leiophylla	1600-3000	2200-2750	Ple
Pinus ayacahuite	2000-3200	2000-2700	Pay
Pinus cembroides	1350-3750	2100-2700	Pce
Pinus montezumae	1150-3200	2000-2500	Pmo

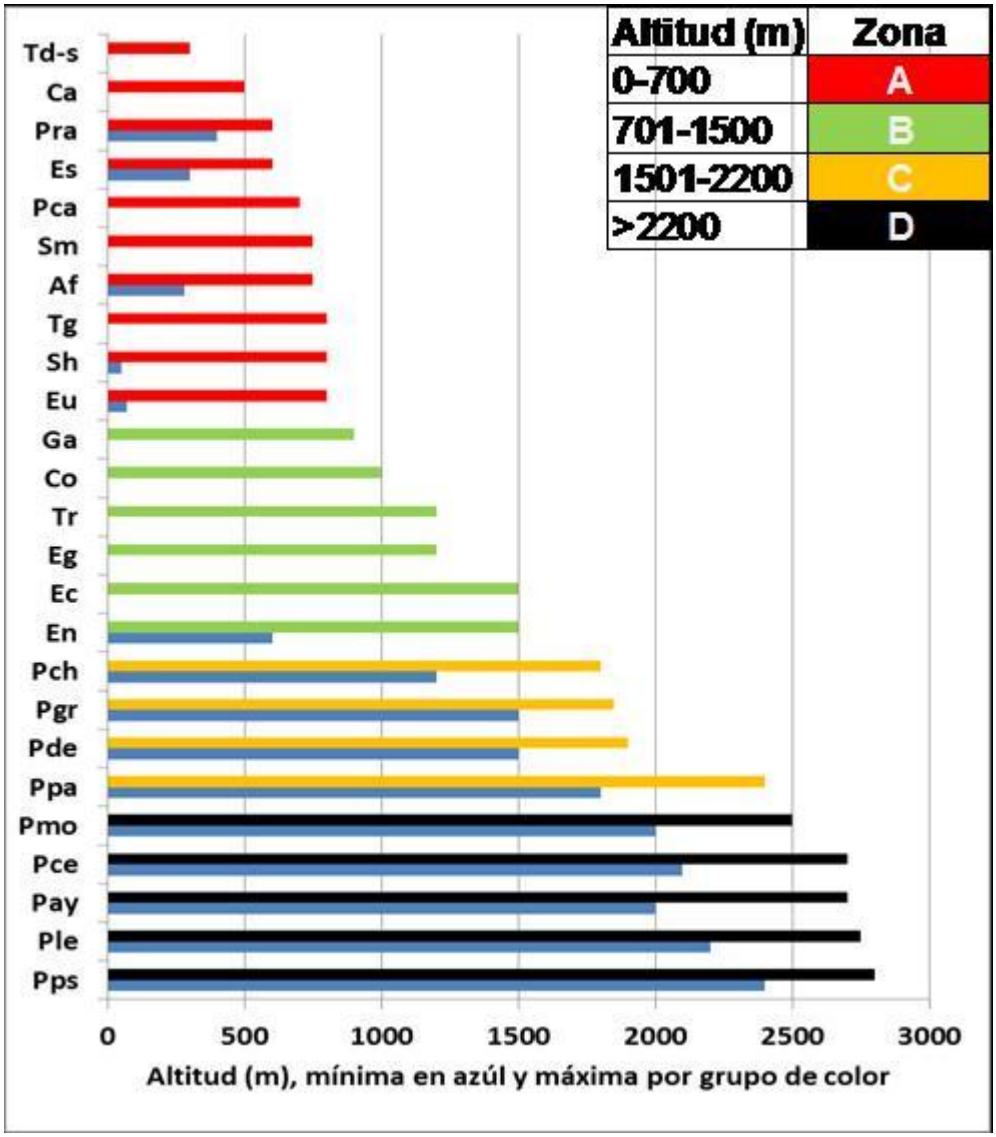


Figura 3.3. Agrupación de especies arbóreas de acuerdo a su distribución altitudinal. Las abreviaciones son las que corresponden al Cuadro 3.2.

3.3. Ubicación espacial de Zonas altitudinales

Para representar las zonas altitudinales se empleó un mapa de curvas a nivel de la República Mexicana a cada 100 m, en el cual cada intervalo de 100 m se representó como polígono.

Posteriormente, se realizó la intersección de entre las áreas potenciales definidas en este estudio y el mapa de curvas a nivel. Debido a que se emplearon rangos altitudinales y no hay empalme perfecto entre el polígono de áreas potenciales y los polígonos que delimitan rangos altitudinales, se generó una variación en la superficie de 0.39%, la cual para fines del estudio se consideró aceptable. La distribución de superficies de acuerdo a las zonas altitudinales es como se indica en el Cuadro 3.3. y su representación espacial en la Figura 3.4.

Cuadro 3.3. Distribución de Superficies potenciales para Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM), de acuerdo a zonas altitudinales.

Zona	Superficie (ha)	% de la Superficie
A	323,4291	81.6
B	551,464	13.9
C	155,627	3.9
D	22,855	0.6
Total	396,4237	100

Casi el 82% de la superficie con potencial para SAFM, corresponde a la zona A y los estados principales son Veracruz, Tabasco, Chiapas, Guerrero y Nayarit. Las zonas B y C están fuertemente asociadas a las principales Sierras de la República Mexicana y el eje neo-volcánico transversal, destacando los estados de: Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Para la zona D, destaca los estados de Durango, Michoacán, el Norte de Puebla y Oaxaca.

La definición de las cuatro zonas altitudinales y sus especies arbóreas, son el marco básico sobre el cual se describe la importancia de otros cultivos agrícolas

anuales y perenes, y pastos que se pueden asociar para diseñar un SAFM, de acuerdo los cinco sistemas propuestos en el Capítulo 1 de este estudio.

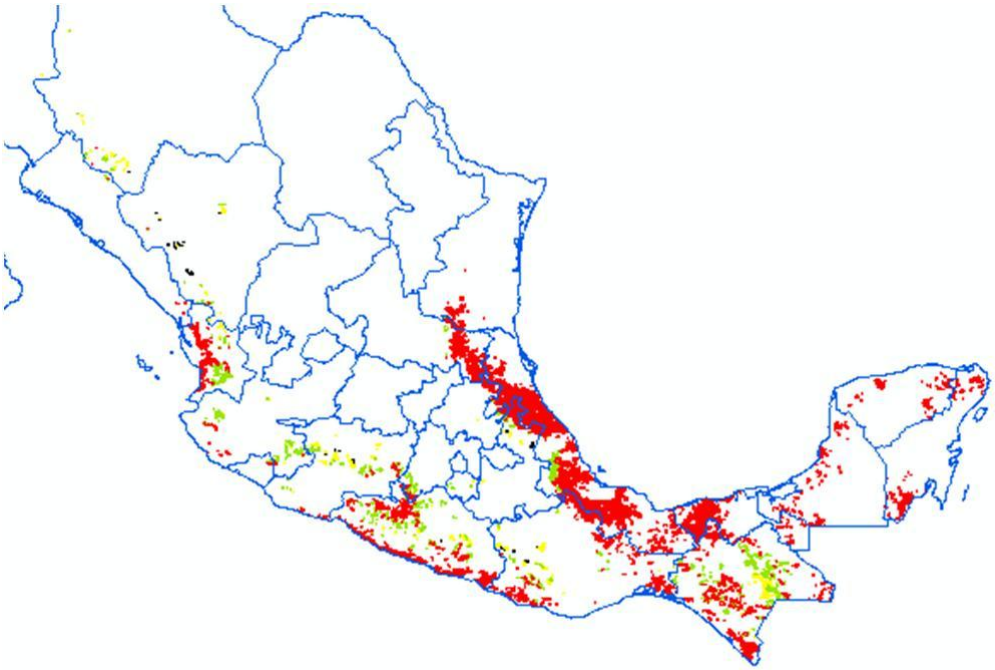


Figura 3.4. Representación de cuatro grupos altitudinales de especies arbóreas para Sistemas Agroforestales Maderables. Los rangos y colores corresponden a los de la Figura 3.3.

3.4. Cultivos asociados a las Zonas altitudinales

Para ubicar las regiones potenciales de cultivos agrícolas más importantes de México, se consultó el Censo Agropecuario y Forestal de 2007 realizado por INEGI. La revisión de dicho censo indicó que los cultivos perenes arbóreos más importantes y con potencial de uso en SAFM son el Café y el Cacao. Respecto a cultivos anuales los principales son: Maíz, Frijol y Avena. Aunque el trigo es otro cultivo importante del país, los municipios que lo producen no se encuentran dentro de las potenciales de SAFM de este estudio. También se consideraron las regiones de pasto natural e inducido.

La información disponible en el censo de INEGI se encuentra en formato de hoja de cálculo y es referida a nivel de Municipio. De tal forma que para hacer polígonos aproximados de cada cultivo se identificaron los principales municipios productores del país. Una vez organizada la información, se elaboraron archivos que relacionaran la columna de “Nombre del Estado” y “Nombre del Municipio” con las mismas columnas del archivo de datos del Mapa de Municipios del México elaborado por INEGI. Posteriormente, con los municipios agrupados por cultivo, se generó un mapa potencial unificado empleando el módulo “Dissolve” de ArGis. El mapa “disuelto” se intersectó con cada una de las zonas altitudinales identificadas de este estudio.

Es importante resaltar que aunque los mapas de cultivos de México a nivel de municipio combinados con las zonas aptas para SAFM generan zonas aproximadas, cada región propuesta puede refinarse de acuerdo con el clima local y la experiencia del productor. Una fortaleza del procedimiento descrito es que la información que nos brinda en Censo es un antecedente sobre los cultivos que habitualmente trabajan los productores, y por lo tanto toma en cuenta los factores sociales y culturales.

3.4.1. Cultivos perennes

Las Figuras 3.5. y 3.6. muestran la distribución de áreas potenciales para los cultivos de Café y Cacao, respectivamente. Las zonas altitudinales A y B son las más importantes para el cultivo Café. La región principal se distribuye a lo largo del Golfo de México internándose al suroeste de San Luis Potosí. Otras regiones importantes del Pacífico son Nayarit, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

El Cacao es un cultivo común en los estados de Tabasco y Chiapas. En el caso de Tabasco se identifica la zona más agregada y extensa. En Chiapas la distribución de zonas potenciales es más dispersa pero también tiene una región agregada extensa al sureste del estado.

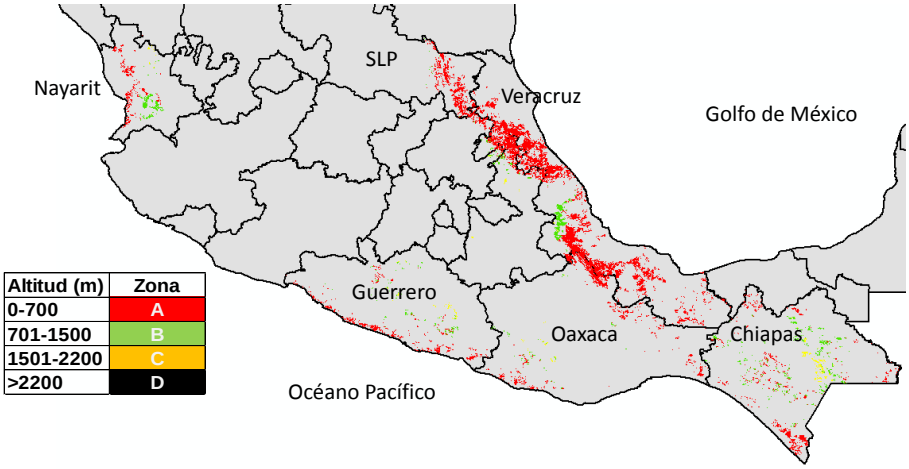


Figura 3.5. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Café, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

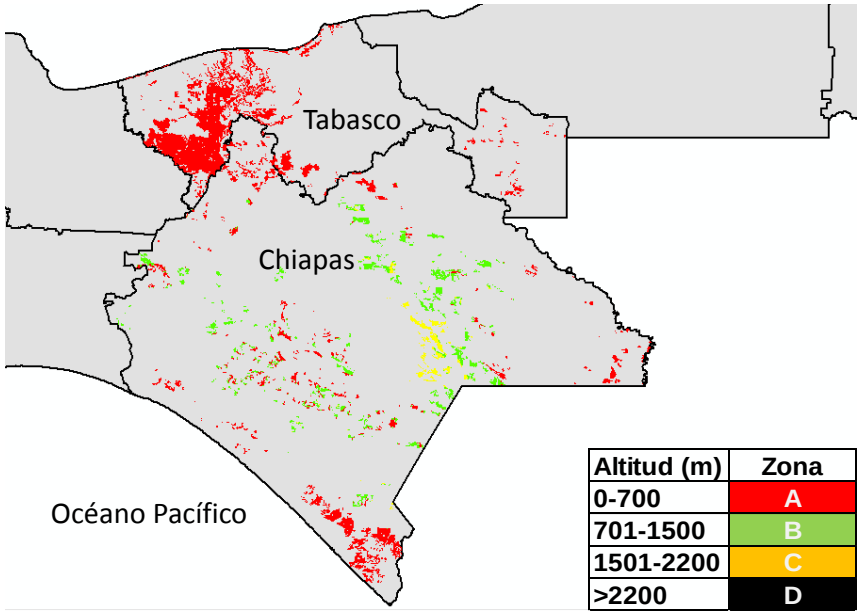


Figura 3.6. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Cacao, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

3.4.2. Cultivos anuales

En la Figuras 3.7. a 3.9. se muestran las regiones potenciales para los cultivos de Maíz, Frijol y Avena, respectivamente. El maíz, por ser un cultivo arraigado en

nuestra cultura, se refleja en todas las zonas altitudinales cubriendo la mayor parte de las mismas. De acuerdo a las condiciones de clima local, este cultivo puede ser del ciclo Primavera- Verano, Otoño-Invierno, o ambos.

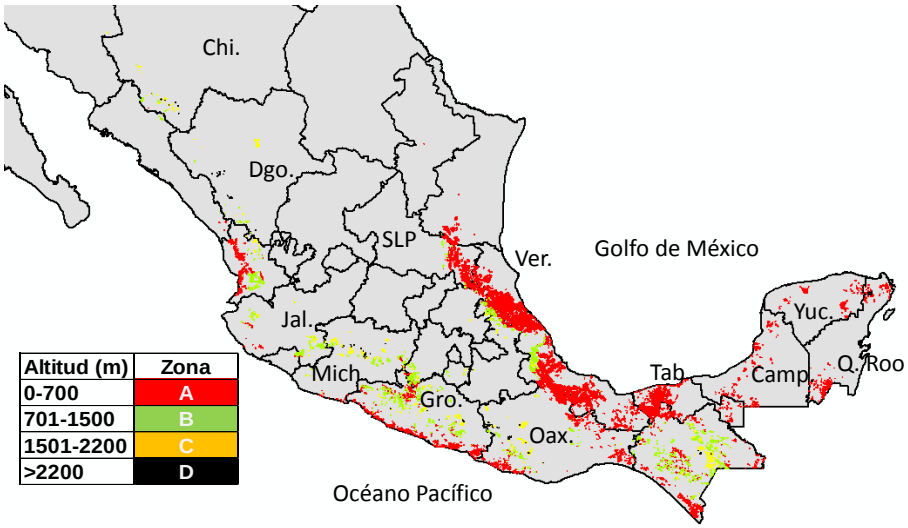


Figura 3.7. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Maíz, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

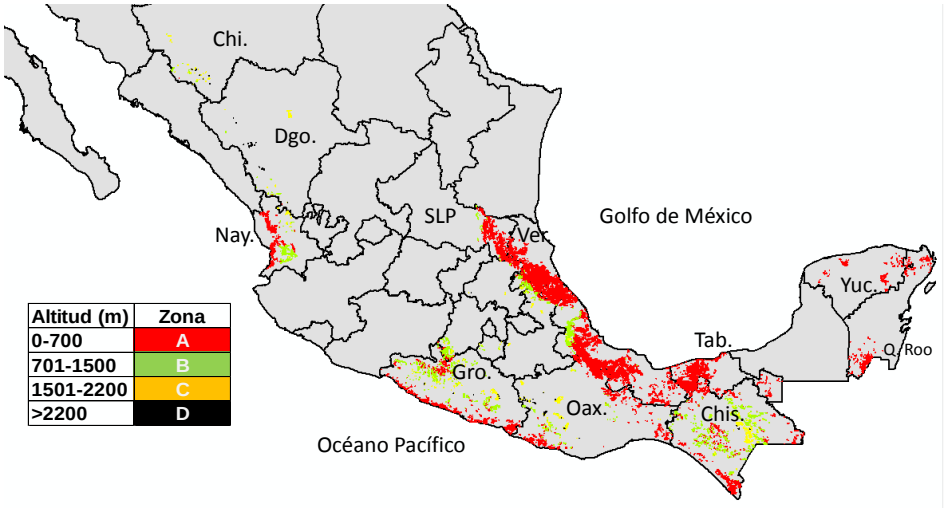


Figura 3.8. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Frijol, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

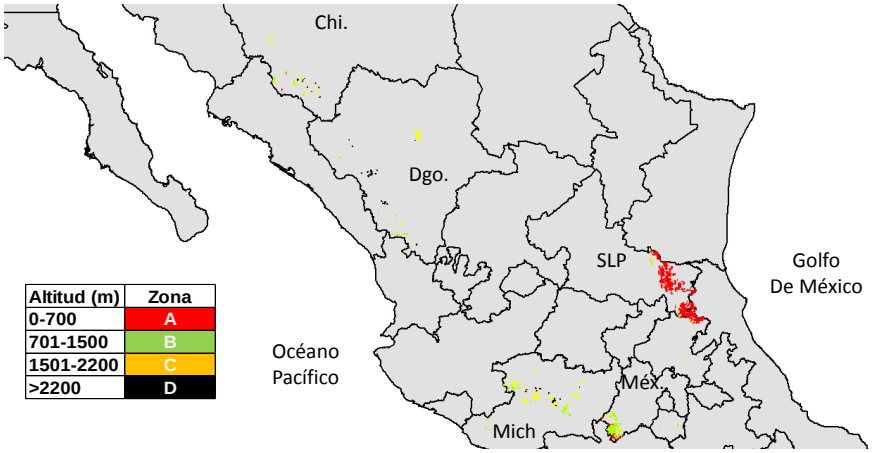


Figura 3.9. Distribución de áreas potenciales para el cultivo del Avena, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

3.4.3. Pastizal natural o inducido

El pastizal natural o inducido también es un componente general dentro de las zonas altitudinales (Figura 3.10.). De manera similar al cultivo del maíz, tiene presencia en todas las zonas. Por lo anterior, ya sea como pastizal natural o introducido puede integrarse a los diferentes SAFM. No obstante, dado que su uso es forrajero su importancia depende la actividad ganadera de cada zona.

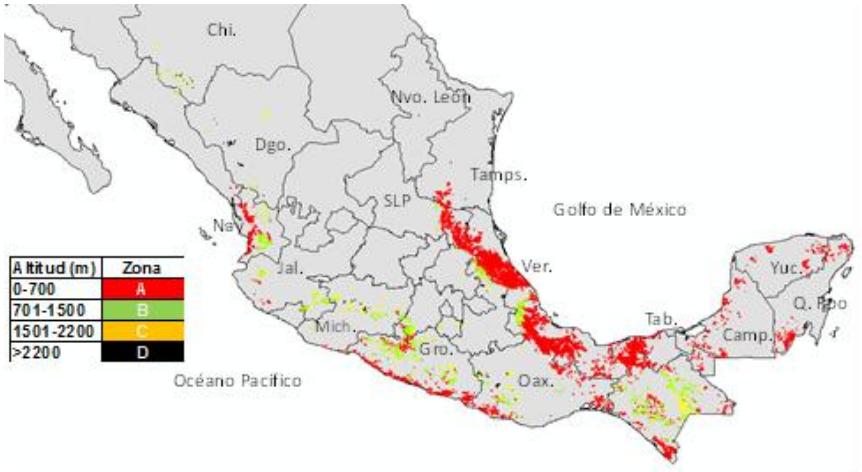


Figura 3.10. Distribución de áreas potenciales para Pastizal natural o inducido, con relación a los rangos altitudinales (msnm).

3.4.4. Superficie Potencial de Cultivos Perenes y Anuales

En el Cuadro 3.4 se presenta la distribución de superficies por zona altitudinal y cultivo. En el caso de cultivos perenes y arbóreos la superficie potencial de café es aproximadamente cuatro veces mayor que la de Cacao. Los pastos y el cultivo del maíz mostraron las mayores superficies potenciales ara combinarse en lo SAFM.

Cuadro 3.4 Superficies potenciales de cultivos por zonas altitudinales

	Superficie en ha				
Cultivo	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Total Cultivo
Café	2,182,307	377,711	85,296	--	2,645,314
Cacao	545,893	150,272	38,377	--	734,542
Maíz	3,156,853	549,751	155,597	21,831	3,884,032
Frijol	2,972,847	469,592	115,596	19,812	3,577,847
Avena	183,381	61,677	46,270	8,584	299,912
Pastizal	3,193,381	546,487	142,819	20,795	3,903,482

3.4.5. Diseño de Sistemas Agroforestales Maderables en México

De acuerdo con toda la información proporcionada en los Capítulos 1, 2 y en este, los cuatro SAFM propuestos en este estudio: Taungya, Cultivos en callejones, Combinaciones de cultivos agrícolas perennes y árboles y Plantaciones de árboles con pastos y animales, pueden conformarse de acuerdo a las especies arbóreas, cultivos agrícolas y pastos adecuados para cada una de las zonas altitudinales determinadas. Por supuesto que para afinar los diseños deberá tomarse en cuenta el uso que quiera darse al componente arbóreo.

Por otra parte, en el caso de los cultivos agrícolas y aún frutales, pueden incluirse otros no analizados en este estudio, de acuerdo a condiciones socioeconómicas locales y la preferencia de los productores.

Finalmente, la gran variedad de pastos naturales e introducidos que se usan en el país, su amplia distribución en las zonas potenciales para los SAFM determinadas en el estudio y la falta de información georeferenciada de las especies más usadas, hizo imposible detallar zonas para algunas especies en particular, pero también su selección estará influida fuertemente por las condiciones socioeconómicas locales y la preferencia de los productores.

3.5. Literatura consultada

Cruz F., M. 2003. La caoba, una alternativa para áreas deforestadas de la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán. Folleto para Productores No. 4. San Luis Potosí, México. 15 p.

Cruz F., M. y J.A. de la Garza N. 2003. La melina, establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán. Folleto para Productores No. 5. San Luis Potosí, México. 14 p.

Cruz F., M. 2005. El cedro, establecimiento y manejo en la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán. Folleto para Productores No. 7. San Luis Potosí, México. 16 p.

Niembro R., A. 2002. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight. & Arn. En: Vozzo, J. A. (Ed.). Tropical tree seed manual. Part II–Species Descriptions. Pp. 266-268.

Nieto V., M. y J. Rodríguez. 2002. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. In: Vozzo, J. A. (Ed.). Tropical tree seed manual. Part II–Species Descriptions. p. 473.

Pennington, T. D. y J. Sarukhan. 2005. Árboles Tropicales de México. Tercera edición. Ediciones Científicas Universitarias. México. 523 p.

Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland, Oregon. USA. 231 p.

Weaver, P. L. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA, USA. SO-ITF-SM-64. 18 p.

4. La Investigación en Sistemas Agroforestales Maderables en México

La investigación en Sistemas Agroforestales del país es amplia y se considera antigua, aunque hay que reconocer que la literatura es abundante a partir de la última década del siglo XXI, por lo que la revisión realizada se enfoca a partir del año 2000.

Son las instituciones de más tradición en la enseñanza e investigación en el manejo de los recursos naturales y, en especial, las de enseñanza forestal, las que más han realizado investigación de los sistemas agroforestales con enfoques diversos y que se han reportado en forma de artículos científicos, tesis de licenciatura y postgrado y folletos técnicos.

Destacan por sus aportes, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma Chapingo, a través de la División de Ciencias Forestales y del Centro Internacional de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable (CADS), el Colegio de Postgraduados en sus Campus localizados en la zona tropical del país, y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), entre otros. De estas Instituciones, el INIFAP, como institución del gobierno federal que tiene como misión la transferencia de tecnología, muestra a través de su página electrónica guías prácticas de campo para los usuarios que estén interesados en los sistemas agroforestales. Así mismo, distribuye folletos técnicos y trípticos con información de aplicación práctica en el campo.

En total se localizaron 78 documentos relacionados a la investigación en sistemas agroforestales maderables. Partiendo de ello, se aprecia que en su mayoría, se trata de tesis de postgrado y artículos científicos, como se muestra en la Figura 4.1.

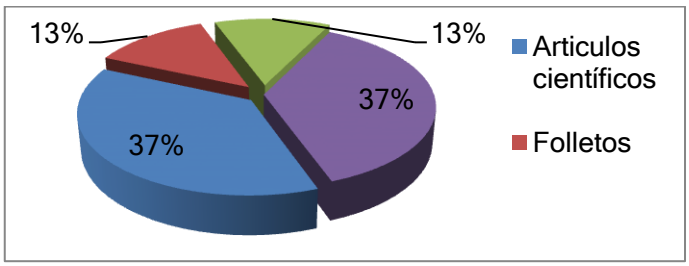


Figura 4.1. Documentos elaborados a partir de las investigaciones realizadas en Sistemas Agroforestales Maderables.

De la información analizada, puede decirse que los resultados de la investigación en sistemas agroforestales maderables, se han agrupado en los siguientes temas: Silvicultura, captura de Carbono, caracterización ecológica, biodiversidad, servicios ambientales, suelo, manejo y estudios socio-económicos (Figura 4.2).

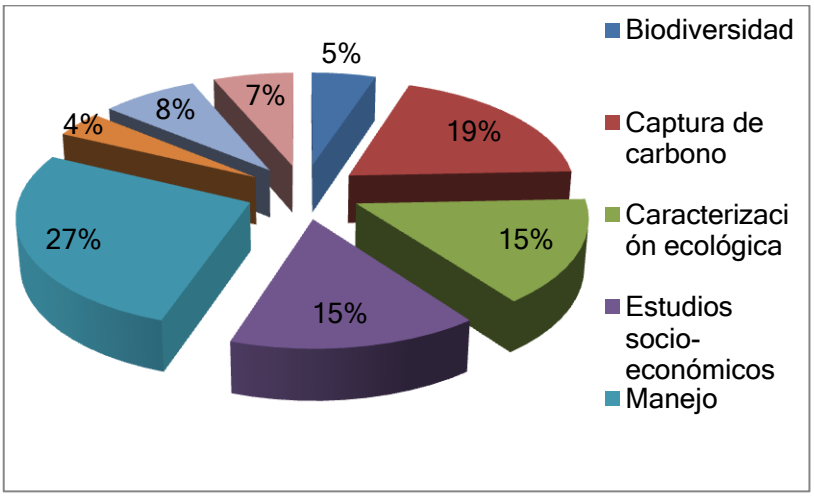


Figura 4.2. Principales temas abordados en la investigación sobre Sistemas Agroforestales Maderables en México.

De acuerdo a la Figura 4.2., resalta la predominancia de las investigaciones sobre aspectos de manejo de los sistemas agroforestales (SAF) (27%). En este rubro se destaca el estudio sobre árboles de uso múltiple (Contreras, 2003; Coca, 2005) y estudios en sistemas silvopastoriles en todos los ecosistemas del país: tropical, árido y semiárido y templado frío (Camargo, 2004; Hernández, 2006; López *et al*., 2001).

Por otro lado, en los últimos cinco años, se ha dado una importancia gradual a los trabajos de evaluación de captura de Carbono (19%), tema que ha sido abordado principalmente en revistas científicas y en tesis de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo (Anguiano *et al*., 2013; Ávila y Zamora, 2010; Callo *et al*., 2004; Casanova et al., 2011; Delgadillo y Quechulpa, 2007), y los estudios con enfoque socio-económicos y de caracterización ecológica (ambos con el 15%).

En la Figura 4.3., se muestra cada uno de los temas mencionados en el estudio y su frecuencia de publicación en los medios anteriormente mencionados. Puede observarse que los temas de manejo y captura de Carbono, son los abordados principalmente en tesis de postgrado y como artículos científicos. Los temas que se

abordan en folletos técnicos y de divulgación por parte del INIFAP son los aspectos socioeconómicos y manejo, y en menor escala los relacionados con Silvicultura, caracterización ecológica y captura de Carbono.

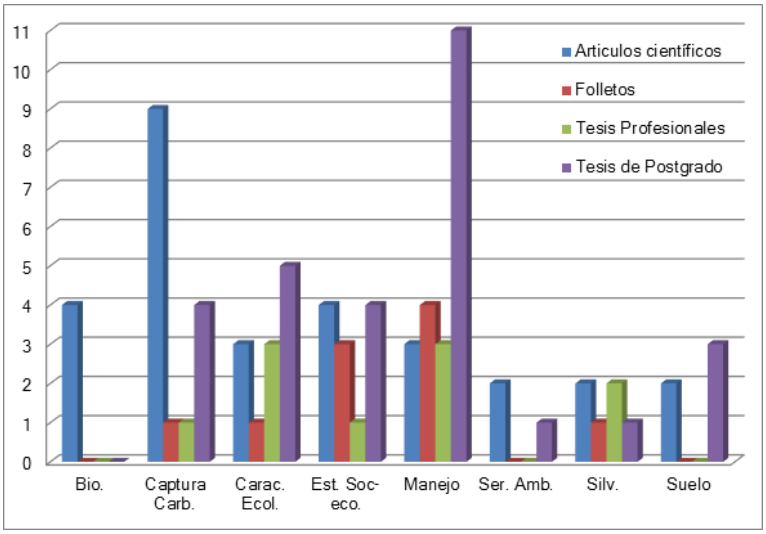


Figura 4.3. Frecuencia de temas de investigación de los Sistemas Agroforestales Maderables, considerando medio de difusión.

En la Figura 4.4., se observa que el 50% de los resultados de investigación han sido reportado a través de tesis de Licenciatura y de Postgrado, destacando la Universidad Autónoma Chapingo como institución líder en es este rubro y el 13% en forma de folletos técnicos y de divulgación, principalmente por el INIFAP.

Por otro lado, el 37% de los resultados de investigación han sido publicados en artículos científicos, que de acuerdo al análisis del Anexo 3, puede apreciarse un incremento de este tipo de aportaciones es notable a partir de 2007, destacando las publicaciones en las revistas Agrociencia y Chapingo Serie Ciencias Forestales, por un lado, y por otro, en revistas internacionales como Agroforestería de las Américas, Livestock Research for Rural Development, Acta Biológica Colombiana e Interciencia.

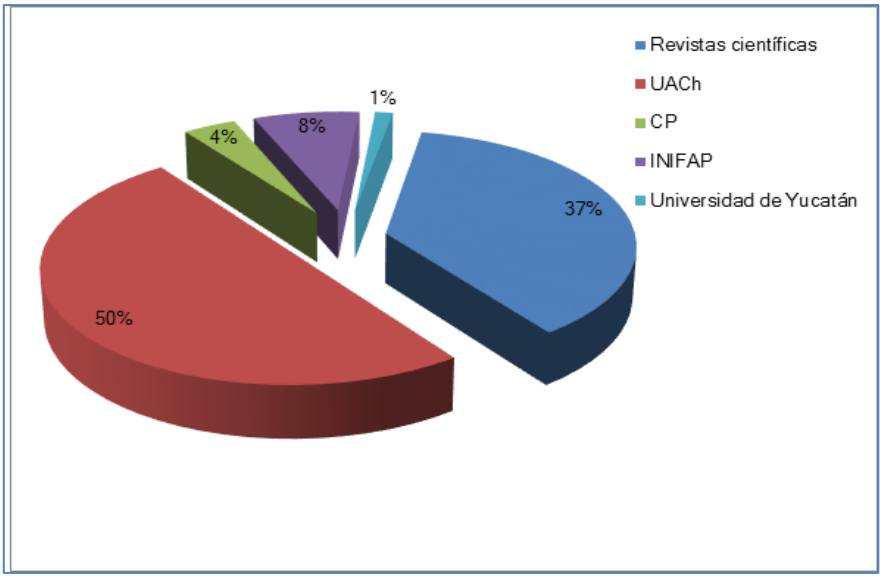


Figura 4.4. Porcentaje de publicaciones por institución y revistas científicas.

4.1. Especies estudiadas

En los Sistemas Agroforestales Maderables se presenta una amplia gama de especies mencionadas por los diferentes trabajos de investigación. Muchas de ellas son de uso local, mostrando con ello un interés económico limitado hasta cierto punto. A continuación se mencionan las especies que aparecen con mayor frecuencia en los estudios y cuya importancia tiene alcances a nivel regional o nacional (Cuadro 4.1.).

Cuadro 4.1. Especies maderables mencionadas con mayor frecuencia en estudios de SAF.

Especies	
Acrocarpus fraxinifolius	*Leucaena leucocephala*
Gmelina arborea	*Tectona grandis*
Cedrela odorata	*Inga jinicuil*
Ceiba pentandra	*Gliricidia sepium*
Quercus spp.	*Melia azedarach*
Swietenia macrophylla	*Brosimum alicastrum*
Pinus patula	*Pinus ayacahuite*
Acacia spp.	*Tabebuia rosea*

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Temas poco estudiados

Los temas a los que se han enfocado las investigaciones sobre sistemas agroforestales, responden a las necesidades tanto de generación del conocimiento adecuado de la biodiversidad, para el uso de las diferentes especies, y como fuente de opciones reales de mejora económica para los pequeños y medianos productores de las zonas rurales, destacando la información técnica generada por el INIFAP, las tesis de postgrado del CADS de la UACH, y en general de la Universidad Autónoma Chapingo (Anexo 2).

Los temas a los cuales se han dedicado pocos esfuerzos en la investigación, se enlistan a continuación:

- Formas de propagación.
- Producción de plantas de calidad para incremento de diversidad.
- Conocimiento y manejo integrado de plagas y enfermedades.
- Estudios de factibilidad económica y financiera actualizados para diferentes regiones.
- Estudios de mercado y estrategias de comercialización a nivel nacional e internacional de los diferentes productos asociados a obtener.
- Biodiversidad, uso y promoción de las especies potencialmente útiles.
- Cuantificación y valoración adecuada de servicios ambientales tales como la recarga de acuíferos.

En un marco general, puede concluirse que las diferentes investigaciones en los SAF han generado tanto conocimiento, como opciones productivas a desarrollar, y que ofrecen una amplia gama de oportunidades para llevar a cabo proyectos productivos y nuevas investigaciones, las cuales deberán ser enfocadas en la mejora de los mismos sistemas o bien, el diseño e implementación de nuevos sistemas para incrementar la producción a nivel comercial y por ende mejorar el nivel de vida de los productores involucrados en la actividad y posiblemente la generación de divisas.

4.3. Literatura citada

Anguiano, J. M., Aguirre, J. y J.M. Palma. 2013. Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de Cocos nucifera, Leucaena leucocephala Var. Cunningham y Pennisetum purpureum. Avances en Investigación Agropecuaria 7(1): 149-160.

Avila B., C. y P. Zamora. 2010. Producción de hojarasca y materia orgánica en agroecosistemas cafetaleros marginales de Ocotal Chico, Veracruz, México. Polibotánica 30: 69-87.

Callo, A., I. Rajagophal y I. Krishnamurthy. 2004. Secuestro de carbono por sistemas agroforestales en Veracruz. Ciencia UANL 7(2): 60-65.

Camargo S., L. and S.S.Dhillion. 2004. Use and management of Mimosa species in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, a tropical semi-arid region in Mexico (Fabaceae-Mimosoideae). Rev. Biol. Trop. 52 (4): 845-851.

Casanova, F., J. Petit-Aldana y J. Solorio-Sánchez. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1): 5-11.

Coca, L., S. 2004. Agroecosistemas tradicionales con potencial agroforestal, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. 166 p.

Contreras G., J.A. 2003. Sistemas agroforestales y adopción de árboles de uso múltiple: estudio de caso con productores en Calakmul, Campeche y zona Maya, Quintana Roo. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. 113p.

Delgadillo R., M. y M.S. Quechulpa. 2007. Inventario de carbono y caracterización de tres sistemas agroforestales en localidades de los municipios de Salto de Agua, Chilon y Comitán del Estado de Chiapas, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. 96 p.

López M., G. Jiménez, B. de Jong, S. Ochoa y J. Nahed. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Vet. Méx. 32 (2): 93-102.

Nota: El resto de la literatura consultada y analizada para este capítulo se cita en el Anexo 2

5. Aceptación de los Sistemas Agroforestales Maderables entre los propietarios de terrenos

5.1. Introducción

El Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) fue creado en 1997 para apoyar el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en México, con el objetivo principal de contribuir a satisfacer la demanda de productos forestales, mejorando así el déficit en la balanza comercial de estos productos (Sosa-Cedillo, 2012). Este apoyo se da a través de la asignación de recursos federales, como una compensación parcial de los gastos generados durante el establecimiento y mantenimiento inicial de las plantaciones (CONAFOR, 2012).

Un objetivo paralelo era el desarrollo de alternativas sustentables de diversificación productiva mediante la reconversión al uso forestal de terrenos anteriormente desmontados con fines agrícolas o pecuarios (Sosa-Cedillo, 2012). Los sistemas agroforestales, como sistemas integrales de producción que ayudan a mantener la productividad, proteger los recursos naturales y satisfacer necesidades económicas y sociales de los productores, son entonces una alternativa para la consecución de tan importante objetivo.

El Programa Forestal y de Suelos 1995-2000 estableció como una de sus metas, promover el establecimiento de 400 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales. Por su parte, en el Programa Estratégico Forestal 2000-2025 (PEF) se plantea la meta de tener 2 millones 600 mil ha de plantaciones establecidas para 2025. Para julio de 2012, se reportaba el establecimiento de 227 mil hectáreas (Fierros-González, 2012) desde la creación del PRODEPLAN, lo que habla del no cumplimiento de la meta establecida para el 2000 y de lo complicado que se observa el alcanzar la meta establecida en el PEF, si no se incrementan sustancialmente los ritmos de plantación actuales.

Una de las fortalezas planteadas en el PEF es la existencia estimada de 10.7 millones de hectáreas con características apropiadas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. El PEF estableció como objetivos de las plantaciones forestales comerciales los siguientes:

- Aumentar la producción maderable
- Reducir la presión sobre los bosques maderables
- Convertir áreas degradadas o improductivas en bosques
- Mejorar el ambiente y aumentar la recarga de mantos acuíferos
- Fomentar la inversión privada y social en el sector forestal

Para su logro, se mencionan las siguientes estrategias:

- Crear las condiciones para establecer plantaciones forestales industriales en gran escala
- Promover el establecimiento de plantaciones agroforestales y silvopastoriles de especies maderables y no maderables con pequeños productores
- Proporcionar los apoyos necesarios para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales

No obstante el potencial alto que existe en México para el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales, su establecimiento no ha despuntado de acuerdo a lo que se tenía contemplado desde el inicio del PRODEPLAN y, al ritmo actual, luce complicado que se alcancen las metas estipuladas en el PEF. Esto se debe en parte a que los dueños o poseedores de los terrenos no encuentran atractiva esta actividad debido a que los proyectos de plantaciones requieren de inversiones considerables que involucran plazos más largos que los agropecuarios para obtener retornos financieros.

En este contexto, surgen los sistemas agroforestales (SAF) como una alternativa para potenciar el desarrollo de las plantaciones forestales. Dentro de la amplia variedad de SAF que hay (Capítulo 1), los Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM), que son SAF en los que el componente leñoso es maderable, son los que pueden contribuir al desarrollo de las plantaciones. Esto puede lograrse de la siguiente manera:

a) Los sistemas agroforestales poseen características que permiten incrementar la productividad y sustentabilidad. Uno de los objetivos de las plantaciones forestales es “convertir áreas degradadas o improductivas en bosques”. Si estas áreas se quieren incorporar a la producción al mismo tiempo que revertir su degradación, los SAFM tienen mayores

posibilidades de éxito en tales condiciones que las plantaciones forestales comerciales.

b) Los productores pequeños pueden ser más fácilmente convencidos de establecer plantaciones si observan que, al mismo tiempo que los árboles se desarrollan, pueden obtener productos agrícolas o animales. Esta aceptación puede deberse a dos factores: mayor familiaridad con los productos agropecuarios (y por lo tanto mejor aceptación del SAFM que de PFC), y obtención de beneficios desde el primer año de establecimiento, pues la venta o consumo de productos agrícolas genera dividendos que los árboles, por el tiempo que tardan en desarrollarse, no pueden ofrecer.

c) Esto último puede ser atractivo incluso para plantadores de grandes extensiones, pues la obtención de productos agrícolas durante los primeros años puede generar un flujo de caja que compense por los fuertes gastos iniciales del establecimiento y mantenimiento de los árboles.

Una de las alternativas para asegurar el éxito de estos programas que favorecen el establecimiento de las PFC, es impulsar su desarrollo en las áreas de frontera entre las zonas forestal y agrícola, las cuales enfrentan retos importantes, como la deforestación, una creciente demanda de productos de los árboles y degradación ambiental de las tierras agrícolas. El establecimiento de PFC en estas zonas contribuiría enormemente a la solución de dicha problemática. Una manera de facilitar la adopción de las PFC entre los poseedores o dueños de estos terrenos, sería a través del establecimiento de sistemas agroforestales maderables.

Se han realizado evaluaciones de PFC, pero considerando al programa como un todo y sin tratar el tema específico de los sistemas agroforestales. Así, las actividades agroforestales, dentro del Programa de PFC, han sido pobremente documentadas.

5.2. Aceptación de los SAFM

Algunas de las estrategias adecuadas para el desarrollo de la agroforestería han sido estudiadas por Current *et al*. (1995a). Este tipo de estudios sobre los sistemas agroforestales maderables hacen falta en México. Para incidir favorablemente en la adopción de los sistemas agroforestales maderables, es necesario entender los factores que hacen que estos sistemas sean aceptados, tales como los siguientes:

- Cuáles sistemas agroforestales son realmente redituables desde la perspectiva del productor,
- Cuáles sistemas agroforestales son adecuados para ciertas condiciones ambientales y económicas,
- Bajo qué condiciones los productores están dispuestos a invertir en sistemas agroforestales maderables,
- Hasta qué grado los subsidios son responsables de la adopción de los sistemas agroforestales maderables,
- Qué tipos y niveles de promoción y capacitación son necesarios para diseminar la información necesaria para favorecer el establecimiento de sistemas agroforestales,
- Cuáles son las principales limitantes para la aceptación y posterior adopción de la agroforestería,
- Qué acciones de política deberían implementarse para favorecer la aceptación de los sistemas agroforestales maderables

Intentando dar respuesta a algunas de estas preguntas, este estudio analizó los aspectos relacionados a la aceptación de sistemas agroforestales maderables implementados bajo el auspicio del Programa de PFC.

5.3. Evolución de los Sistemas Agroforestales Maderables establecidos bajo el Programa de PFC

Se han establecido numerosos proyectos desde la creación del PRODEPLAN en México. Sin embargo, como ya se comentó, es hasta recientemente (2011) que se creó la categoría de Plantaciones Agroforestales, propiamente dichas como parte de las Plantaciones Forestales Comerciales, al exigir que se especifique y cumpla con el sistema que se establecerá, ya que anteriormente únicamente se exigía una densidad diferente al resto de las PFC.

En los Cuadros 5.1. al 5.5. se presentan las especies de árboles y los cultivos asociados establecidos bajo diferentes modalidades de sistemas agroforestales maderables en las regiones tropical, templada y semiárida de México a partir del 2011.

Cuadro 5.1. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México.

Estados	Municipios	Superficie asignada (ha)	Especies forestales	Especies asociadas
Guerrero	Técpan de Galeana	25	*Cedrela odorata, Swietenia macrophylla y Cordia eleagnoides*	Coco
Guerrero	Atoyac de Álvarez	25	*Cedrela odorata*	Agrícola
Hidalgo	Tepehuacán de Guerrero	100	*Cedrela odorata*	Café
Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto	71	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz
Quintana Roo	San Felipe Bacalar	5	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz
Chiapas	Tuzantan	20	*Cedrela odorata y Tectona grandis*	Cacao
Chiapas	Tapachula	6	*Tectona grandis, Tabebuia donnell-smithii y Tabebuia rosea*	Mango
Oaxaca	Candelaria Loxicha	42	*Swietenia macrophylla, Tabebuia donell smithii y Cedrela odorata*	Café
Guerrero	Atoyac de Álvarez	60	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol
Guerrero	Atoyac de Álvarez	50	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz
Tamaulipas	San Fernando	162	*Eucaliptus camaldulensis*	Sorgo

Cuadro 5.2. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones templadas y semiáridas de México.

Estados	Municipios	Superficie asignada (ha)	Especies forestales	Especies asociadas
Guanajuato	San Felipe	50	*Pinus greggii*	Maíz, frijol
Guanajuato	Ocampo	200	*Pinus greggii*	Maíz, frijol
Tlaxcala	Sanctórum de Lázaro Cárdenas	30	*Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae*	Cebada, maíz, granos básicos
Tlaxcala	Nanacamilpa de Mariano Arista	79	*Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae*	Trigo, maíz
Puebla	Hueytamalco	22	*Pinus pseudostrobus*	Café
San Luis potosí	Santo Domingo	100	*Prosopis spp.*	Opuntia sp.

Cuadro 5.3. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México

Estados	Municipios	Superficie asignada (ha)	Especies forestales	Especies asociadas
Puebla	Acateno	50	*Swietenia macrophylla*	Zacate forrajero
Tabasco	Tacotalpa	27	*Cedrela odorata*	*Elaeis guineensis*
Veracruz	Tampico Alto	25	*Gmelina arborea*	*Laucaena* spp.
Michoacán	Apatzingán	50	*Gmelina arborea, Tectona grandis y Eucalyptus camaldulensis*	*Laucaena* spp.
Tabasco	Huimanguillo	83	*Eucalyptus* spp.	*Brachiaria humidicola*
Tamaulipas	Altamira	118	*Gmelina arborea, Tectona grandis y Eucalyptus camaldulensis*	*Brachiaria brizantha*
Nayarit	San Blas	25	*Tabebuia donnell-smithii, Tabebuia rosea*	Pasto insurgente
Nayarit	Acaponeta	35	*Eucalyptus* spp.	Leucaena, Capomo y Guásima
Nayarit	Tecuala	25	*Tabebuia donnell-smithii, Gmelina arborea y Cedrela odorata*	*Leucaena*

Cuadro 5.4. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones templadas y semiáridas de México.

Estado	Municipio	Superficie asignada (ha)	Especies forestales	Especies asociadas
Nuevo León	Anáhuac	56	*Prosopis glandulosa*	Pradera
Nuevo León	Anáhuac	53	*Prosopis glandulosa*	Sorgo forrajero, hortaliza
Nuevo León	Anáhuac	36	*Prosopis glandulosa*	Zacate forrajero
Nuevo León	Anáhuac	67	*Prosopis glandulosa*	Zacate buffel
Nuevo León	Anáhuac	75	*Prosopis glandulosa*	Zacate buffel
Sonora	Hermosillo	44	*Prosopis* spp.	Graminea nativa
Querétaro	Amealco de Bonfil	20	*Pinus greggii*	Cebada
Querétaro	El Marqués	25	Pino greggii (*Pinus greggii*), Mezquite (*Prosopis laevigata*)	Alfalfa

Cuadro 5.5. Sistemas Agroforestales Maderables establecidos en regiones tropicales de México.

Estado	Municipio	Superficie asignada (ha)	Especies forestales	Especies asociadas
Guerrero	Atoyac de Álvarez	50	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto
Guerrero	Atoyac de Álvarez	50	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto
Guerrero	Atoyac de Álvarez	100	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto
Guerrero	Atoyac de Álvarez	124	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto
Guerrero	Atoyac de Álvarez	50	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto
Guerrero	Atoyac de Álvarez	169	*Cedrela odorata y Swietenia macrophylla*	Maíz, frijol, pasto

5.4. Revisión de factores que influyen en la adopción de los sistemas agroforestales maderables

5.4.1. Factores en las decisiones de adopción

La disponibilidad o restricciones de tierra, mano de obra y capital, parecen tener tanta o más influencia en la adopción que el beneficio financiero (Dewees, 1993; Scherr, 1992). Los sistemas agroforestales varían en requerimientos de recursos, por lo que la selección de un sistema agroforestal estará limitada por la disponibilidad de recursos.

Por ejemplo, sistemas como los huertos caseros (Fernandes y Nair, 1986; Nair, 1993; Méndez *et al*., 2001) y el cultivo en callejones (Kang y Wilson, 1987) pueden requerir de mano de obra intensiva, mientras que los sistemas con árboles pueden ser menos intensivos en mano de obra, pero requerir mayores extensiones de tierra.

Una ventaja potencial de la agroforestería es que las operaciones de manejo de los árboles pueden llevarse a cabo durante períodos de baja demanda de trabajo por parte del cultivo agrícola. De hecho, algunos estudios muestran que este factor influye decisivamente en la adopción.

Current y Juarez (1992) encontraron que los finqueros dedican más tiempo a la extracción de leña durante períodos de baja actividad agrícola, contribuyendo con ello a bajar los precios al incrementar la oferta de leña.

Uno de los sistemas agroforestales que parecía altamente promisorio, el cultivo en callejones, ha visto fuertemente limitada su adopción, debido a que sus altas demandas de mano de obra para la poda entraron en conflicto con la necesidad de actividades importantes para los cultivos (Kang y Wilson, 1987; Kass, 1987). Los sistemas agroforestales intensivos, tales como el cultivo en callejones, son menos atractivos para aquellos productores con tierra disponible para el barbecho (Current e*t al*., 1995b).

En su revisión de 21 proyectos agroforestales en Centroamérica y el Caribe, Current *et al*. (1995b) encontraron que el nivel de intensidad de manejo que es económico para los finqueros, depende de factores como la escasez de recursos forestales, el nivel y composición de la demanda, el costo de oportunidad de usos

alternativos de los recursos tierra, mano de obra y capital, y el costo de producción relativo al costo de sustitutos disponibles para los productos y servicios de los árboles.

Se encontró, por ejemplo, que en Panamá, los sistemas de barbecho tradicionales (agricultura migratoria o roza-tumba-quema), usados para recuperar suelos y extraer productos forestales son un sistema extensivo bastante redituable en donde hay una alta disponibilidad de tierra, mientras que en áreas en que la tierra es limitada, como en El Salvador o las tierras altas de Guatemala, se encuentran los más altos niveles de intensidad en el manejo de los sistemas agroforestales.

5.4.2. Hallazgos sobre la adopción

La elección de una especie de árbol en particular para usarse en tecnologías agroforestales depende de varios factores, tales como los siguientes:

- Familiaridad del productor con la especie
- Crecimiento
- Valor de mercado
- Facilidad de propagación y manejo
- Opciones de uso múltiple
- Interacción con cultivos
- Disponibilidad
- Recomendaciones de proyectos o programas
- Efectos ambientales

En el pasado, los proyectos manifestaron una tendencia a proponer y trabajar con especies introducidas. Recientemente, esta situación ha cambiado en la dirección opuesta, al manejar sólo especies nativas. Los productores parecen preferir una mezcla de especies.

Se ha visto que los proyectos agroforestales pueden ser de más utilidad a los productores si se les provee información sobre el comportamiento y requerimientos de recursos de una variedad de especies y de diseños agroforestales, en lugar de ofrecerles sistemas estándar.

Este esquema tiene dos implicaciones importantes para los programas promocionales. Primero, es recomendable ofrecer una gama amplia de especies y sistemas y permitir que los productores seleccionen los que sean más adecuados dados su recursos y necesidades.

Segundo, es probable que los productores modifiquen el diseño básico de los sistemas agroforestales, así que probablemente la información acerca del desempeño bajo diferentes condiciones y manejo sea más útil que sistemas diseñados rígidamente.

5.4.3. Adopción y asistencia técnica

Claramente, el desarrollo de los sistemas agroforestales maderables es un proceso que responde a incentivos económicos y necesidades de subsistencia, información cualitativa de los productores, de personal de los programas y de prestadores de servicios técnicos; sugiere que en muchos casos el efecto de mostrar especies de rápido crecimiento y sistemas que están rindiendo beneficios es un factor determinante en la expansión de los sistemas agroforestales. Tales efectos de demostración reducen los costos de promoción y aumentan la efectividad en la aceptación.

No obstante, aun cuando los sistemas agroforestales sean inherentemente redituables, parece ser necesaria alguna asistencia técnica para facilitar el proceso de adopción y proporcionar información sobre el manejo de especies arbóreas y configuraciones desconocidas para los productores.

Se observó que en los casos en que el prestador de servicios técnicos está más involucrado con todo el proceso de establecimiento y manejo de las especies y sistemas, la aceptación ha sido mayor.

El proceso de difusión es lento, debido en parte al largo período de tiempo necesario para evaluar sistemas perennes y al desconocimiento de mercados para productos nuevos. Para acelerar la difusión y aceptación se requiere de acceso a una asistencia técnica a largo plazo.

El involucramiento de personas locales como técnicos o promotores ha probado ser un método exitoso y de bajo costo para la promoción de los sistemas agroforestales. Es también una manera de desarrollar capacidades y recursos

humanos locales para una difusión agroforestal continua más allá del período de los proyectos.

5.4.4. Escala y ritmo de adopción

La adopción de SAF por los pequeños productores debería ser incremental y gradual dadas las necesidades de seguridad alimentaria y de reducción de riesgos, ya que estos productores enfrentan fuertes limitaciones de recursos y de posibilidades de manejo (Current *et al*., 1995b). En su estudio en Centroamérica, ellos encontraron que, dentro de cualquier grupo de tamaño de fincas, hubo relativamente una mayor aceptación y adopción de los proyectos agroforestales entre las fincas más grandes. Esto se debe a que este tipo de productores pueden seleccionar prácticas agroforestales y adaptar su manejo de acuerdo a su disponibilidad de recursos de mano de obra, capital y tierra, de una mejor manera que productores más pequeños.

Lo anterior tiene implicaciones importantes para una implementación y aceptación exitosa de los SAFM. Una aceptación significativa puede requerir de períodos de entre 5 y 10 años. Una implementación progresiva y no muy rápida debería ser el enfoque si los productores dependen fuertemente de sus cultivos para subsistir, pues un plan de plantación de árboles muy agresivo podría ponerlos en un fuerte riesgo. Comenzar con algunos productores con sistemas que ofrezcan beneficios continuos y a largo plazo sería la mejor manera de ir incorporando paulatinamente a más productores a los SAFM.

5.5. Aceptación de SAFM por los beneficiarios de la CONAFOR

Las razones para establecer SAFM son muy variadas. En general, se pueden agrupar en cuatro grandes categorías. La cuarta parte de los productores decidió establecer SAFM para generar empleo; esto significa que su interés principal era obtener el apoyo que la CONAFOR. El resto de los productores manifiesta razones que reflejan un buen conocimiento acerca de cómo los SAFM podían ayudar a resolver algunas de sus expectativas de manejo de sus predios, como la obtención de productos arbóreos (principalmente madera), contribuyendo con ello al mejoramiento económico y ambiental del sistema (Cuadro 5.6).

Cuadro 5.6. Motivos por los que los beneficiarios deciden establecer SAFM

Objetivo	% de beneficiarios
Como fuente de empleo	24
Para incrementar la producción de árboles en áreas de la parcela	19
Para mejorar el entorno ambiental del predio	38
Para tener una mejora económica	19

Todos los beneficiarios consideran que los SAFM ofrecen beneficios y, si bien algunos manifiestan alguna conciencia ambiental al considerar que los árboles en sus terrenos de cultivo aumentan la cobertura arbórea a nivel paisaje, las dos terceras partes de los beneficiarios ven la futura obtención de ingresos por la cosecha de los árboles como el principal beneficio de los SAFM.

Los problemas a los que se enfrentan los productores durante el establecimiento y manejo de los SAFM son muy variados. Las mayores dificultades enfrentadas son de tipo económico, pues comprenden el 43% de los problemas de los beneficiarios. Este tipo de problemas tiene que ver con cuestiones como falta de recursos para la inversión, para infraestructura (como construcción de caminos) y como el costo de mano de obra. En segundo lugar, las dificultades más mencionadas son de tipo biofísico, las cuales fueron mencionadas en el 31% de los casos. Aquí abundan los problemas de plagas, los cuáles son mencionados recurrentemente sobre todo en el

caso de plantaciones de meliáceas. El otro tipo de problemas biofísicos está relacionado con limitaciones del ambiente para la producción, como falta de lluvias, temperatura excesiva o pendientes muy inclinadas. El 19% de las dificultades está relacionado con problemas de tipo social, como pérdida de árboles debida a vandalismo por problemas con vecinos o maltrato de las plantas por cazadores que invaden los predios. Finalmente, el 7% menciona problemas de tipo institucional, que básicamente se refiere a una noción de que los trámites burocráticos en la CONAFOR y la SEMARNAT son complejos y tardados (Figura 5.1).

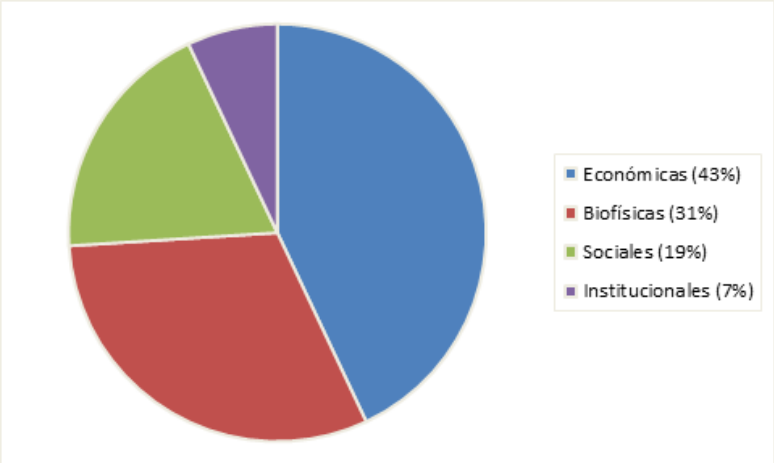


Figura 5.1. Dificultades enfrentadas por los beneficiarios para el establecimiento de SAFM.

En este sentido, la asesoría técnica, tanto por parte de los prestadores de servicios técnicos (PST) como del personal de la CONAFOR juega un papel muy importante en la resolución de problemas a los que se enfrentan los beneficiarios durante el establecimiento y manejo de los SAFM.

Sólo las dos terceras partes de los beneficiarios tienen clara la existencia de un mercado adecuado para sus productos maderables.

Un aspecto importante que debe tomarse en cuenta es el de los subsidios. Todos los beneficiarios, por las razones expuestas anteriormente y a pesar de algunas dificultades que enfrentan, han aceptado bien a los SAFM. Consideran que son valiosos y que les traerán beneficios en el futuro. Sin embargo, los apoyos otorgados

por la CONAFOR son el vehículo que les ha permitido establecer estos sistemas agroforestales. Básicamente, de no contar con los subsidios, el 89% de los productores no habría establecido los SAFM (Cuadro 5.7). La importancia de los subsidios se observa también la realización de las actividades de manejo del SAFM. Los beneficiarios también se muestran poco dispuestos a realizar algunas actividades de manejo, y es notorio que conforme perciben que la actividad es más costosa de realizar, menos disposición muestran a realizarla, como es el caso de los aclareos y la apertura y mantenimiento de caminos. Hay mayor disposición a realizar otras actividades, ya que no las perciben como actividades tan costosas (limpias), hay mayor convencimiento de la necesidad de hacer la actividad (mientras que la mayoría de beneficiarios no advierte el beneficio de los aclareos, sí piensan que las podas y combate de plagas son muy necesarios) o están acostumbrados a realizar la actividad, como en el caso de las limpias y las brechas cortafuego (Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7. Disposición de los beneficiarios a realizar las siguientes actividades en el supuesto de que no hubiera subsidios

¿Realizaría la siguiente actividad si no tuviera el apoyo de la CONAFOR?	Porcentaje de beneficiarios
Establecimiento del SAFM	11
Limpias	57
Podas	46
Aclareos	11
Tratamientos fitosanitarios	57
Caminos	18
Brechas cortafuego	46
Otras actividades	54

Por otro lado, se investigó sobre la opinión que tienen los encargados de promocionar los SAFM y asesorar a los beneficiarios (Prestadores de Servicios Técnicos y personal que trabaja en las áreas de Plantaciones Forestales Comerciales en las Gerencias Estatales de la CONAFOR) en cuanto a los factores que inciden en el establecimiento y aceptación de los SAFM. Ellos opinaron que los factores ambientales

más importantes para tener éxito en el establecimiento de SAFM son, ordenados de mayor a menor importancia, las condiciones agroecológicas y la calidad del sitio, la precipitación, la interacción entre las especies a establecer y la exposición del terreno (Figura 5.2).

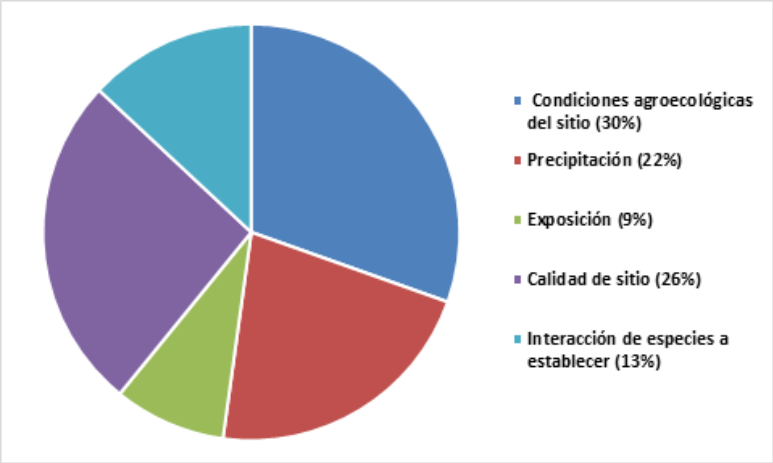


Figura 5.2. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores ambientales importantes para un establecimiento exitoso de un SAFM.

Al cambiar ligeramente la pregunta, y preguntar sobre los factores ambientales importantes para que los SAFM implementados resulten aceptados por los beneficiarios, los porcentajes de las respuestas cambian ligeramente (Figura 5.3), pero no se altera el orden de los factores; es decir se sigue considerando más importante a las condiciones del sitio y menos importante a la exposición; pero la importancia relativa de cada factor ambiental es igual para el éxito en la implementación de un SAFM que para su aceptación por parte de los beneficiarios.

Sin embargo, cuando se hacen las mismas preguntas pero acerca de la opinión sobre los factores socioeconómicos, se obtienen resultados diferentes. Los entrevistados opinan que el factor socioeconómico que es ligeramente más importante para un establecimiento exitoso del SAFM son los costos de manejo, mientras que la rentabilidad total del sistema o que haya un mercado para la especie, quedan en un cercano segundo lugar (Figura 5.4). Pero al preguntar sobre la opinión con respecto a

los factores que inciden mayormente sobre la aceptación por parte de los productores, el factor más importante resulta ser la existencia de un mercado adecuado para la especie maderable que forma parte del SAFM (Figura 5.5).

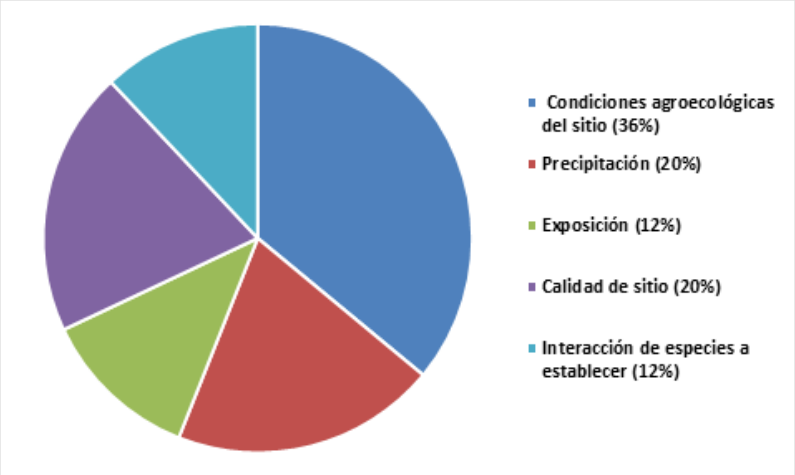


Figura 5.3. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores ambientales importantes para la aceptación de un SAFM por parte de los beneficiarios.

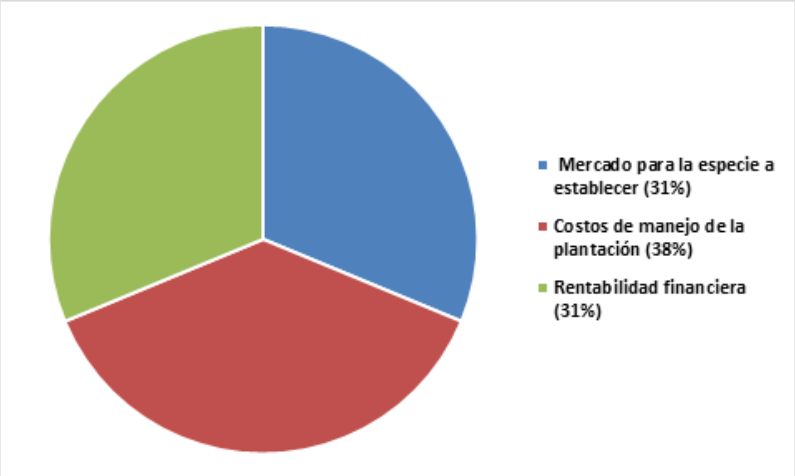


Figura 5.4. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores socioeconómicos importantes para un establecimiento exitoso de un SAFM.

Figura 5.5. Opinión (en porcentaje) de PST y Personal de la CONAFOR acerca de los factores socioeconómicos importantes para la aceptación de un SAFM por parte de los beneficiarios.

Esto habla de la conciencia que existe por parte de los PST y personal de CONAFOR sobre los aspectos relevantes que influyen en la aceptación de un SAFM y que no necesariamente son los mismos que tienen que ver con su éxito financiero, ecológico o productivo. Esto coincide con lo reportado en varios estudios revisados al principio del presente capítulo sobre adopción de SAF y es algo que debe ser tomado en cuenta para los mecanismos de promoción de los SAFM (ver Capítulo 8).

5.6. Consideraciones finales

En cierta forma, la agroforestería es similar a los sistemas de producción agrícola con los que los productores están familiarizados. Para tener éxito en la aceptación y adopción de los SAFM por parte de los productores pequeños, estos deben poder apreciar que el mayor número de especies, de configuraciones espaciales y temporales, de intensidades de manejo, de duración de los sistemas y de productos y usos múltiples les ofrecen ventajas comparativas en relación con los monocultivos.

Un aspecto fundamental para la aceptación de los SAFM tiene que ver con consideraciones económicas. En el Capítulo 6 se trata a fondo este tema, pero aquí conviene recordar que si un SAFM no proporciona beneficios económicos, difícilmente será aceptado. Los SAFM tienden a ser más redituables que los monocultivos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, sobre todo en el caso de productores pequeños, las restricciones de tierra, mano de obra y capital, tienen mucho peso en la toma de decisiones. Un SAFM puede implementarse meramente por sus indicadores financieros, pero para que sea aceptado a largo plazo, deben considerarse también las condiciones y limitaciones de los productores.

Esto tiene sentido si se recuerda que, en general, los sistemas más redituables tienen asociados los riesgos de mercado más altos. Algunos sistemas marginalmente redituables pueden ser ampliamente usados para satisfacer necesidades específicas de subsistencia. Por ello, al momento de recomendar o promover los SAFM se debe ser sensible con los deseos y necesidades de los productores. La elección de un cultivo básico como cultivo asociado o de una especie que además de madera, proporcione también leña, podrá tener un mejor efecto en la aceptación a largo plazo de un SAFM, que árboles y cultivos de alto valor. Una vez que las necesidades básicas sean satisfechas, entonces puede haber un interés en las oportunidades de mercado.

5.7. Literatura citada

Current, D., E. Lutz y S. Scherr (eds.). 1995a. Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. World Bank Environment Paper No. 14. The World Bank, Washington. 212 p.

Current, D., E. Lutz y S. Scherr. 1995b. Adoption of agroforestry. En: Current, D., E. Lutz y S. Scherr (eds.), Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. World Bank Environment Paper No. 14. The World Bank, Washington. pp. 1-27.

Current, D. y M. Juárez. 1992. Estado presente y futuro de la producción y consumo de leña en El Salvador. San Salvador. CATIE/ROCAP. 137 p.

Dewees, P.A. 1993. Trees, land, and labor. World Bank Environment Paper No. 4. The World Bank, Washington. 52 p.

Fernandes, E. C. M. y P .K. R. Nair. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. Agricultural Systems 21:279-310.

Fierros- González, A.M. (*comp*. y *ed. téc*.). Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales: a 15 años de creación. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 151 p.

Fierros-González, A.M. 2012. Evolución y desempeño del PRODEPLAN. *In*: Fierros-González, A.M. (*comp*. y *ed. téc*.). Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales: a 15 años de creación. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. pp. 42-108.

Kang, B. T. y G. F. Wilson. 1987. The development of alley cropping as a promising agroforestry technology. En: Steppler, H. A. y P. K. R. Nair (eds.). Agroforestry: a decade of development. ICRAF, Nairobi, Kenya. pp. 227-243,

Kass, D. 1987. Alley cropping of annual food crops with woody legumes in Costa Rica. En: Beer, J. W., H. W. Fassbender y J. Heuveldop (eds.). Advances in Agroforestry Research: Proceedings of a Seminar. CATIE, Costa Rica. pp. 197-208.

Méndez, V. E., R. Lok y E. Somarriba. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socioeconomic importance. Agroforestry Systems 51:85-96.

Nair, P .K R. 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 499 p.

Scherr, S. 1992. Not out of the woods yet: challenges for economic research on Agroforestry. American Journal of Agricultural Economics (August): 802-808.

Sosa-Cedillo, V.E. 2012. Introducción. *In*: Fierros- González, A.M. (*comp*. y *ed. téc*.). Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales: a 15 años de creación. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. pp. 1-3.

6. Rentabilidad Financiera de los Sistemas Agroforestales Maderables

6.1. Introducción

Para que el establecimiento y diseminación de los SAFM sea efectivo, y que éstos contribuyan al incremento de la superficie de PFC en México, es necesario conocer los beneficios económicos que pueden proveer a los productores y a la sociedad en general. Las consideraciones económicas están entre los factores más importantes que determinan la viabilidad y el valor esencial de la agroforestería para el propietario de la tierra (Follis, 1993).

A partir de la década de 1980, se comenzó a dedicar un importante esfuerzo de investigación a la evaluación económica de la Agroforestería. Son básicos los trabajos de Hoekstra (1990) y Sullivan *et al*. (1992) al proveer de una síntesis detallada de los aspectos específicos y obstáculos encontrados en el enfoque económico de los proyectos agroforestales. Arnold (1983,1987), Etherington y Mathews (1983) y Follis (1993) también contribuyeron con trabajos importantes sobre la evaluación económica agroforestal y Scherr (1995) ha analizado la visión particular de los productores en el análisis económico de los sistemas agroforestales. A esto, habría que agregar el trabajo de revisión del potencial de los sistemas agroforestales en regiones tropicales y templadas de México realizado por Musálem (2002) en el que incluye algunos datos relativos a la evaluación económica de los mismos.

Desde los años de la década de 1990, en México se ha generado un importante cuerpo de investigación en Agroforestería (Capítulo 4). Como es de esperarse, la gran mayoría de la investigación ha estado enfocada a los aspectos biofísicos de los sistemas agroforestales. Sólo hasta los años recientes, algunos estudios se han dedicado a investigar el valor financiero de los productos de los sistemas agroforestales, tales como cultivos, forraje, o madera y de los sistemas agroforestales en su conjunto, pero este tipo de estudios sigue siendo insuficiente. El interés reciente en los aspectos ambientales de los SAF puede aprovecharse para generar análisis económicos que incluyan los efectos ambientales, tales como fertilidad del suelo, protección de cuencas, captura de carbono, o conservación de la diversidad biológica, entre otros.

En el caso de los proyectos agroforestales establecidos bajo el auspicio del PRODEPLAN, sólo recientemente se solicitó que se incluyeran análisis económicos. Ahora bien, aunque ya se han realizado algunas evaluaciones económicas y financieras, en la mayoría de los casos se trata de evaluaciones de pre-implementación de los proyectos (*ex ante*). Es necesario que se hagan evaluaciones de los proyectos ya establecidos (*ex post*).

Hace falta información confiable, basada en condiciones reales de los proyectos, de costos y beneficios económicos que se supone que son inherentes a muchas de las combinaciones agroforestales. El Cuadro 6.1 resume estas necesidades de información. Además, en el caso de evaluaciones de costos y beneficios que se han realizado para algunos SAFM en lugares dados y bajo ciertas condiciones, establecer dichos SAFM en condiciones diferentes socioeconómicas y/o biofísicas diferentes, implicará la necesidad de una nueva evaluación económica.

La investigación necesaria debe aportar datos e información a estos supuestos costos y beneficios. Por ejemplo, estudios de factibilidad financiera de un proyecto de plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata*) en Catemaco, Veracruz, indican una buena adaptación del cedro rojo y tratamientos silvícolas que son bien aceptados y adecuados para la especie. Financieramente, el programa es rentable y económicamente conlleva beneficios adicionales como control de la erosión, regulación de la infiltración del agua, creación de empleos y mejoramiento en general del ambiente (Rojas Morales, 1995).

Las plantaciones agroforestales pueden resultar más atractivas para pequeños productores que las plantaciones puras. En plantaciones de primavera (*Roseodendron donnell-smithii*) en el estado de Chiapas, las plantaciones de primavera combinada con maíz mostraron una rentabilidad 27.9% superior a la primavera en monocultivo (Nava Rojas, 1995). Además, la distribución de los ingresos fue más homogénea durante la vida del proyecto.

Cuadro 6.1. Principales costos y beneficios de la agroforestería

Beneficios y oportunidades	Costos y limitantes
Mantiene o incrementa la productividad del sitio a través del reciclaje de nutrientes y la protección del suelo, a bajos costos de capital y mano de obra	Reduce la producción de cultivos anuales si los árboles compiten por el uso de tierra arable y/o afectan los rendimientos por sombra, competencia o alelopatía
Incrementa el valor de la producción de un área dada de tierra a través del intercultivo espacial o temporal del árbol y otras especies	Incompatibilidad de árboles con prácticas agrícolas como pastoreo, quemas, lo que implica dificultad para proteger a los árboles
Diversifica el rango de productos de un área dada, para a) incrementar la autosuficiencia, y/o b) reducir el riesgo al ingreso por impactos climáticos, biológicos o de mercado adversos	Los árboles pueden impedir el cultivo mecanizado y entonces a) incrementar costos de mano de obra si la mecanización es lo adecuado y/o b) inhibir los avances en las prácticas de cultivo
Dispersa las necesidades de mano de obra más regularmente durante el año, reduciendo los efectos de concentración de mano de obra	Donde la temporada de plantación está muy restringida, por ejemplo por las lluvias, la plantación puede afectarse por una poca mano de obra disponible
Genera disponibilidad de capital para enfrentar costos intermitentes o contingencias	El período de producción relativamente largo de los árboles retrasa la obtención de beneficios económicos, lo que puede afectar a los productores más pobres
Provee aplicaciones productivas para tierra, mano de obra y capital subutilizados	

Fuente: Arnold (1987)

Los árboles también aportan estabilidad al sistema. En una evaluación financiera del sistema agroforestal café-bracatinga (*Mimosa scabrella*) en la región de Zihuateutla, Puebla, con un horizonte de planeación de 6 años y una tasa de descuento del 6%, se obtuvieron los siguientes indicadores financieros: VAN de $70,436, Relación B/C de 2.48 y TIR de 87.84%. Se demostró, además, que la bracatinga es el elemento que da más apoyo por sus bajos costos de producción y altos beneficios (Cervantes Carrillo *et al*., 1995).

Los apoyos a las plantaciones pueden detonar su establecimiento aún más allá de las plantaciones que reciben un subsidio directo. De manera conservadora, se ha estimado que, por cada hectárea plantada con apoyos, se establecerá una hectárea adicional sin apoyo, lo que duplicaría los beneficios sociales y económicos. Asimismo, la asignación de apoyos para el establecimiento y mantenimiento progresivo de las plantaciones, garantizará un flujo permanente de beneficios sociales y económicos (CONAFOR, 2011).

6.2. El Análisis económico de los Sistemas Agroforestales Forestales Maderables

En la actualidad, en muchas regiones del país existe la práctica ancestral de cultivar diversas especies tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas en forma conjunta, en lo que se conoce como sistemas agroforestales. Una de las razones para realizar estas prácticas que los productores mencionan con más frecuencia, es que son sistemas que presentan más ventajas en comparación con los monocultivos.

Una de las formas para determinar si un sistema agroforestal es más eficiente que los monocultivos es comparando los indicadores financieros de ambas alternativas. A continuación se describen diversos resultados encontrados en la literatura donde se realizaron este tipo de comparaciones y los valores obtenidos para los principales indicadores financieros.

Existen diversos ejemplos publicados en la literatura, tanto en México como en otros países, que muestran las bondades de los sistemas agroforestales en comparación con los monocultivos u otras alternativas diferentes. Varios de los

estudios publicados muestran indicadores financieros favorables que permiten sustentar la eficiencia de los sistemas agroforestales.

En México existen estudios que muestran valores de la relación beneficio-costo desde 1.13 hasta 3.12 (Cuadro 6.2). Lo anterior significa que algunos sistemas agroforestales permiten recuperar la inversión realizada y lograr beneficios superiores al doble de la misma.

Los diferentes estudios realizados por el INIFAP en el estado de Michoacán describen algunas de las opciones más comunes sobre la efectividad financiera de los sistemas agroforestales en regiones de clima templado. Por otra parte, existen otras alternativas para la comparación (Tasa Interna de Retorno: TIR y Valor Actual Neto: VAN) que se muestran en los estudios realizados para zonas tropicales en los estados de Veracruz, Puebla, Morelos y Oaxaca (Cuadro 6.2). Los estudios consultados variaron en sus objetivos y metodologías, por lo que, si bien se intentó reportar los tres indicadores de rentabilidad (B/C, TIR, VAN), no en todos los casos fue posible.

Cuadro 6.2. Indicadores financieros para diferentes sistemas agroforestales en estudios realizados en México y América Latina.

Sistema Agroforestal	Estado	Especies maderables	Especies asociadas	Indicadores financieros	Fuente
Cultivo en Callejones	Veracruz	*Cedrela odorata*	Maíz	R B/C: 3.12 VAN: 12,736 TIR: 26%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Cultivo en Callejones	Veracruz	*Juglans pyriformis*	Maíz	R B/C: 1.84 VAN: 3,386 TIR: 18%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Cultivo en Callejones	Veracruz	*Roseodendron donnell-smithii*	Maíz	R B/C: 2.67 VAN: 12,974 TIR: 29%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Árboles asociados a cultivos perenes	Veracruz	*Cedrela odorata*	Café	R B/C: 3.06 VAN: 3,788 TIR: 21%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Árboles asociados a cultivos perenes	Veracruz	*Juglans pyriformis*	Café	R B/C: 1.71 VAN: 4,139 TIR: 18%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Árboles asociados a cultivos perenes	Veracruz	*Roseodendron donnell-smithii*	Café	R B/C: 2.89 VAN: 13,307 TIR: 27%	López-Sánchez y Musálem. 2007
Agrosilvopastoril	Veracruz	*Gmelina arborea*	Maíz Pasto insurgente	R B/C: 1.63 VAN: 7,889 TIR: 78%	Romo-Lozano *et al.*, 2012
Cultivo en Callejones	Michoacán	*Pinus pseudostrobus* *P. michoacana* *P. montezumae*	Pasto rhodes	R B/C: 1.87 VAN: TIR:	Sáenz-Reyes *et al.*, 2007
Cultivo en Callejones	Michoacán	*P. pseudostrobus* *P. michoacana* *P. montezumae*	Trigo Avena Maíz	R B/C: 1.14 VAN: TIR:	Sáenz-Reyes *et al.*, 2007
Cultivo en Callejones	Michoacán	*P. pseudostrobus* *P. michoacana* *P. montezumae*	Triticale Avena Maíz	R B/C: 1.26 VAN: TIR:	Sáenz-Reyes *et al.*, 2007
Cultivo en Callejones	Michoacán	*P. pseudostrobus* *P. michoacana* *P. montezumae*	Avena Ebo	R B/C: 1.56 VAN: TIR:	Sáenz-Reyes *et al.*, 2007
Cultivo en	Michoacán	*P. pseudostrobus*	Avena	R B/C: 1.31	Sáenz-Reyes

Sistema Agroforestal	Estado	Especies maderables	Especies asociadas	Indicadores financieros	Fuente
Callejones		*P. michoacana* *P. montezumae*		VAN: TIR:	*et al.*, 2007
Agroforestal	Morelos	*Dodonaea viscosa* (Chapulixtle)	Calabacita Melón Cebolla	R B/C: 3.07 VAN: TIR:	Zamudio *et al.*, 2005
Árboles asociados a cultivos perenes	Puebla	*Mimosa scabrella* (Bracatinga)	Café	R B/C: 2.48 VAN: TIR: 87.8%	Musálem-Santiago, M.A. 2002.
Árboles asociados a cultivos perenes	Puebla	*Mimosa scabrella* (Bracatinga)	Café	R B/C: 2.48 VAN: TIR: 87.8%	Musálem-Santiago, M.A. 2002.
Árboles en hileras	Oaxaca	ND	Maíz Frijol	R B/C: 1.13 VAN: TIR:	Palacios y Martínez.
Árboles en hileras	Tlaxcala	*Pinus leiophylla*	Maíz Frijol	R B/C: 2.3 VAN: 3,615 TIR:	Magdaleno *et al.*, 2005
Cultivo en Callejones	Costa Rica	*Gmelina arborea*	Maíz	R B/C: 1.79 VAN: 1,300 TIR:	Current *et al.*, 1995
Cultivo en Callejones	Colombia	*Cordia alliodora*	Cacao Plátano	R B/C: 1.35 VAN: 9,800 TIR: 30%	Ballesteros *et al.*, 2008
Cultivo en Callejones	Guatemala	*Alnus acuminata*	Maíz Frijol	R B/C: 3.11 VAN: 2,222 TIR:	Carrascosa R., M.M.
Taungya	República Dominicana	Eucalyptus	Maíz	R B/C: 2.10 VAN: 847 TIR:	Current *et al.*, 1995
Cortinas rompevientos Líneas de árboles	Perú	*Polylepis racemosa*	Papa	R B/C: VAN: 1,465 TIR: 23%	Arica y Yanggen. 2005.

6.3. Rentabilidad de las Plantaciones Forestales Comerciales vs Sistemas Agroforestales Maderables

Una plantación forestal comercial (PFC) es un negocio donde el dueño de la misma invierte bienes de capital para generar ganancias a través de la venta de los productos cosechados (González *et al*., 1990). Así, varias características de las inversiones en plantaciones condicionan las decisiones de los inversores entre diferentes alternativas; por ejemplo, una desventaja de las inversiones en PFC es el largo tiempo que se requiere para obtener utilidades.

Desde un inicio, se realiza una proporción muy alta de los gastos, y la mayor parte de los ingresos llegan al final del ciclo, lo cual aumenta la incertidumbre y el riesgo de las inversiones, entre otros factores, por los precios futuros de productos e insumos, así como los precios de comercialización del producto final de la plantación (Enters *et al*., 2003). En este sentido, los sistemas agroforestales maderables pueden ser una alternativa para obtener ingresos por la generación de productos agrícolas o pecuarios, durante los primeros años de establecimiento de la plantación, en los que los árboles se encuentran en pleno crecimiento y no generan ingresos.

En México, las primeras evaluaciones de PFC se empezaron a desarrollar a partir de la década de 1970 y fueron orientadas a evaluar las características físicas del crecimiento y desarrollo asociadas a las prácticas del cultivo (Ramírez y Torres, 1984). Debido a que el máximo rendimiento biológico de la plantación difiere del máximo rendimiento financiero, surgió la necesidad de incluir y evaluar a la plantación bajo una perspectiva de costos y beneficios actualizados. Para definir si un proyecto es o no viable, se requiere de la estimación de indicadores económicos y financieros (por ej., Tasa Interna de Retorno: TIR; Relación Beneficio-Costo: RB/C; y Valor Neto Presente: VNP) para la estimación de las ganancias.

Aunque escasa, en México existe información sobre estudios de simulación de escenarios de producción y rentabilidad en PFC. Algunos ejemplos incluyen a Protti (1982), Escárpita (1984) y Streber y Caballero (1986), quienes realizaron un análisis financiero utilizando indicadores como VNP, RB/C y TIR, incluyendo un análisis de sensibilidad.

En general, la rentabilidad disminuye cuando incrementan los costos de plantación, la tasa de interés o la longitud del turno comercial, o también cuando disminuye el número de árboles/ha al final del turno o el precio de la madera (Hernández y Prieto, 1992). Por el contrario, la rentabilidad de una plantación forestal se ve favorecida cuando existen costos bajos al inicio, retornos de ingreso tempranos (aclareos y/o cosecha) y bajos costos de mantenimiento (Hardcastle, 1999).

A continuación se presenta un análisis de plantaciones forestales con distintas especies en varias regiones del país. Los datos provienen de una revisión de literatura sobre varios trabajos de investigación y reportes consultados. La información vertida en este apartado es informativa y por tanto no se recomienda hacer extrapolaciones o generalizar la información. La información vertida y analizada es exclusivamente para las especies bajo estudio y condiciones de cada plantación. Es recomendable realizar una investigación sobre los costos, beneficios y rentabilidad financiera de las plantaciones forestales comerciales y de sistemas agroforestales maderables.

El Cuadro 6.3 muestra un concentrado de los indicadores de rentabilidad (con y sin subsidios), por turno, producto y especie de algunas Plantaciones Forestales Comerciales. La mayoría de los estudios analizados se ubican en los estados de Oaxaca, Puebla, y Veracruz. Las especies van desde preciosas, semipreciosas, y corrientes tropicales, hasta una combinación de éstas con cultivos agrícolas en sistemas agroforestales. El producto principal obtenido o a obtener es de aserrío y los turnos van en un intervalo de 12 a 30 años. Los estudios consultados variaron en sus objetivos y en su metodología, por lo cual sólo en uno de ellos se compararon los indicadores de rentabilidad calculados con y sin subsidio (Bravo, 2007). En los demás estudios, los análisis se hicieron tomando en cuenta sólo una opción: indicadores financieros calculados únicamente considerando los subsidios (Ibarra, 2004; Noguez, 2004), o calculados sin subsidios, ya sea porque no los recibieron, o porque la fuente consultada los excluyó del análisis (López, 2004; López y Musálem, 2007).

Cuadro 6.3. Indicadores financieros (con y sin subsidio), turno, productos y especie por estado, para PFC y PFC Agroforestales.

Estado	Especie	Productos	Turno (años)	Indicadores de rentabilidad					
				Con subsidio			Sin subsidio		
				VNP ($)	$R^{B}/_{C}$	TIR	VNP ($)	$R^{B}/_{C}$	TIR
Oaxaca	Cedro[1] (*Cedrela odorata*)	Aserrío	15	74,408.56	2.24	10.51	67,612.45	2.13	9.34
Oaxaca	Caoba[1] (*Swietenia macrophylla*)	Aserrío	15	74,408.56	2.24	10.51	67,612.45	2.13	9.34
Puebla	Teca[2] (*Tectona grandis*)	Aserrío	30	2,351,310.85	1.29	12.06	--------	------	-----
Veracruz	Cedro rosado[3] (*Acrocarpus fraxinifolius*)	Aserrío	21	2,105,267.70	1.62	27.85	--------	------	------
Veracruz	Cedro rojo[4] (*Cedrela odorata*)	Aserrío	18	----------	-------	-------	172,380.03	3.10	31.40
Veracruz	Cedro nogal[4] (*Juglans pyriformis*)	Aserrío	18	----------	-------	-------	47,271.11	2.01	18.37
Veracruz	Primavera[4] (*Tabebuia donnell-smithii*)	Aserrío	12	----------	-------	-------	79,211.59	2.01	21.24
Veracruz	Cedro rojo -Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	165,568.03	3.12	26.10
Veracruz	Cedro rojo-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	165,193.61	3.11	26.00
Veracruz	Cedro rojo-Café[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	149,245.07	3.06	21.30

Estado	Especie	Productos	Turno (años)	Indicadores de rentabilidad					
				Con subsidio			Sin subsidio		
				VNP ($)	R $^{B}/_{C}$	TIR	VNP ($)	R $^{B}/_{C}$	TIR
Veracruz	Cedro nogal-Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	44,016.81	1.84	17.70
Veracruz	Cedro nogal-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	47,767.01	1.85	18.40
Veracruz	Cedro nogal-Café[4]	Aserrío/Cultivo	18	----------	-------	-------	53,807.50	1.71	17.60
Veracruz	Primavera-Maíz[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	-------	-------	168,662.00	2.67	29.20
Veracruz	Primavera-Cacahuate[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	-------	-------	175,543.50	2.82	30.90
Veracruz	Primavera-Café[4]	Aserrío/Cultivo	12	----------	-------	-------	172,989.86	2.89	27.00

Donde: VNP= Valor Neto Presente; TIR= Tasa Interna de Retorno; R B/C= Relación Beneficio/Costo. Fuente: Elaboración propia y datos de [1]Bravo (2007), [2]Ibarra (2004). [3]Noguez (2004), y [4]López (2004) y López y Musálem (2007). Fuente: González (2011),

Al analizar los indicadores de rentabilidad, solamente para aquellos trabajos donde se incluye el análisis con subsidio, se observa que los indicadores reportados varían un poco. Por ejemplo, Ibarra (2004) y Noguez (2004) reportan VNP superiores a $2,100,000.00 por ha durante el turno en comparación al VNP encontrado por Bravo (2007), quien reporta valores superiores a 74,400.00 anuales por ha. Sin embargo, al extrapolar esta cantidad a un turno de 30 años, los resultados serían similares. No se recomienda hacer tal análisis, debido a que los estudios presentan condiciones diferentes, al menos con relación al turno (González, 2011).

Respecto a los indicadores de rentabilidad sin apoyos de CONAFOR, puede mencionarse que en todos los trabajos se reportan valores superiores a los criterios mínimos aceptables (Cuadro 54). Por ejemplo, para el VNP comprende intervalos que van entre $44,016.81 y $172,989.86, por ha por año, lo que significa muy buenas utilidades. Asimismo, con relación a la RB/C, los trabajos analizados indican intervalos entre 1.71 y 3.12., lo que indica que en el caso del valor mínimo (RB/C=1.71), por cada peso invertido se recobra ese peso y se obtiene una ganancia de $0.71, esto es el 71% de rendimiento. Para el valor máximo (RB/C=3.12) la tasa de rendimiento sería del 212%.

Con relación a las TIR reportadas, se observa que también son más o menos altas. El intervalo fluctúa entre 9.34 y 31.40. Consecuentemente, para que los trabajos sean rentables financieramente bajo este indicador, se requerirá que la tasa de interés comercial sea igual o menor al valor mínimo (9.34). De lo contrario, cuando el costo del dinero es superior a las TIR de algún trabajo reportado, se considera que ese proyecto no es rentable. Algunas implicaciones en el análisis de los indicadores de rentabilidad ya han sido revisadas en un estudio previo (CONAFOR, 2011).

Del análisis del Cuadro 6.3, se desprende que la rentabilidad de diferentes especies varía dependiendo de si se establecen mediante plantaciones puras o en sistemas agroforestales. La primavera (*Tabebuia donnell-smithii*) resulta más rentable si se establece en sistemas agroforestales, ya sea con maíz, cacahuate o café, que si se establece en plantaciones puras. El cedro nogal (*Juglans pyriformis*) parece más rentable si se establece en plantaciones puras, pues los indicadores financieros son menores en los sistemas agroforestales. En cuanto al cedro rojo (*Cedrela odorata*), la

elección de establecerlo en sistemas agroforestales o plantaciones puras estará más determinada por el cultivo alternativo elegido.

Ahora bien, algo que no reflejan los indicadores financieros presentados, es el flujo de costos y beneficios a lo largo del turno de la plantación. Con los sistemas agroforestales maderables del ejemplo del Cuadro 6.3, es posible obtener ingresos al cabo del primer año de establecimiento, en el caso de maíz y cacahuate (y de otros cultivos anuales en general), o bien al tercer o cuarto año en el caso de café (el tiempo puede variar con otros cultivos perennes). Se ha mencionado ya en este capítulo y en el previo, que la rentabilidad financiera no es el único, y ni siquiera el más importante, factor en la toma de decisiones que realizan los productores. La obtención de ingresos en estos primeros años puede ser un factor aún más importante que la rentabilidad financiera para que un productor pequeño o mediano se decante por el establecimiento de sistemas agroforestales maderables en lugar de plantaciones puras.

6.4. Costos y beneficios en SAFM

En el cuadro 6.4 se muestran los costos totales por hectárea asociados al turno completo de tres especies forestales (cedro rojo, cedro nogal y primavera) establecidas con tres diferentes cultivos (maíz, cacahuate y café) en sistemas agroforestales. Dichos costos consideran desde el establecimiento y el manejo durante todo el turno, hasta las actividades de cosecha final de la especie arbórea. Asimismo, en el caso de los cultivos agrícolas se consideran los costos de preparación del terreno, siembra, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades hasta la cosecha de los cultivos. Para el caso del café se consideró el trazo de la plantación, el trasplante de cafetos, fertilización, limpias, control de plagas y enfermedades, podas, control de sombra y la cosecha.

Además, el Cuadro 6.5 presenta los costos, ingresos, y ganancias netas de tres especies maderables usadas en Sistemas Agroforestales Maderables.

Cuadro 6.4. Costos totales, ingresos totales y ganancias netas por hectárea en cuatro tipos de sistemas agroforestales.

Especie	Concepto	Maíz	Cacahuate	Café	Avena
Cedro rojo	Costos totales $/ha	343,422.53	347,531.50	376,226.09	
	Ingresos totales $/ha	1’741,593.06	1’746,393.07	1’829,593.07	
	Ganancias netas $/ha	1’398,170.53	1’398,861.57	1’711,219.02	
Cedro nogal	Costos totales $/ha	331,037.41	329,889.91	328,281.41	
	Ingresos totales $/ha	897,560.65	902,360.63	985,560.63	
	Ganancias netas $/ha	566,523.24	572,470.72	657,279.22	
Primavera	Costos totales $/ha	352,399.96	347,129.96	347,739.96	
	Ingresos totales $/ha	1’223,060.58	1’224,660.58	1’257,060.58	
	Ganancias netas $/ha	870,660.62	877,530.62	909,320.62	
Pino*	Costos totales $/ha				10,937.00
	Ingresos totales $/ha				15,875.00
	Ganancias netas $/ha				4,938.00

Fuente: López-Sánchez y Musálem, 2007.
*Fuente: Sáenz-Reyes et al., 2010. Nota: En este caso sólo se reportan los costos, ingresos y ganancias correspondientes a un año del cultivo agrícola.

Cuadro 6.5. Costos totales, ingresos totales y ganancias netas por hectárea para tres especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales.

Concepto	Cedro rojo ($)	Cedro nogal ($)	Primavera ($)
Establecimiento	11,079.00	11,889.00	10,429.00
Manejo	184,408.04	119,413.00	78,898.00
Cosecha	131,121.46	175,115.41	231,182.96
Costo total	326,608.49	306,417.41	320,509.96
Ingresos totales	1'685,593.07	841,560.63	1'167,060.58
Ganancias netas	1'358,984.57	535,143.23	846,550.62

Fuente: López-Sánchez y Musálem, 2007.

Los costos totales por hectárea varían desde $328,281.41 para el caso de cedro nogal en asociación con café, hasta $376,226.09 en el caso de cedro rojo en asociación con café.

6.5. Conclusiones

En suma, se observa que los estudios analizados poseen indicadores de rentabilidad que van de aceptables a muy redituables. Lo anterior implica que el establecimiento de sistemas agroforestales maderables se compara favorablemente con las plantaciones forestales y que en condiciones similares a los estudios reportados, representan negocios atractivos dado que su rentabilidad es aceptable y competitiva.

Si bien hacen falta más investigaciones, la rentabilidad total del sistema parece tener más que ver con la especie maderable plantada que con los cultivos asociados. Para un sitio dado, las posibles combinaciones entre especies maderables y asociadas indican que, independientemente del cultivo asociado, los indicadores financieros son muy similares si la especie maderable es una misma. Por el contrario, dichos indicadores difieren fuertemente si la especie maderable empleada cambia, aunque el cultivo asociado sea el mismo. Básicamente esto es consecuencia de que, para un mismo sistema, arreglo y densidad, los costos son prácticamente iguales, pero los beneficios difieren en función del precio de la madera de la especie leñosa usada. Esto tiene implicaciones importantes para la elección de las especies maderables a usarse en los SAFM, y debe ser algo a tomar en cuenta al momento de realizar la promoción de los SAFM (Capítulo 8) entre los productores.

Lo anterior no significa que deban preferirse especies maderables únicamente y no usar especies asociadas. En general, los análisis financieros muestran que las plantaciones agroforestales son más redituables que las plantaciones puras. Además, algo que los indicadores totales no reflejan es cómo se distribuyen los ingresos durante la duración del proyecto. Los cultivos asociados contribuyen no sólo a aumentar la magnitud total de los beneficios, sino que permiten obtenerlos desde etapas tempranas de los proyectos.

Sin embargo, la investigación económica sobre los SAFM es escasa para poder concluir razonablemente acerca de los costos y beneficios de una gran variedad de sistemas. La investigación realizada en instituciones académicas es, por el momento,

insuficiente. Los proyectos que son sometidos al PRONAFOR para la obtención de apoyos contienen análisis económicos *ex ante*, que por lo general no son corroborados ni validados. La CONAFOR debería coordinar con instituciones académicas la evaluación financiera de los proyectos agroforestales maderables establecidos bajo la Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales. Esto no sólo sería de gran utilidad para la misma CONAFOR, sino que se convertiría en un aporte muy necesario para la investigación agroforestal en México.

6.6. Literatura citada

Arica, D. S. y D. Yanggen. 2005. Análisis de la viabilidad económica y la adopción de la agroforestería en los Andes del Norte de Perú: estudio de caso realizado de barreras vivas en la microcuenca La Encañada, Cajamarca, Perú. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 30 p.

Arnold, J.E.M. 1983. Economic considerations in agroforestry projects. Agroforestry Systems 1:299-311.

Arnold, J.E.M. 1987. Economic considerations in agroforestry. In: Steppler, H.A. and Nair, P.K.R. (eds.). Agroforestry: A decade of development, pp. 173-190. ICRAF, Nairobi, Kenya.

Ballesteros P., W., H. R. Ordóñez J., y J. F. Navia E. 2009. Diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacifico de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas 26(1):29-41.

Bravo M., A. 2007. Estimación maderable y evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales de cedro y caoba en Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado Forestal, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 86 p.

Carballo Z., C. A. 1994. Proyectos de plantaciones forestales en México: evaluación financiera y económica. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 107 p.

Carrascosa R., M. M. 1995. Análisis financiero y económico de la adopción de sistemas agroforestales en San Martín Jilotepeque para la especie forestal *Alnus acuminata*. Tesis de Licenciatura. Universidad Francisco Marroquín. Facultad de Ciencias Económicas. Guatemala, Guatemala. 28 p.

Cervantes Carrillo, O.; Zamudio Sánchez, F.; Serrano Gálvez, E.; Musálem, M.A; Torres Pérez, J. A. 1998. Evaluación financiera de un sistema agroforestal en la Región de Zihuateutla, Puebla. In MUSÁLEM, M. A. Curso de Sistemas Agrosilvopastoriles. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp.1-10.

CONAFOR. 2011. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Estudio realizado en 2008 por el Colegio de Postgraduados, CONAFOR, Zapopan, Jalisco. 448 p.

Current, D., E. Lutz, y S. Scherr. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: experiencia en América Central y El Caribe. Informe Técnico No. 268. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 39 p.

Enters,T., P. B. Durst y C. Brown. 2003. ¿Cómo promover las plantaciones forestales? Incentivos para la arboricultura en Asia y el Pacífico En: rentabilizar los bosques. FAO, UNASYLVA 54 (212). Revista electrónica. http://www.fao.org/docrep/005/y4744s/y4744s03.htm

Escárpita H., J. 1984. Plantaciones forestales comerciales de La Sabana: estudio de un caso. En: XIV Reunión del Grupo de Mejoramiento Genético Forestal.

Durango, Méx., 9-12 de Octubre, 1984. Ciclo de Conferencias. COFAN-FAO. pp. 157-170.

Etherington, D. y Mathews, P. 1983. Approaches to the economic valuation of agroforestry farming systems. *Agroforestry Systems* 1: 347-360.

Follis, M.B. Jr. 1993. Economic considerations. *In*: Nair, P.K.R. An introduction to agroforestry. Kluwer. Dordrecht, The Netherlands. pp. 385-411.

González G., M. de J. 2011. Aspectos económicos. *In*: Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Estudio realizado en 2008 por el Colegio de Postgraduados, CONAFOR, Zapopan, Jalisco. 448 p.

González G., M. de J., M. Mendoza B., G. Bueno de A. y S. A. Winter. 1990. Representación de la empresa forestal en un sistema económico. Agrociencia 1 (1):65_82.

Hardcastle, P. D. 1999. Plantations: potential and limitations. Estudio analítico encargado por el Banco Mundial. s.p.

Hernández D., J. C. y Prieto R., J. A. 1992. Análisis de rentabilidad financiera en plantaciones forestales. Memoria del Simposio sobre Reforestación Forestal, Chihuahua, Chih. INIFAP. 402 p.

Hoekstra, D. 1990. Economics of agroforestry. In:MacDicken, K. y Vergara, N. (eds.). Agroforestry classification and management. John Wiley & Sons, New York. pp. 310-331

Ibarra M., E. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de teca (*Tectona grandis*) en el Municipio de Zihuateutla, Estado de Puebla. Seminario de Titulación. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México.

López S., E. 2004. Manual para el diseño, establecimiento y manejo de los principales sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera en la región de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 265 páginas.

López-Sánchez, E. y M. A. Musálem. 2007. Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 13(1):59-66.

Magdaleno M., L. E. García M., J. I. Valdéz H. y V. de la Cruz I. 2005. Evaluación del sistema agroforestal "árboles en terrenos de cultivo", en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México. Rev. Fitotec. Mex. 28 (3):203-212.

Musálem-Santiago, M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2):91-100.

Nava Rojas, H. 1995. Propuesta de un modelo agrosilvícola, plantación de primavera (*Roseodendron donnell-smithii*) en el Estado de Chiapas. Tesis de ingeniero Agrónoma Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 p.

Noguez H., A. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de cedro rosado (*Acrocarpus flaxinifolius*) en el Municipio de Coyutla, Edo. de Veracruz. Seminario de Titulación. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 43 p.

Protti, A. F. 1982. Evaluación económica y financiera del proyecto de plantaciones forestales en la "Frailesca", Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 153 p.

Ramírez., M. H. y Torres., R. M. A. 1984. Plantaciones forestales. En: Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Publicación especial No. 48. INIF. México. pp. 332-334.

Rojas Morales, G. 1995. Análisis de factibilidad financiera de una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en sistemas agroforestales en los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 130 p.

Romo-Lozano, J. L., Y. B. García-Cruz, M. Uribe-Gómez, y D.A. Rodríguez-Trejo. 2012. Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, Municipio de Atzalan, Ver. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1):43-55.

Sáenz-Reyes J. T., J. Jiménez-Ochoa, M. Gallardo-Valdez, F.J. Villaseñor-Ramírez y M. Bravo-Espinoza. 2007. Sistemas agroforestales: una alternativa para la reconversión de suelos forestales en cuencas hidrológicas. Extenso en: Congreso Nacional y Reunión Mesoamericana de Manejo de Cuencas Hidrográficas. UAQ, INE, FIRCO, Red Mesoamericana en Recursos Bióticos. INIFAP, CONAZA, CONCYTEQ, Gobierno del Estado de Querétaro, WWF, CIPREDA, USAID. Querétaro, Qro. 8 p.

Scherr, S. 1995b. Economic analysis of agroforestry systems: the farmers' perspective. *In*: Current, D., E. Lutz y S. Scherr (*eds.*), Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. World Bank Environment Paper No. 14. The World Bank, Washington. pp. 28-44.

Streber P., R. y M. Caballero D. 1986. Evaluación financiera de una plantación de coníferas en San Rafael, Estado de México. Centro de Genética. Agrociencia 64: 181-194.

Sullivan, G.M., Huke, S.M., and Fox, J.M. (eds.) 1992. Financial and Economic Analyses ofAgroforestry Systems: Proceedings of a Workshop held in Honolulu, Hawaii, USA., July 1991.Nitrogen Fixing Tree Association, Paia, Hawaii, USA.

Zamudio S., F. J., J .L. Romo L., y G. Loera G. 2005. Optimización financiera para establecer un sistema agroforestal: Costo-beneficio, precios aleatorios, distintos escenarios y externalidades. Rev. Fitotec. Mex. 28(4):311-318.

7. Análisis FODA

7.1. Resultados del análisis

Se presenta un análisis sobre las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), que pudieron detectarse para los sistemas agroforestales maderables durante el desarrollo del presente estudio. Éstas fueron obtenidas de diferentes fuentes como: encuestas aplicadas a productores, prestadores de servicios técnicos, investigadores, y funcionarios relacionados con los sistemas agroforestales en México, así como de la experiencia de los participantes en este estudio.

Fortalezas	Oportunidades
• Existe una gran cantidad de especies maderables que pueden utilizarse en una diversidad de diseños, de acuerdo a las condiciones ambientales y socioeconómicas. • Los sistemas agroforestales maderables contribuyen al mejoramiento del ambiente, a través de la conservación del suelo y del agua y la captura de carbono. • Beneficios a la economía local y fortalecimiento del núcleo familiar. • Existe tecnología de bajo costo disponible a nivel local. • Hay interés y voluntad política para impulsar su desarrollo. • Existe investigación y esquemas locales de transferencia de tecnología.	• Existen instituciones que pueden financiar y apoyar el desarrollo de sistemas agroforestales. • Existe una gran superficie con alto potencial para el desarrollo de sistemas agroforestales. • Hay ventajas comparativas con respecto a otros países, tanto por ubicación geográfica, como condiciones ambientales y socioeconómicas. • Los SAFM pueden contribuir a resolver problemas locales de abastecimiento alimentario y de productos y servicios forestales, y de degradación ambiental.

Debilidades	Amenazas
• Existe escasa coordinación entre diferentes instituciones de gobierno. • La asistencia técnica es limitada para divulgación de avances tecnológicos y asesoría de los productores. • Existe escasa aplicación de resultados de investigación • No hay mecanismos de transferencia de tecnología para sistemas los agroforestales. • Muchos productores plantan especies arbóreas sin conocer sus características y potencial productivo • No existen esquemas de financiamiento adecuados para los SAFS • Pueden generarse pequeñas cantidades de productos que no tengan mercados bien definidos	• Definición de políticas de gobierno estables y de largo plazo. • Buscar estabilidad en los precios de los productos. • Declinación de la productividad tanto de las especies arbóreas como de los cultivos asociados, por efecto del cambio climático y la degradación de los recursos suelo y agua. • Importación de maderas que saturen el mercado nacional e impacten localmente a la comercialización de productos de los SAFM. • Degradación de los suelos por efecto de la deforestación.

7.2. Conclusiones

Del análisis FODA y de otra información obtenida, a continuación se presentan las principales conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones:

- En México existen alrededor de cuatro millones de hectáreas con un alto potencial para el establecimiento de diversos Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM), que fueron definidas con base en condiciones ambientales, condiciones óptimas de suelo y requerimientos ecológicos de las especies propuestas y utilizadas.
- Se considera que los resultados de investigación e información que actualmente existe sobre SAFM constituye una base sólida para la promoción y apoyo de estos sistemas productivos.
- Existen diversos estudios económicos que muestran que los SAFM presentan indicadores financieros más favorables en comparación con los monocultivos.
- Más del 80% de la superficie definida como potencial para el desarrollo de SAFM se localiza en un rango altitudinal de 0 a 700 m.
- Los SAFM pueden contribuir con un gran impacto en el bienestar económico y social de las áreas en donde se establezcan.
- Actualmente existen mecanismos de apoyo para el establecimiento de SAFM, que requieren ser actualizados de acuerdo a las condiciones específicas en donde se establezcan.

7.3. Recomendaciones

- Se recomienda que haya una diferenciación tanto, para las superficies mínimas, como para los apoyos otorgados en el caso de los SAFM y las plantaciones forestales comerciales.
- Aplicar las recomendaciones que sean posible sobre promoción, financiamiento y procedimientos de asignación de apoyos que se proponen en el Capítulo 8 de este estudio.
- Se recomienda el acopio, organización y análisis de la información generada sobre SAFM, con el propósito de producir materiales impresos que sirvan de apoyo para los procesos de promoción y desarrollo de los SAFM.
- Buscar que haya concordancia entre las solicitudes para SAFM y las áreas potenciales definidas en este estudio.
- Mantener una regionalización por zonas altitudinales para asegurar que se utilicen especies apropiada a las condiciones de cada localidad.
- Impulsar el cultivo de especies de alto rendimiento y con mayor valor comercial.

8. Estrategia nacional para promover el establecimiento de los SAFM en México

8.1. Mecanismos de promoción

8.1.1. Conformación de brigadas estatales.

Se propone la conformación de brigadas específicas para la promoción de los SAFM. La fase operativa de dichas brigadas estaría enmarcada en procedimientos de extensionismo a nivel estatal, pero enfocado principalmente en las regiones del estado donde se localizan las áreas potenciales para el establecimiento de SAFM propuestas en este estudio.

Estas brigadas podrían estar compuestas por dos a cuatro personas que podrían ser prestadores de servicios profesionales (PSP) que se encuentren contratados directamente en las gerencias estatales. Dichos profesionales podrían cubrir funciones relacionadas con aspectos de promoción de sistemas agroforestales maderables (SAFM) y a la vez apoyar otras áreas operativas de la CONAFOR cuando así se requiera.

Sus actividades podrían ser las siguientes:

- ✓ Localización y concertación con productores interesados en SAFM
- ✓ Seguimiento a superficies plantadas con SAFM, con y sin apoyo
- ✓ Caracterización de los SAFM que se registren en cada estado
- ✓ Capacitación de productores y prestadores de servicios técnicos
- ✓ Otras inherentes a la promoción de SAFM

8.1.2. Capacitación de asesores y prestadores de servicios técnicos.

Dado el espectro tan amplio de las profesiones que actualmente proveen asesoría, ya sea como asesores técnicos o prestadores de servicios, es necesario establecer un programa de capacitación específico sobre SAFM para este tipo de técnicos y particularmente para los técnicos que conformen las brigadas estatales. Si se llegan a integrar las brigadas propuestas, éstos técnicos deberían después convertirse en capacitadores de productores y otros técnicos de la región. Los tópicos que debería incluir este programa de capacitación serían los siguientes:

- ✓ Identificación y caracterización de productores interesados
- ✓ Calificación de prospectos
- ✓ Identificación y elaboración de proyectos sobre SAFM
- ✓ Evaluación financiera de proyectos ex ante
- ✓ Técnicas agroforestales específicas, incluyendo sus componentes forestales, agrícolas y pecuarios
- ✓ Trasferencia de tecnología
- ✓ Monitoreo de proyectos en ejecución

8.1.3. Capacitación del personal del área de plantaciones forestales

Se ha detectado que en muchas ocasiones el personal de PFC de las gerencias estatales no tiene mucha experiencia en el desarrollo y seguimiento de los SAFM, por lo que tendría que capacitarse en este tema, con un programa muy parecido al de los asesores y prestadores de servicios técnicos. Los temas propuestos para los cursos a ofrecer al personal de PFC serían similares a los propuestos en el punto anterior.

8.1.4. Materiales para difusión y transferencia de tecnología

Como parte del apoyo necesario para lograr la promoción y transferencia de tecnología de los SAFM se propone que se desarrollen materiales impresos como guías, manuales y metodologías para la caracterización, diseño, establecimiento, manejo y análisis de SAFM. La preparación y desarrollo de estos materiales se puede solicitar a través de un proyecto a diversas instituciones de enseñanza e investigación que tengan experiencia sobre SAFM.

8.1.5. Parcelas demostrativas

Con base en la información generada sobre SAFM en las últimas décadas por parte de diversas instituciones de enseñanza e investigación en México, se propone el establecimiento de parcelas demostrativas en diferentes condiciones ecológicas y socioeconómicas, enfatizando las especies maderables nativas.

Este tipo de parcelas pueden establecerse con la participación activa de productores cooperantes, que a la vez estén interesados en los SAFM. Se buscaría

promover el establecimiento de parcelas demostrativas de los principales SAFM propuestos en este estudio.

Las parcelas demostrativas que se establezcan pueden servir como modelo para que se visiten en reuniones de promoción *ex profeso*, o bien como apoyo para los procesos de capacitación mencionados en los puntos anteriores. Existen experiencias que demuestran que la transferencia de tecnología y la promoción de nuevos esquemas productivos resultan más eficiente cuando los productores tienen la oportunidad de visitar proyectos exitosos.

8.2. Mecanismos de financiamiento

8.2.1. Introducción

La CONAFOR, como parte de sus atribuciones, tiene la asignación de diseñar, instrumentar y operar diferentes instrumentos económicos que permitan dar cumplimiento a sus objetivos. Así, se han generado esquemas de apoyo para el financiamiento de los diversos proyectos productivos que apoya la CONAFOR.

Para el caso de las Plantaciones Forestales Comerciales, la CONAFOR otorga apoyos para su establecimiento y mantenimiento. Una característica de estos apoyos es que el 100% de los mismos se paga hasta que la plantación sea verificada en términos de lo que establecen las Reglas de Operación, por lo que el beneficiario debe contar con alguna fuente inicial de recursos para realizar los trabajos de plantación. La CONAFOR tiene disponibles tres esquemas para la obtención de dicha fuente inicial de recursos, los cuales son:

- Adelanto de subsidios
- Anticipo de subsidios
- Cesión de derechos de subsidios

De manera complementaria, está disponible un esquema de garantías líquidas a través del Fondo Nacional Forestal (FONAFOR), instrumentado por la CONAFOR en coordinación con Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), el cual ofrece condiciones favorables a inversionistas e instituciones y es una opción más en el ámbito de la gestión de crédito.

A continuación se describirán brevemente estos esquemas, además de otros mecanismos que han sido diseñados para otras áreas de la CONAFOR, como el Fondo para la Inclusión Financiera del Sector Forestal (FOSEFOR), de Desarrollo Forestal, o los esquemas de adelanto o anticipo que se dan para Reforestación, los cuales tienen características especiales.

Finalmente, se hará una propuesta de los esquemas de financiamiento que serían útiles para el establecimiento de los SAFM.

8.2.2. Esquemas de apoyo para Plantaciones Forestales Comerciales

Adelanto de subsidios

Con este esquema, el beneficiario puede solicitar a la CONAFOR el adelanto de una parte del recurso asignado para el establecimiento y mantenimiento inicial de la plantación. El monto del adelanto puede ser por un monto de hasta el 50% del recurso asignado de hasta 300 ha de plantación. Para que el adelanto pueda otorgarse, el Prestador de Servicios Técnicos del beneficiario debe fungir como aval ante la CONAFOR, con lo cual se genera una corresponsabilidad legal para realizar el trámite de la solicitud.

Este mecanismo sería el más adecuado para proyectos de SAFM pequeños, y debería reservarse únicamente para los beneficiarios con menos recursos económicos y con poca oportunidad de acceder a otro tipo de esquemas.

Con el fin de facilitar la participación de los PST como aval, debería establecerse en forma oficial que el adelanto se maneje en una cuenta mancomunada controlada por el asesor técnico.

Anticipo de subsidios

El beneficiario puede solicitar un anticipo por un monto parcial o total del subsidio que le fue otorgado para el establecimiento y mantenimiento inicial de la plantación. Para ello, el beneficiario debe tramitar una fianza, equivalente al monto del anticipo, a favor de la CONAFOR.

Este mecanismo puede dirigirse hacia beneficiarios más desarrollados, que no sean candidatos a créditos del FONAFOR o el FOSEFOR y puedan sufragar la fianza. Es necesario que se busquen acuerdos con las compañías afianzadoras para que desarrollen pólizas apropiadas de bajo costo. La CONAFOR podría desarrollar mecanismos que den certidumbre a las compañías afianzadoras.

Cesión de derechos de subsidios

Con este mecanismo, el beneficiario puede ceder su derecho al cobro de una parte o del total del subsidio que le fue asignado, a una persona física o moral, misma que le proporciona los recursos económicos en la cantidad y términos que ambas partes acuerden. En este esquema, al beneficiario que cede su derecho de cobro se le

denomina cedente y a la persona a la que se le cede el derecho de cobro se le conoce como cesionaria. Cuando el beneficiario cumple con las obligaciones contenidas en las Reglas de Operación, la CONAFOR paga a la cesionaria el monto acordado con el beneficiario.

Si bien este procedimiento no es realmente un mecanismo de financiamiento directo de la CONAFOR, sí es una forma de formalizar mejor el trato entre alguna institución financiera y el beneficiario, ya que da la certidumbre de que aquélla podrá cobrar, directamente de la CONAFOR, la cantidad que haya proporcionado al beneficiario a manera de financiamiento, a cuenta del subsidio asignado, siempre y cuando el productor cumpla con el compromiso contraído con la CONAFOR.

Garantía líquida; Fondo Nacional Forestal (FONAFOR)

Este esquema fue diseñado por la CONAFOR en coordinación con FIRA para ofrecer garantías líquidas en condiciones favorables a los inversionistas. Con él se pretende facilitar la obtención de créditos con los distintos intermediarios financieros para la realización de proyectos de plantaciones forestales comerciales, especialmente en las etapas iniciales, durante las cuales no se genera un flujo de recursos importantes. Está diseñado para proyectos de hasta 1,500 ha y un monto máximo de 10,000 UDIS por hectárea.

Fondo para la Inclusión Financiera del Sector Forestal (FOSEFOR-PFC)

Este mecanismo se diseñó en coordinación con la Financiera Rural (FINRURAL) para apoyar en algunos aspectos del Desarrollo Forestal; existe una rama específica para apoyar el establecimiento de PFC. Se trata de un esquema de garantías líquidas para apoyar a empresas forestales en la obtención de créditos de corto plazo otorgados por FINRURAL. Los fondos del FOSEFOR son aportados por la CONAFOR.

El FOSEFOR está dirigido a beneficiarios de la CONAFOR que tienen apoyos vigentes para el desarrollo proyectos de PFC.

Este mecanismo podría adecuarse para apoyar el establecimiento y mantenimiento inicial específicamente de Sistemas Agroforestales Maderables (FOSEFOR-SAFM). Sería adecuado para los productores más desarrollados que sean candidatos a créditos del FOSEFOR, posiblemente con alguna modificación a la

operación del Fondo; por ejemplo, que se aumente la garantía a la cantidad entre el 20% del préstamo y el 50% del subsidio, aunque el monto que se bonifique al beneficiario se mantenga en los términos actuales (la cantidad mayor entre el 10% del monto del crédito y 200 mil pesos).

Otorgamiento del apoyo sin financiamiento

Una opción que no está contemplada actualmente para el establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales es que se otorgue el apoyo de forma directa, sin necesidad de financiamiento. Esta modalidad podría implementarse para los beneficiarios con menos recursos y que difícilmente podrían acceder a cualquiera de las modalidades descritas anteriormente. Como una forma de garantizar el compromiso de los beneficiarios para realizar los trabajos de plantación, podría otorgarse el 60% al inicio de los trabajos y el 40% al término de los mismos.

8.3. Mecanismo propuesto para la asignación del subsidio

8.3.1. Antecedentes

Como se mencionó en el Capítulo 1 (1.4.3.2.), la CONAFOR ha apoyado proyectos de establecimiento de SAFM desde el año 2000, aunque también se estableció que durante el periodo de 2000 a 2010 no se requería que se especificara que tipo de sistema agroforestal iba a desarrollarse, ni se tenía la seguridad de que este sistema fuera establecido. Por lo cual, no se tiene la seguridad de que la superficie reportada en ese periodo realmente contenga SAFM.

También se anotó el bajo cumplimiento en cuanto a la superficie establecida con relación a la asignada de 2000 a 2012 (1.4.3.3.), que apenas alcanzó un 27% en ese periodo.

Por otra parte debe considerase también el resultado del análisis que se presenta en el Capítulo 3, en donde se encontró que las solicitudes presentadas históricamente para el establecimiento de este tipos de sistemas coincide muy poco con las áreas potenciales determinadas en este estudio.

Por lo anterior, se presentan algunas características de la forma de asignar los apoyos, que se piensa que contribuirían a mejorar el cumplimiento de los compromisos que se establecen por parte de los productores.

8.3.2. Principales características del mecanismo

Se aclara que no se presenta un mecanismo operativo de asignación en sí, sino que únicamente se sugieren algunos aspectos que pueden considerarse, sin que eso sustituya la redacción que se requiere para otorgar validez jurídica y transparencia en la asignación de apoyos, para lo cual deben adaptarse unos lineamientos que recojan las partes adecuadas de las reglas de operación o los lineamientos para el apoyo a las plantaciones forestales comerciales.

- *Tipo se asignación.* Por lineamientos con convocatorias estatales según los estados participantes.

- *Áreas elegibles*. Que se consideren únicamente las áreas potenciales determinadas en este estudio, para tener mayor seguridad de que los sistemas establecidos darán buenos resultados productivos y ambientales.
- *Especies arbóreas utilizables*. Que solamente se apoyen las especies propuestas según los rangos altitudinales determinados.
- *SAFM a apoyar*. Que sólo se apoyen los cinco sistemas que proponen en el Cuadro 1.4. del Capítulo 1. Que el proponente especifique con detalle las características del componente agrícola y/o pecuario, y que el cumplimiento de este componente también sea evaluado para el pago del apoyo.
- *Tipo de proyectos*. Que en la convocatoria de asignación de apoyos únicamente puedan participar los proyectos que hayan sido detectados y caracterizados previamente por las brigadas de promoción de CONAFOR, el personal de plantaciones forestales comerciales de las gerencias estatales de CONAFOR, y por los asesores técnicos o prestadores de servicio acreditados en el tema, y que se inscriban en una pre convocatoria.

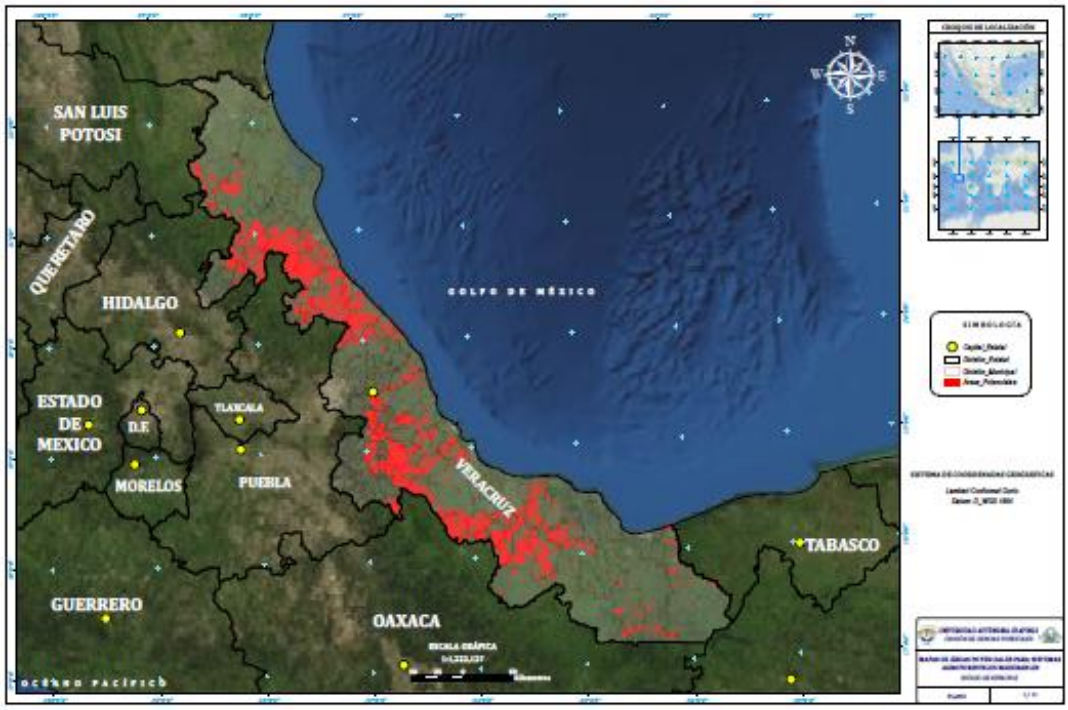
  Estos proyectos serían seleccionados para participar en la convocatoria formal por los subcomités estatales o regionales conformados según se describe en la "Lineamientos para la asignación y operación estatal de apoyos a proyectos de plantaciones forestales comerciales" existentes. La asignación final también deberá ser realizada por esos subcomités.

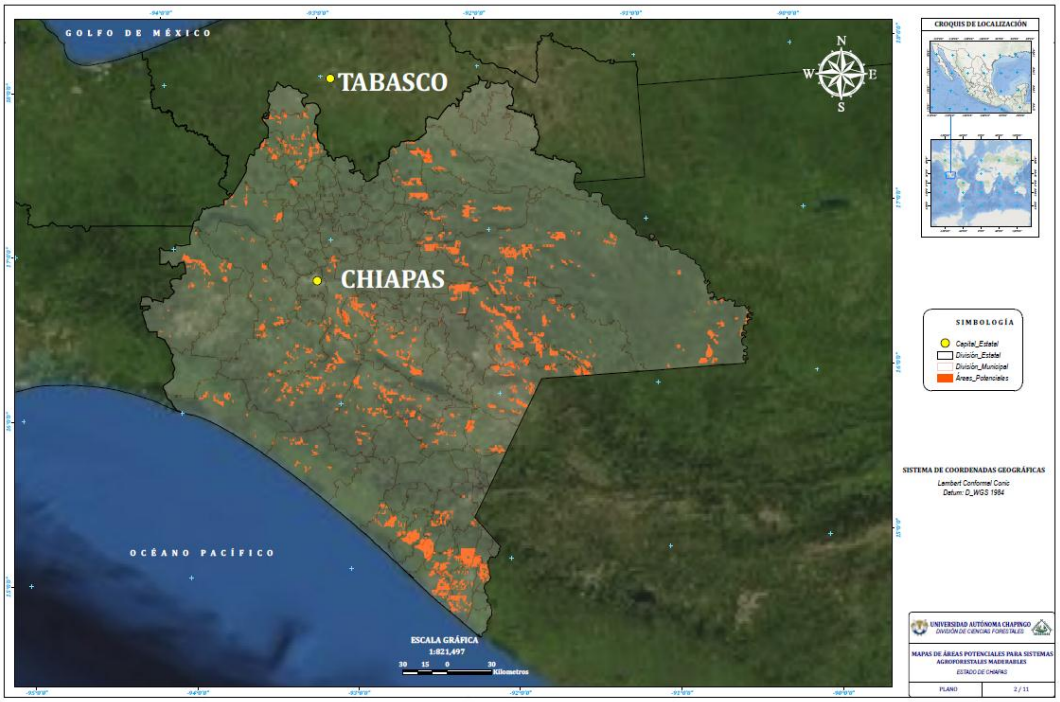
  Podrán considerarse proyectos anuales o bianuales como se mencionan en los "Lineamientos…" mencionados
- *Apoyos financieros.* La asignación de adelantos, anticipos y créditos debe realizarse de acuerdo con la caracterización de los proyectos a los que se les hayan asignado apoyos.
- *Características del apoyo.* Para establecimiento y mantenimiento inicial, y para asistencia técnica.

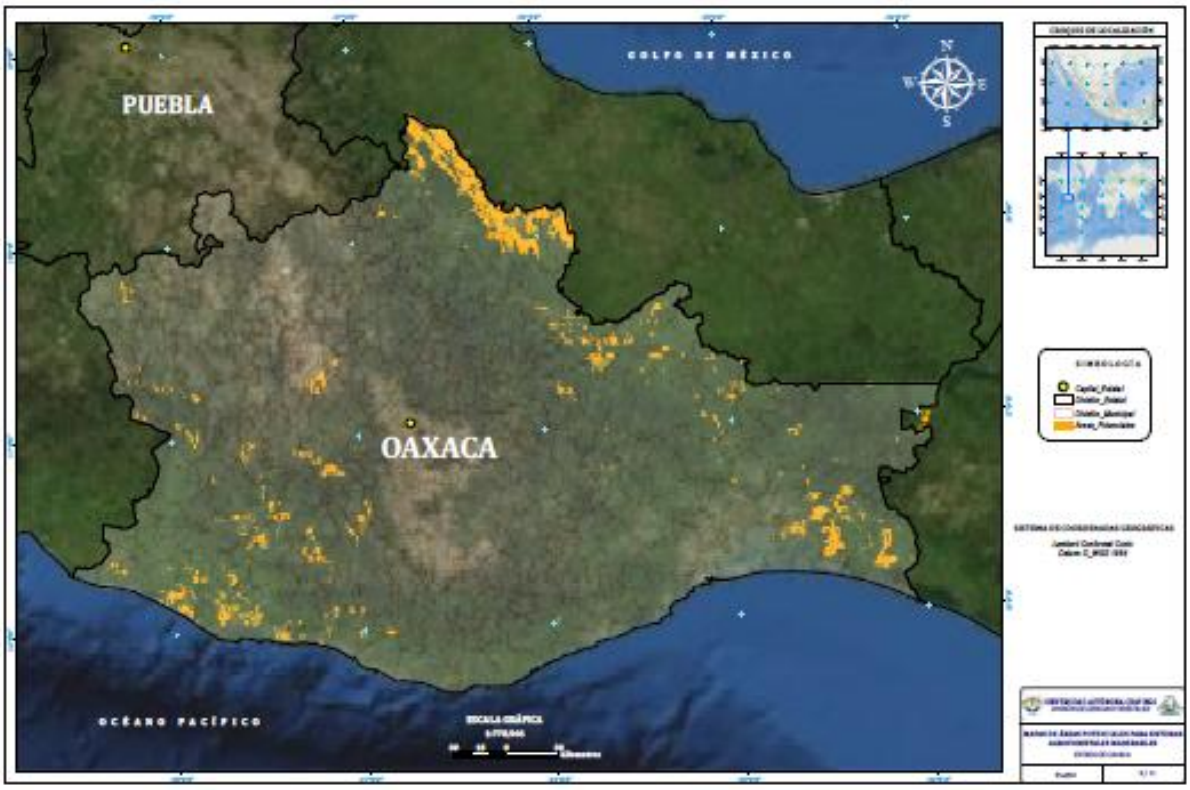
- *Apoyo con planta.* Entrega de planta de calidad, como se hace en los programas de reforestación, aunque se tome en cuenta su costo al determinar el monto del subsidio.
- *Participaciones estatales.* Podrían ser como las que se describen en los "Lineamientos…" vigentes, que se mencionan arriba en la viñeta de "Tipo de proyectos".
- *Plazo para el establecimiento.* El final del siguiente periodo de lluvias normal a la fecha en que se asigne el apoyo. Podían establecerse períodos adicionales en condiciones que la GDPFC consideré plenamente justificadas.
- *Monto de los apoyos.* Debe considerarse la necesidad de establecer montos diferenciales según la región el tipo de SAFM a establecer.

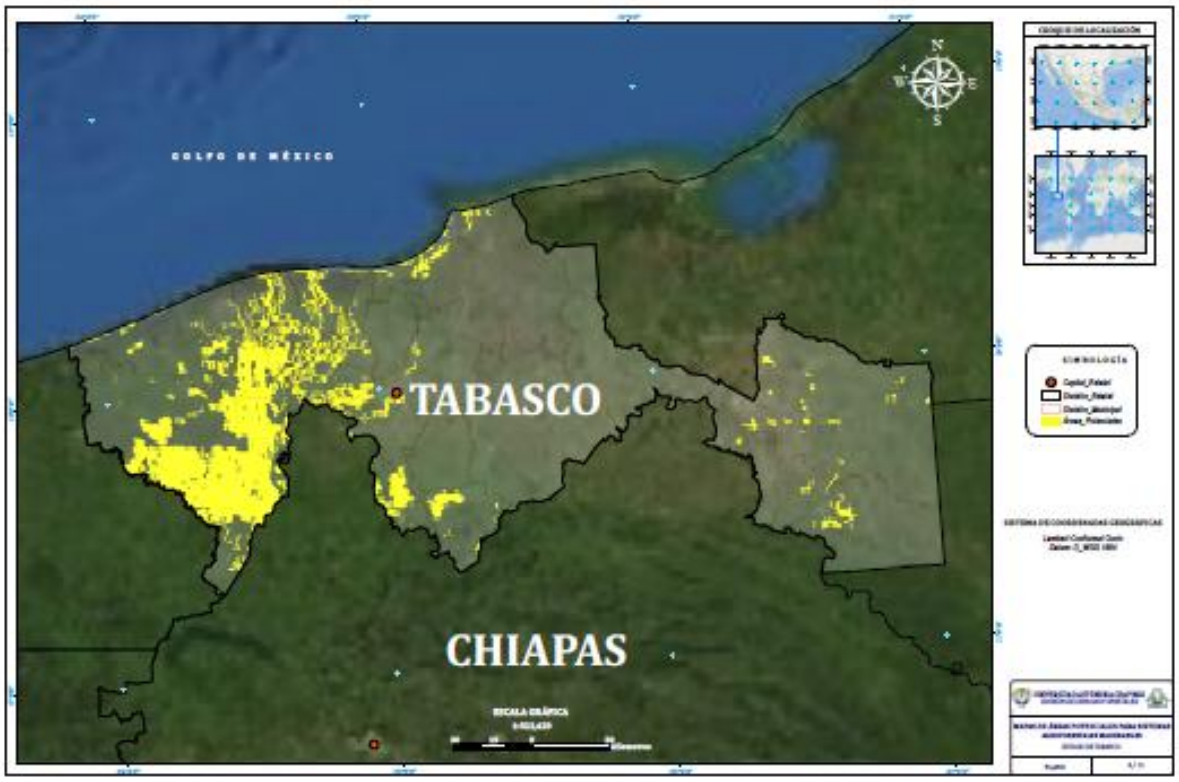
9. Anexos

Anexo 1. Ubicación de las áreas potenciales para el establecimiento de los SAFM en los 11 estados con mayor superficie.

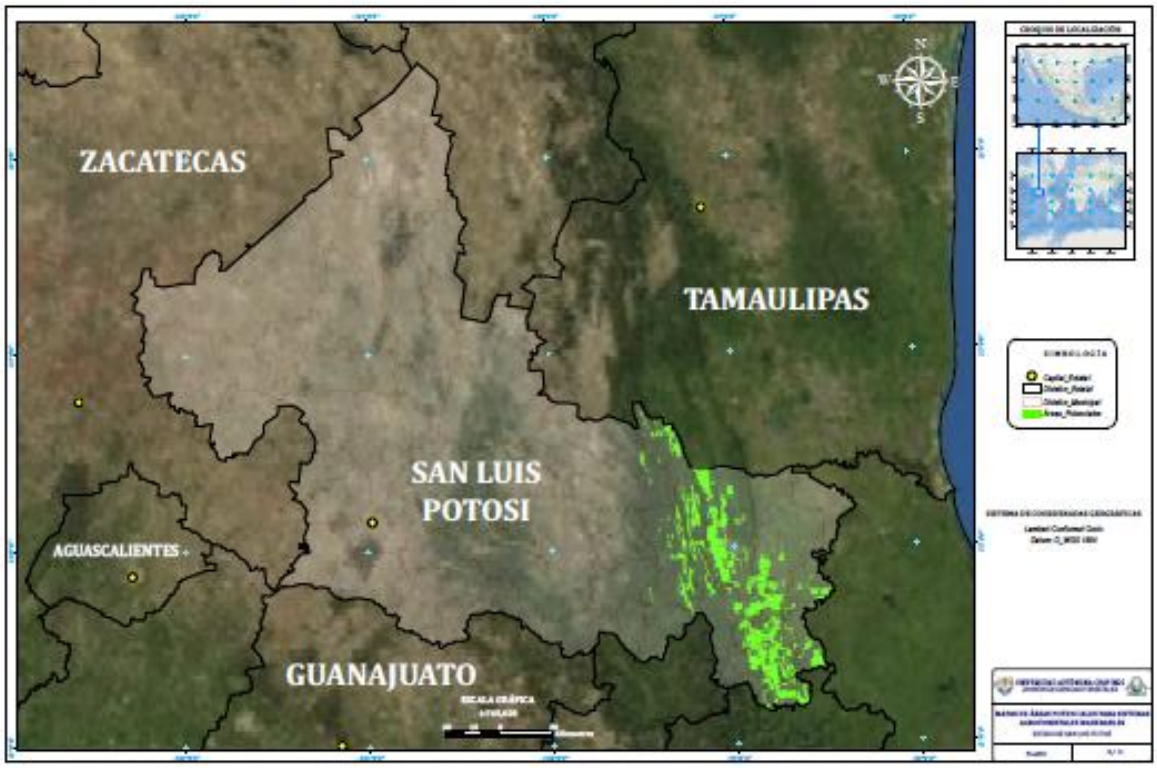


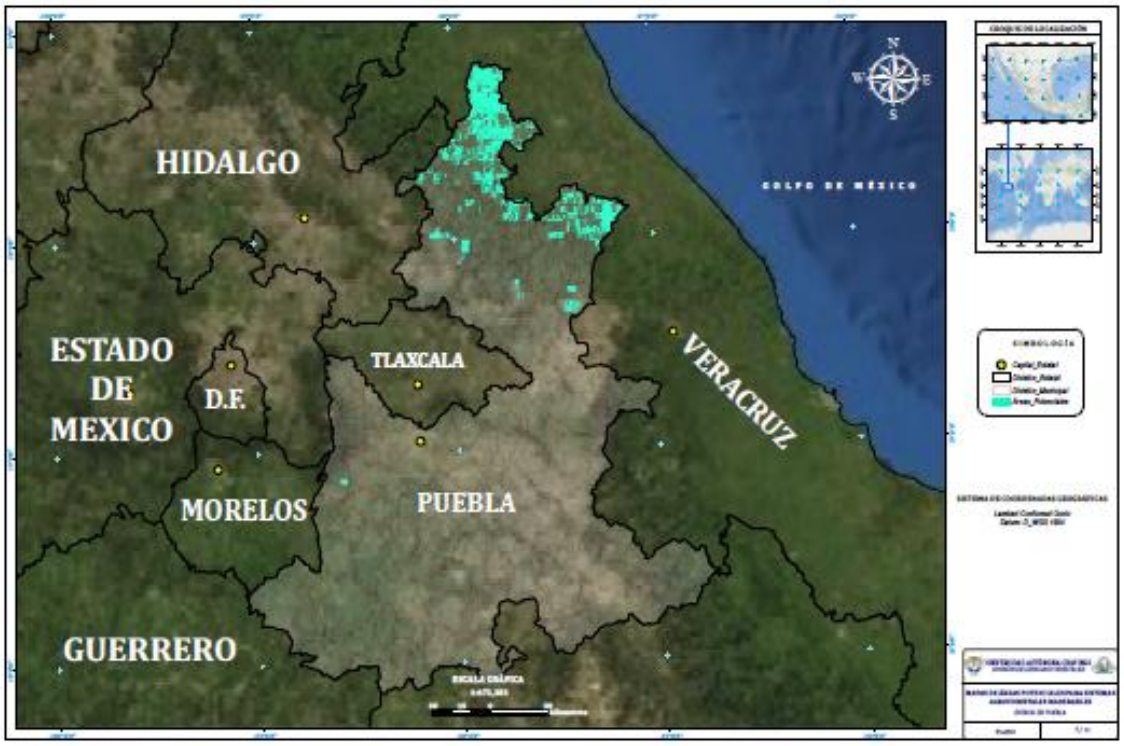


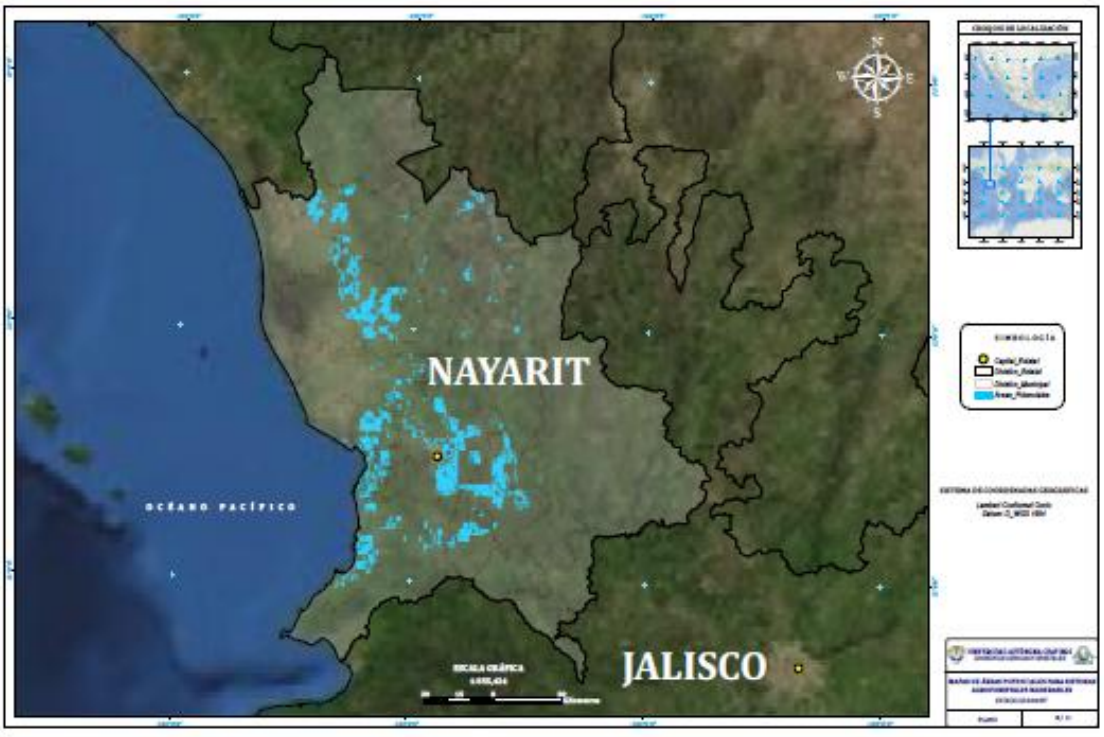

PUEBLA
GOLFO DE MÉXICO
OAXACA
OCÉANO PACÍFICO
ESCALA GRÁFICA
SIMBOLOGÍA


GOLFO DE MÉXICO
TABASCO
CHIAPAS
ESCALA GRÁFICA
SIMBOLOGÍA

MICHOACAN
MORELOS
PUEBLA
GUERRERO
océano pacífico

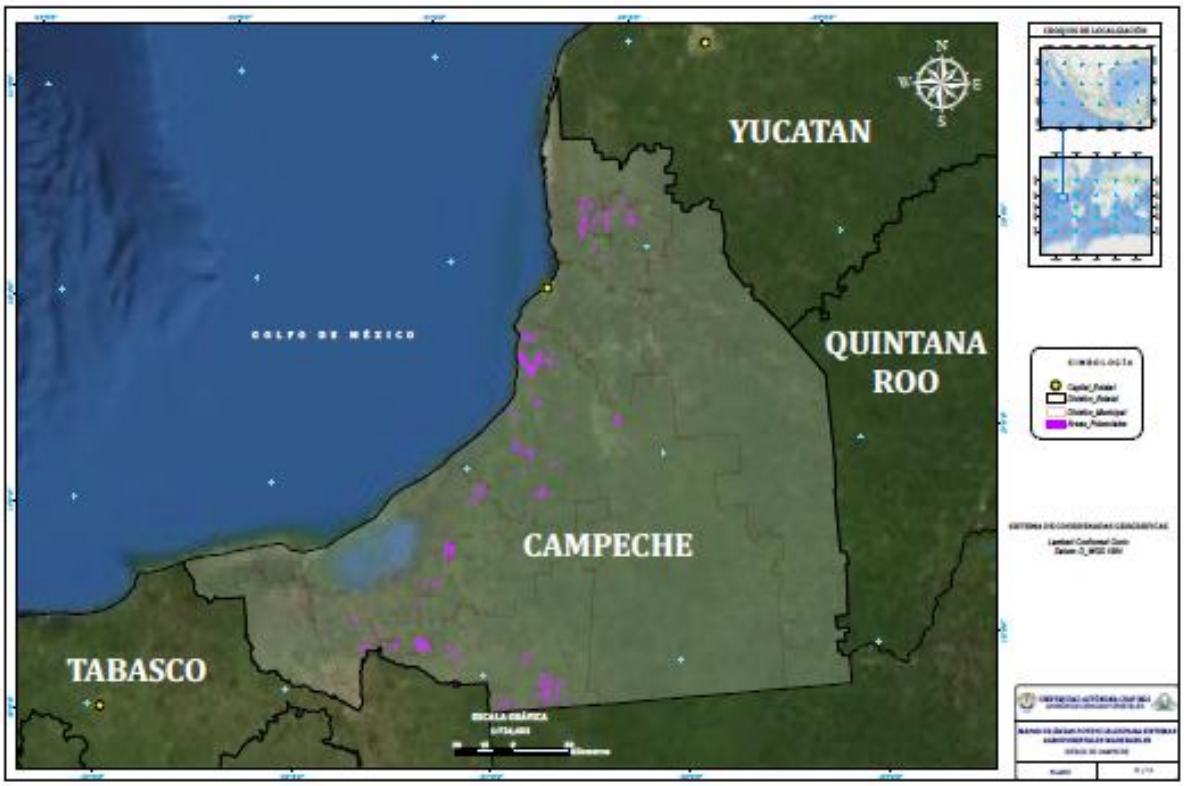

ZACATECAS
TAMAULIPAS
SAN LUIS
POTOSI
AGUASCALIENTES
GUANAJUATO


HIDALGO
GOLFO DE MÉXICO
ESTADO DE MEXICO
D.F.
TLAXCALA
VERACRUZ
MORELOS
PUEBLA
GUERRERO


NAYARIT
OCÉANO PACÍFICO
JALISCO

YUCATAN
QUINTANA ROO
CAMPECHE
GOLFO DE MÉXICO
MAR CARIBE

JALISCO
MICHOACAN
GUERRERO
OCÉANO PACÍFICO


YUCATAN
QUINTANA ROO
CAMPECHE
TABASCO
GOLFO DE MÉXICO

Anexo 2. Ubicación de las superficies establecidas con SAFM de los 15 géneros más frecuentes.

Acrocarpus

Cedrela

Cordia

Dalbergia

Eucalyptus

Gmelina

Juglans

Leucaena

Liquidambar

Melia

Pinus

Swietenia

Tabeuia

Tectona

Roseodendrom

Anexo 3. Concentrado de las características importantes de las investigaciones revisadas en Sistemas Agroforestales Maderables

Anexo 3. Trabajos de investigación enfocados a diferentes aspectos estudiados en Sistemas Agroforestales en México.

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
1	Aguilar Cruz, Jorge Andres.	2008	Crecimiento de árboles maderables y evaluación del ataque de *Hypsipyla grandella* (Zeller) en sistemas agroforestales en Chiapas, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 89 p.	Silvicultura
2	Aguirre Dávila, Carlos Mario.	2006	Servicios ambientales, captura de carbono en sistemas de café bajo sombra en Chiapas, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 85 p.	Servicios ambientales
3	Anguiano, J. M., Aguirre, J. y J.M. Palma.	2013	Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de *Cocos nucifera, Leucaena leucocephala* Var. Cunningham y *Pennisetum purpureum*.	Avances en Investigación Agropecuaria 7(1): 149-160.	Artículo científico	Captura de carbono
4	Arteaga Martínez, B. y M. Castelán Lorenzo.	2008	Evaluación dasométrica temprana de una plantación agroforestal de tres especies introducidas, en el municipio de Huehuetla, Hidalgo.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(2): 105-111.	Artículo científico	Silvicultura
5	Avila B., C. y P. Zamora.	2010	Producción de hojarasca y materia orgánica en agroecosistemas cafetaleros marginales de Ocotal Chico, Veracruz, México.	Polibotánica 30: 69-87.	Artículo científico	Captura de carbono
6	Ávila Ramírez, Dolores Noemí.	2012	Silvopastoreo estacional como estrategia de producción ovina en bosque de pino encino. Chapingo, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 88 p.	Manejo

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
7	Ballesteros Possu, William.	2002	La agroforestería como alternativa para el desarrollo sostenible en Rosamorada, Nayarit.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 187 p.	Manejo
8	Bautista T., M.	2009	Sistemas agro y silvopastoriles en el Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México.	Colegio de Postgraduados	Tesis de Maestría en Ciencias. 70p.	Silvicultura
9	Beer, J. C. Harvey M. Ibrahim, J. M. Harmand, E: Somarriba y F. Jiménez.	2003	Servicios ambientales de los sistemas agroforestales.	Agroforestería de las Americas 10(37-38): 80-87.	Artículo científico	Servicios ambientales
10	Calleros Coloni Juan Antonio.	2004	Análisis de la organización para la producción forestal y el potencial agroforestal para la rehabilitación de áreas perturbadas en Chignahuapan, Puebla.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 78 p.	Estudios socio-económicos
11	Callo-Concha, A-, I. Rajagophal y I. Krishnamurthy.	2004	Secuestro de carbono por sistemas agroforestales en Veracruz.	Ciencia UANL 7(2): 60-65.	Artículo científico	Captura de carbono
12	Camargo-Ricalde, S.L. and S.S.Dhillion.	2004	Use and management of Mimosa species in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, a tropical semi-arid region in Mexico (Fabaceae-Mimosoideae).	Rev. Biol. Trop v.52 n.4.	Artículo científico	Manejo
13	Carlson K., A.	2004	Guías silviculturales de árboles nativos en plantaciones forestales comerciales y agroforestales del trópico húmedo de México.	Universidad Autónoma Chapingo.	Tesis Profesional. 731 p.	Silvicultura

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
14	Casanova, F., J. Petit-Aldana y J. Solorio-Sánchez.	2011	Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1): 5-118.	Artículo científico	Captura de carbono
15	Casanova, F., L. Ramírez y F. Solorio.	2007	Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo.	Avances en Investigación Agropecuaria. 11(3): 41-52.	Artículo científico	Manejo
16	Coca López Silvia.	2004	Agroecosistemas tradicionales con potencial agroforestal, en el municipio de San Pedro Coxcaltepec, Oaxaca.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 166 p.	Manejo
17	Contreras Guardado, J. Angel.	2003	Sistemas agroforestales y adopción de árboles de uso múltiple: estudio de caso con productores en Calakmul, Campeche y zona Maya, Quintana Roo.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 113 p.	Manejo
18	Choy Romero, José Luis.	2005	Análisis de la producción y rentabilidad del cultivo de café (*Coffea arabiga*) y su importancia como sistema agroforestal en el D.D.R. 007, Motozintla, Chiapas.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 90 p.	Estudios socio-económicos
19	Couttolenc-Brenis, E., J. A. Cruz-Rodríguez, E. Cedillo Portugal y M. Á. Musalem.	2005	Uso local y potencial de las especies arbóreas en Camarón de Tejeda, Veracruz.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11(1): 45-50.	Artículo científico	Estudios socio-económicos

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
20	Cruz Fernández, M. y J. A De la Garza Núñez.	2001	El Sistema Agroforestal en la Sierra Huasteca de San Luis Potosí.	INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán. 25p.	Folleto	Caracterización ecológica
21	Delgadillo Ramírez, Marcela y Quechulpa Montalvo Sotero.	2007	Inventario de carbono y caracterización de tres sistemas agroforestales en localidades de los municipios de Salto de Agua, Chilon y Comitán del Estado de Chiapas, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 96 p.	Captura de carbono
22	Espinosa Aviña, Francisco.	2004	Erosión del suelo en un sistema silvopastoril bajo bosques de encino (Quercus spp).	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 127 p.	Suelo
23	Espinoza-Domínguez, W., L. Krishnamurthy, A. Vázquez-Alarcón,A. Torres- Rivera.	2012	Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1): 57-70.	Artículo científico	Captura de carbono
24	Espinoza Domínguez, William.	2009	Secuestro de carbono en sistemas agroforestales en la región cafetalera de Chocamán-Totutla-Huatusco, Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 74 p.	Captura de carbono
25	Gabriel López, Rosario Isabel.	2009	Sistemas agroforestales para el desarrollo sostenible de la cafeticultura en Huatusco, Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 134 p.	Manejo

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
26	González Hernández, Cliserio.	2002	Sistema agroforestal café-cedro rosado: estudio de caso en el municipio de Venustiano Carranza, Puebla.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 70 p.	Manejo
27	González, J. C, X. Madrigal S., A. Ayala B., A. Juárez C. y E. Gutiérrez V.	2006	Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México.	Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #109.	Artículo científico	Biodiversidad
28	Gutiérrez, R.Y.	2006	Sistemas agroforestales de México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 197 p.	Caracterización ecológica
29	Hernández Escobar, Jorge Luis.	2006	Diseño y establecimiento de un sistema agrosilvopastoril en la Esmeralda, Santa María Chimalapa, Oaxaca.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 91 p.	Manejo
30	Hernández García, Juan.	2002	Estructura, productividad y conservación del suelo y agua en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en la huasteca alta de Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 186 p.	Caracterización ecológica
31	Hernández San Román, Matías Edilberto.	2001	Erosión y conservación de suelos en sistemas agroforestales de café (*Coffea* spp.) en la Huasteca Alta de Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 153 p.	Suelo

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
32	Hernández Vásquez, E., G. V. Campos Ángeles, J. R. Enríquez del Valle, G: Rodríguez-Ortiz y V. A. Velasco. Velasco.	2012	Captura de carbono por *Inga jinicuil* Schltdl. en un sistema agroforestal de café bajo sombra.	Rev. Mex. Cien. For. 3 (9):11-21.	Artículo científico	Captura de carbono
33	INIFAP	2013	El Cedro, Establecimiento y Manejo en la Huasteca Potosina.	INIFAP	Folleto	Manejo
34	INIFAP	2013	El Palo Rosa, Establecimiento y Manejo en la Huasteca Potosina.	INIFAP	Folleto	Manejo
35	Krishnamurthy, Laksmi Reddiar.	2004	Secuestro de carbono y servicios ambientales de los sistemas agroforestales en el Estado de Michoacán.	Universidad Autónoma Chapingo	Folleto	Captura de carbono
36	Krishnamurthy, Laksmi Reddiar.	2004	Opciones agroforestales para productores de aguacate en el Estado de Michoacán.	Universidad Autónoma Chapingo	Folleto	Estudios socio-económicos
37	Krishnamurthy, Laksmi Reddiar.	2004	Opciones agroforestales para productores de mango en el Estado de Michoacán.	Universidad Autónoma Chapingo	Folleto	Estudios socio-económicos
38	Krishnamurthy, Laksmi Reddiar.	2004	Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el Estado de Michoacán.	Universidad Autónoma Chapingo	Folleto	Estudios socio-económicos
39	López-Carmona, M, G. Jiménez-Ferrer, B. de Jong, S. Ochoa-Gaona y J. Nahed-Toral.	2001	El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México.	Vet. Méx. 32(2): 93-102.	Artículo científico	Manejo

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
40	López-Sánchez, E. y M. A. Musálem.	2007	Sistemas agroforestales con Cedro Rojo, Cedro Nogal y Primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas, Veracruz, México.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 13(1): 59-66.	Artículo científico	Estudios socio-económicos
41	Luna Tetelano, Javier.	2010	Caracterización de dos sistemas agroforestales tradicionales en comunidades de Jalacingo, Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 102 p.	Caracterización ecológica
42	Magdaleno Miranda, Laura.	2003	Evaluación del sistema agroforestal: árboles en terrenos de cultivo, Vicente Guerrero, Tlaxcala.	Colegio de Postgraduados.	Tesis de Maestría en Ciencias. 106 p.	Manejo
43	Maldonado, M., D.J. Grande, E. Fuentes, S. Hernández, F. Pérez-Gil y A. Gómez.	2008	Los sistemas silvopastoriles de la región tropical húmeda de México: El caso de Tabasco.	Zootecnia Trop. 26(3): 305-308.	Artículo científico	Caracterización ecológica
44	Maldonado, M.F., J. Jasso M., D. Palma-López, S. Salgado G. y V.A. González H.	2010	Dinámica de la materia orgánica, P y K en suelos de sistemas agroforestales.	Rev. Fitotec. Mex. 29 (3): 223 – 230.	Artículo científico	Suelo
45	Martínez, M.A, V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas.	2007	Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México.	Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 15- 40.	Artículo científico	Biodiversidad
46	Martínez Rojas, Virginia.	2010	Almacenamiento de carbono en los sistemas forestales y agrícolas de la falda oeste del cerro Tláloc.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 79 p.	Captura de carbono

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
47	Masuhara, Aiko.	2012	Evaluación del contenido de carbono en sistemas agroforestales de café en Huatusco, Veracruz, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 159 p.	Captura de carbono
48	Meza Sánchez, R.	2003	Importancia y prácticas de sistemas agroforestales.	INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste- Campo Experimental Todos Santos.	Folleto	Manejo
49	Musálem, M.A.	2002	Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2): 91-100.	Artículo científico	Estudios socio-económicos
50	Monroy Sosa, Abigail.	2009	Impacto de sistemas agroforestales sobre el suelo y potencial de regeneración de la vegetación en Chiapas, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 122 p.	Suelo
51	Montiel Aguirre, Gabriel.	2004	Opciones agroforestales para el desarrollo sostenible de la agricultura en el Estado de Michoacán.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 263 p.	Estudios socio-económicos
52	Morales Bravo, Mariela.	2002	Diagnóstico y diseño de sistemas agroforestales del campo experimental las margaritas, Hueytamalco, Puebla.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 193 p.	Manejo

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
53	Navarro G., E., A. Santiago S., M.A. Musálem, H. Vibrans y M.A. Pérez Olvera.	2012	La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1): 71-86.	Artículo científico	Biodiversidad
54	Ortiz López, Rosalba.	2010	Caracterización y clasificación de los sistemas agroforestales en el municipio de Santo Domingo Nuxaá, Oaxaca.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 163 p.	Caracterización ecológica
55	Otero Zaragoza, Roberto.	2005	Árboles nativos de usos multiples y sistemas agroforestales tradicionales en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 181 p.	Caracterización ecológica
56	Petit-Aldana, J.C.	2011	Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrimentos en sistemas agroforestales.	Universidad de Yucatán.	Tesis de Maestría en Ciencias. 137p.	Caracterización ecológica
57	Pineda-López, M.R., G. Ortiz-Ceballos y L. R. Sánchez-Velásquez.	2005	Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz.	Madera y Bosques 11(2): 3-14.	Artículo científico	Servicios ambientales
58	Pérez López, Hernán.	2003	Potencial de árboles y arbustos forrajeros en La Trinitaria, Chiapas, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 122 p.	Manejo
59	Pérez Martínez, Rosalía Verónica.	2011	Contenido de carbono en ecosistemas del Cerro Tláloc, Texcoco, México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 63 p.	Captura de carbono

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
60	Pérez Rodríguez, Eliecer.	2000	Caracterización de sistemas agroforestales sombra-café, en la comunidad de "El Bajío" Mpio. de Córdoba, Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis Profesional. 115 p.	Caracterización ecológica
61	Quinto, Luis.	2009	Aplicación del método Nezahualcóyotl en un sistema silvopastoril de ladera, Huatusco Veracruz.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 100 p.	Manejo
62	Reyes-Reyes, J y J. López-Upton.	2003	Crecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight. & Arn.) a diferentes altitudes en fincas cafetaleras del Soconusco, Chiapas.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 137-142.	Artículo científico	Silvicultura
63	Roa-Romero, H., M.G Salgado-Mora y J. Alvarez-Herrera.	2009	Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* l.) en el Soconusco, Chiapas - México.	Acta Biol. Colomb. 14(3): 97 – 110.	Artículo científico	Caracterización ecológica
64	Romo-Lozano, J.L. Y. García-Cruz, M. Uribe-Gómez y D. A. Rodríguez-Trejo.	2012	Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de el Fortín, municipio de Atzalan, Ver.	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1): 43-55.	Artículo científico	Estudios socio-económicos
65	Roncal-García, S., L. Soto-Pinto, J. Castellanos-Albores, N. Ramírez-Marcial y B. de Jong.	2008	Sistemas agroforestales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de Chiapas, México.	Interciencia 33(3): 200-206.	Artículo científico	Captura de carbono

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
66	Sáenz-Reyes, J. T., F. Villaseñor-Ramírez y J. Jiménez-Ochoa.	2005	Agroforestería en clima templado con plantación forestal y pasto.	INIFAP.	Folleto	Silvicultura
67	Sáenz-Reyes, J. T., J.A. González-Torres, J. Jiménez-Ochoa, A. Larios-Guzmán, M. Gallardo-Valdés, F. Villaseñor-Ramírez y C. Hernández.	2010	Alternativas agroforestales para la reconversión de suelos forestales.	INIFAP.	Folleto	Manejo
68	Salgado-Mora, M., G. Ibarra-Núñez, J. E. Macías-Sámano y O. López-Báez.	2007	Diversidad arbórea en cacaotales del soconusco, Chiapas, México.	Interciencia 32(11): 763 – 768.	Artículo científico	Biodiversidad
69	Sánchez Fabián, Víctor.	2001	Propuesta de manejo agroforestal sustentable para la zona alta del mezquital.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Doctorado en Ciencias. 139 p.	Manejo
70	Sánchez G., F.	2012	Recursos maderables en el sistema agroforestal Cacao en Cárdenas, Tabasco.	Colegio de Postgraduados	Tesis de Maestría en Ciencias. 77 p.	Caracterización ecológica
71	Sánchez Hernández, Miguel Ángel.	2012	Sistema agroforestal coquia mezquite establecido en suelos del distrito de riego 028 Tulancingo, Hidalgo.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 110 p.	Manejo
72	Soto-Pinto, L., G. Jiménez-Ferrer, A. Vargas Guillén, B. de Jong B. y E. Esquivel-Bazán.	2001	Experiencia agroforestal para la captura de carbono en comunidades indígenas de México.	Revista Forestal Iberoamericana 1(1): 44-50.	Artículo científico	Captura de carbono

No	Autor	Año	Título del trabajo	Institución/Revista	Nivel	Área
73	Torres, J.A., W. Espinoza, L. Krishnamurthy y A. Vázquez.	2011	Secuestro de carbono en potreros arbolados, potreros sin árboles y bosque caducifolio de Huatusco, Veracruz.	Tropical and Subtropical Agroecosystems, 13 (2011): 543 – 549.	Artículo científico	Captura de carbono
74	Uribe-Gómez, S., N. Francisco-Nicolás y A. Turrent-Fernández.	2002	Pérdida de suelo y nutrimentos en un entisol con prácticas de Conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México.	Agrociencia 36: 161-168.	Artículo científico	Suelo
75	Vélez Izquierdo, Alejandra.	2007	Evaluación financiera de la tecnología agroforestal: árboles intercalados en cultivos agrícolas.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 102 p.	Estudios socio-económicos
76	Villarreal Álvarez, Antonia.	2003	La investigación agroforestal en cinco instituciones de educación superior en México.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 102 p.	Estudios socio-económicos
77	Villavicencio-Enríquez, L. y J.I. Valdez-Hernández.	2003	Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México.	Agrociencia 37: 413-423.	Artículo científico	Caracterización ecológica
78	Yescas Albarrán, Cesar Augusto.	2012	Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en el Ejido de los Sauces, Tepalcingo, Morelos.	Universidad Autónoma Chapingo	Tesis de Maestría en Ciencias. 82 p.	Manejo