



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSGRADO EN CIENCIAS FORESTALES**

**ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS PARA EL  
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE  
SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ESTADO DE  
CAMPECHE**

**ANTONIO DOMINGUEZ BALAM**

T E S I N A

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN MANEJO

SUSTENTABLE DE BOSQUES

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

**2020**

La presente tesina titulada: **ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ESTADO DE CAMPECHE**, realizada por el alumno: **Antonio Domínguez Balam**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN  
MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Tangaxuhan Llanderal Ocampo

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alejandro Velázquez Martínez

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Arnulfo Aldrete

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2020

# **ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ESTADO DE CAMPECHE**

**Antonio Dominguez Balam, M.T.  
Colegio de Postgraduados, 2020**

## **RESUMEN**

La agroforestería representa el arte y la ciencia de cultivar árboles en combinación interactiva con cultivos y/o animales en la misma unidad de tierra con propósitos múltiples. En el estado de Campeche los trabajos para el diseño de módulos agroforestales datan de 1962 en el Campo Experimental El Tormento ubicado en el municipio de Escárcega. El objetivo del presente trabajo es identificar los programas operados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para incentivar el establecimiento de sistemas agroforestales por productores de los ejidos en el estado de Campeche, México. Se consultaron los programas aplicados del periodo 2011 al 2020 y para cada año se revisaron las reglas de operación y lineamientos de cada programa, así como los resultados de la asignación de los recursos por año para el establecimiento y mantenimiento de módulos agroforestales. En el estado de Campeche han operado el Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur, el Programa Especial para la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales de la Península de Yucatán, el Programa Especial de áreas de acción temprana REDD+, el Programa Nacional Forestal y el Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable. Para el establecimiento de los módulos agroforestales del 2012 al 2018 fue asignado un total de \$34,577,063.20 pesos para una superficie de 5,850.7 hectáreas y para el mantenimiento de sistemas agroforestales establecidos, se asignaron \$3,064,964.00 pesos para una superficie aproximada de 441 hectáreas. De las 5,850.7 hectáreas de módulos agroforestales establecidos; 5,115 hectáreas corresponden a abonos verdes en cultivos de callejones, 579.7 hectáreas de cultivos agrícolas con árboles forestales y cultivos perennes, 106 hectáreas con cultivos agrícolas y arboles forestales y 50 hectáreas de módulos silvopastoriles. A partir del año 2019 no ha existido en la CONAFOR ningún programa relacionado con los módulos agroforestales lo que ha significado la no continuidad de los proyectos y el desaprovechamiento de las áreas de oportunidad para mejorar la cobertura forestal en el estado.

**Palabras clave:** Agroforestería, CONAFOR, programas, establecimiento, mantenimiento

# **ANALYSIS OF PROGRAMS FOR THE ESTABLISHMENT AND MAINTENANCE OF AGROFORESTRY SYSTEM IN THE STATE OF CAMPECHE**

**Antonio Dominguez Balam, M.T.  
Colegio de Postgraduados, 2020**

## **ABSTRACT**

Agroforestry represents the art and science of growing trees in interactive combination with crops and/or animals in the same multi-purpose unit of land. In the state of Campeche, early works for designing agroforestry modules dates back to 1962 in the Campo Experimental El Tormento located in the municipality of Escárcega, Campeche. The objective of this work is to identify the programs operated by the National Forestry Commission (CONAFOR) to encourage the establishment of agroforestry systems by producers of the ejidos in the state of Campeche, Mexico. Rules of operation and guidelines for programs implemented from 2011 to 2020 were reviewed, as well as the allocation of resources per year for the establishment and maintenance of agroforestry modules. Five programs have operated in the state of Campeche: the Forest Development Project of the Southern States, the Special Program for the Conservation and Sustainable Management of Forest Resources of the Yucatan Peninsula, the special Program of Early Action Areas REDD+, the National Forestry Program and the Support Program for Sustainable Forest Development. A total of \$34,577,063.20 pesos was allocated from 2012 to 2018 for the establishment of agroforestry modules in 5,850.7 hectares and \$3,064,964.00 pesos were assigned for the maintenance of some of the established agroforestry systems, in an area of approximately 441 hectares. Of the 5,850.7 hectares of agroforestry modules established; 5,115 hectares correspond to green manure plants in alley crops, 579.7 hectares of agricultural crops with forest trees and perennial crops, 106 hectares with agricultural crops and forest trees and 50 hectares of forestry modules. There has been no program related to agroforestry modules in CONAFOR since 2019, which means the discontinuation of the projects and not taking advantage of areas of opportunity to improve forest cover in the state.

**Keywords:** Agroforestry, CONAFOR, programs, establishment, maintenance

## **DEDICATORIA**

A mi esposa María Delvilandy May Sánchez; quien me ha apoyado en las discusiones de los temas y me ha compartido palabras de ánimo para no claudicar cuando las responsabilidades laborales son abundantes; por los momentos de complicidad para cubrir mis responsabilidades con mi hija mientras me dedicaba a las clases en línea y para realizar mis tareas, por ser mi compañera en horas de la noche para concluir la tesina y no dejar el proceso a medias; por todo su apoyo incondicional para seguir llenando los vacíos que hay en mi educación profesional.

A mi hija Raquel Domínguez May, que a pesar de su corta edad supo comprender de la necesidad del tiempo para cumplir con mis compromisos académicos y que me dio prestado el tiempo que le correspondía para jugar, hacer tareas y salir de paseo; porque siempre escuché esas palabras “no pasa nada papá, otro día podemos pasar tiempo”.

A mis padres que siempre me inculcaron los valores de perseverancia y responsabilidad.

A mi amiga Alma Fabiola Acevedo Altamira quien cada vez insistía para no dejar pasar el tiempo para concluir con este compromiso de la tesina.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a mi Dios que me otorgó la bendición de contar con esta oportunidad de prepararme para mejorar mis actividades profesionales y ayudar a quien lo necesite.

Al profesor Manuel Marín Quintero y al ing. Alberto Escamilla Nava por confiar en mí al escribirme cartas de recomendación.

A la Comisión Nacional Forestal por aceptarme como becario para cursar esta maestría tecnológica.

Al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de ser parte de su comunidad escolar.

A mis maestros de esta maestría por su paciencia para atenderme y por compartir sus saberes.

A los asesores técnicos que me facilitaron información de sus trabajos para realizar esta tesina.

Al profesor Tangaxuhan Llanderal Ocampo por haber aceptado ser mi consejero para esta tesina; por sus aportaciones para la mejora del trabajo y por sus conocimientos transmitidos.

Al Dr. Alejandro Velázquez Martínez y el Dr. Arnulfo Aldrete por ser mis asesores.

A Daysi Barrera Ortega por sus constantes recordatorios y resolver mis dudas.

Muchas gracias

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. ANTECEDENTES .....	3
4. JUSTIFICACIÓN .....	7
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
5.1 Área de estudio .....	9
5.2 Recopilación, sistematización y proceso de la información.....	10
6. RESULTADOS.....	11
6.1 Programas .....	11
6.2 Descripción de los programas.....	11
6.3.1 Establecimiento .....	15
6.3.2 Mantenimiento .....	18
6.4. Modelos de sistemas agroforestales diseñados para el estado de Campeche.....	21
6.4.1. Diseños de módulos agroforestales propuestos para los programas PRONAFOR y desarrollo forestal sustentable. ....	21
6.4.2. Diseños elaborados por prestadores de servicios técnicos .....	27
7. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES .....	32
7.1. Consideraciones sobre los programas.....	32
7.1.1. Factores limitantes .....	32
7.1.2. Presupuesto insuficiente .....	32
7.1.3. Falta de continuidad de los programas. ....	33
7.2. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	34
7.3. Especies utilizadas .....	38
7.4. Hacia un nuevo enfoque en el fomento de la agroforestería en Campeche	39
7.4.1. Fundamento .....	39
7.4.2. Sistemas agroforestales propuestos para el estado de Campeche.....	40

<b>8. CONCLUSIONES.</b> .....	49
<b>9. LITERATURA CITADA.</b> .....	51
<b>ANEXO</b> .....	56

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de programas aplicados en Campeche durante el periodo 2011-2020 por la CONAFOR .....	12
Cuadro 2. Asignación de recursos económicos por programa y año de operación para establecimiento de módulos agroforestales .....	16
Cuadro 3. Asignación por programa y año para mantenimiento de módulos agroforestales .....	19
Cuadro 4. Ventajas de los sistemas agroforestales en relación sistemas tradiciones de producción.....	35
Cuadro 5. Clasificación de los diseños agroforestales revisados con base a su estructura .....	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los recursos económicos asignados por municipio y programa para el establecimiento de los sistemas agroforestales. ....	17
Figura 2. Superficie con asignación de recursos para el establecimiento de sistemas agroforestales por programa y municipio. ....	18
Figura 3. Distribución de la asignación de recursos económicos en los municipios para el mantenimiento de módulos agroforestales. ....	20
Figura 4. Superficies atendidas en cada municipio por programa para el mantenimiento de módulos agroforestales. ....	21
Figura 5: Diseño de módulo agroforestal abonos verdes en cultivos de callejones. ....	23
Figura 6. Bancos de proteínas de corte con <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit, y árboles forestales. ....	24
Figura 7. Diseño del módulo agroforestal Pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple. ....	26
Figura 8. Diseño el módulo agroforestal pasturas en callejones y cercas vivas. ....	27
Figura 9. Diseño del sistema agroforestal del grupo Productores agroforestales de Xkanha. ....	28
Figura 10. Diseño del módulo agroforestal de los grupos: Productores unidos de la montaña y los seis hermanos. ....	29
Figura 11. Diseño del módulo agroforestal de los grupos: Unidos por el ambiente y la nueva esperanza. ....	30
Figura 12. Diseño del sistema agroforestal de los grupos: El tajonal, el zapote, la nueva esperanza de Xmabén y grupo forestal el tintal. ....	31
Figura 13. Diseño del módulo agroforestal regeneración natural en potreros. ....	41
Figura 14. Diseño de las franjas de regeneración natural en potreros. ....	42
Figura 15. Diseño de cercos vivos en potreros. ....	43
Figura 16. Diseño de árboles dispersos en potreros. ....	44
Figura 17. Diseño las franjas de regeneración natural en milpas. ....	45
Figura 18. Diseño de regeneración natural en cultivos agrícolas. ....	46
Figura 19. Diseño de cortinas rompevientos en límites de mecanizados. ....	47
Figura 20. Diseño de los árboles en orillas de caminos en el interior de mecanizados. ....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

Al apreciar desde las alturas el paisaje rural del sureste de México, en ocasiones la vegetación que uno creería se trata de selva, es en realidad una gran cobertura arbórea de plantas cultivadas ubicadas junto y alrededor de casas habitación. Se trata de un agroecosistema complejo de tipo agropecuario y forestal (Mariaca, 2012) que puede describirse como agroforestería. La agroforestería se ha definido de diferentes formas por varios autores y abundan definiciones desde cortas hasta muy extensas. Definiciones diversas han sido propuestas por autores reconocidos en la literatura agroforestal como Nair, King y Chandler, Raintree, Lundgreen, y Somarriba (Krishnamurthy *et al.*, 2003). Según World Agroforestry (ICRAF) la agroforestería es la interacción de la agricultura y los árboles, incluido el uso agrícola de los árboles y representa el arte y la ciencia de cultivar árboles en combinación interactiva con cultivos y/o animales en la misma unidad de tierra con propósitos múltiples (Krishnamurthy, 1998; Krishnamurthy y Ávila, 1999 citados por Krishnamurthy *et al.*, 2003).

La agroforestería busca integrar árboles al paisaje agropecuario, con la finalidad de mitigar el impacto causado por la deforestación, la cual ha llevado a la eliminación a largo plazo o permanentemente de la cubierta forestal, convirtiendo el suelo a un uso no forestal. Es evidente que la interacción ecológica de especies perennes (arbustos y árboles) con cultivos anuales y animales busca generar un beneficio económico para los dueños de las tierras, minimizando el impacto ambiental de los monocultivos manejados de forma intensiva con productos agroquímicos (Dzib, 2016). Sin embargo, analizar el potencial de adopción de la agroforestería requiere un enfoque multifacético que incluye un examen de prácticas de adopción exitosas, la comprensión de los resultados de la experimentación actual de los agricultores ("aprender haciendo") y el análisis de las preferencias de los agricultores para hacer frente al riesgo económico y agronómico (Evan *et al.*, 2005).

## 2. OBJETIVOS

Objetivo general.

Analizar los programas operados por la Comisión Nacional Forestal para incentivar el establecimiento de sistemas agroforestales por productores de los ejidos en el estado de Campeche, México, e identificar acciones para mejorar su adopción y posibilidades de éxito.

Objetivos específicos.

- Describir los programas y proyectos operados por la Comisión Nacional Forestal para el establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales en el estado de Campeche.
- Analizar la cantidad de recursos económicos asignados por la Comisión Nacional Forestal para el establecimiento y mantenimiento de los sistemas agroforestales en el estado de Campeche.
- Recopilar diseños de módulos agroforestales recomendados para el estado de Campeche.
- Identificar alternativas de mejora de los sistemas agroforestales implementados en el estado.

### 3. ANTECEDENTES

La asociación de cultivos se ha practicado en las milpas peninsulares desde tiempos ancestrales. La milpa maya peninsular es un sistema agroforestal milenario y cultural que aún realizan los mayas de la Península de Yucatán en selvas que se desarrollan en condiciones cársticas con precipitaciones erráticas, pues incluye manejo y aprovechamiento combinado de la selva, de la fauna, de las fuentes de agua y de diversos cultivos agrícolas (Rodríguez *et al.*, 2016).

La adopción de modelos agroforestales propuestos en proyectos de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales ha sido más exitosa entre personas pertenecientes a los hogares originales de la península de Yucatán, con mayor nivel de educación, con más experiencia, tanto en la edad del jefe del hogar, como en la experiencia técnica y de proyectos, con mayores ingresos y que habían practicado con sistemas agroforestales en el pasado, tales como la roza-tumba-quema (Evan *et al.*, 2005).

De acuerdo con Uzcanga *et al.* (2018), en 1962 se realizaron los primeros ensayos del sistema Taungya en el Campo Experimental El Tormento ubicado en el municipio de Escárcega, Campeche. El primer experimento se estableció con *Swietenia macrophylla* King (caoba), *Cedrela odorata* L (cedro) y *Zea mays* L. (maíz) en un sitio de 4 ha, alrededor del cual se establecieron parcelas de 0.25 ha con *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (chacá) y *Simarouba glauca* DC. (pasak). También se establecieron parcelas de *Cedrela odorata* L (cedro), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (bari), *Manilkara zapota* (L.) P.Royen (chicozapote) y *Cordia dodecandra* A.DC. (ciricote). En 1963 se estableció otro experimento con el sistema Taungya en 25 ha con plantaciones de caoba, cedro rojo y ciricote en un Cuadro Latino de 500 m x 500 m.

El Consejo Regional Agrosilvopastoril de Xpujil (CRASX) implementó un proyecto agroforestal de 1991 a 1996 que ofreció 225 árboles maderables y 110 árboles frutales, de forma gratuita, a cada participante que acordó plantar los árboles en asociación con cultivos agrícolas en parcelas agroforestales de una hectárea (Márquez, 2004; Evan *et al.*, 2005). Esto fue seguido en 1995-97 con un proyecto de plantación de árboles

concentrado únicamente en árboles nativos sin el componente del árbol frutal. El proyecto proporcionó, de forma gratuita, 21 especies de árboles nativos para plantar en parcelas administradas individualmente o en la comunidad, a menudo en asociación con cultivos (Evan *et al.*, 2005).

Los productores aceptaban las diferentes opciones agroforestales, seleccionando diferentes cultivos para integrar en sus parcelas, entre especies forestales como cedro (*Cedrela odorata* L), caoba (*Swietenia macrophylla* King), y ciricote (*Cordia dodecandra* A.DC.); frutales como guanábana (*Annona muricata* L.), mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E.Moore & Stearn, mango (*Mangifera indica* L.), entre otros, cultivos anuales como frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), (Haggar *et al.*, 2001 citado por Dzib, 2016).

En 1996 en las comunidades de Gustavo Díaz Ordaz, Heriberto Jara Corona, Josefa Ortiz de Domínguez, La Guadalupe y Valentín Gómez Farías se establecieron 10 parcelas con una superficie promedio de 0.75 hectáreas. El diseño experimental de las parcelas comprendió tres tratamientos agroforestales sin repeticiones y un testigo: 1) árboles frutales y forestales intercalados (multiestrato), 2) plantación de especies forestales, y 3) plantación de especies frutales. Como testigo se utilizó un cultivo itinerante de maíz (milpa). En cada uno de los tratamientos mencionados se sembraron cultivos anuales entre las hileras de los árboles, utilizando las especies, las densidades y el sistema que el productor consideró más conveniente. Cada campesino fue provisto de 80 árboles de cedro (*Cedrela odorata* L.) y 80 árboles de caoba (*Swietenia macrophylla* King) como especies maderables, y 20 de cada una de las siguientes especies de árboles frutales: guanábana (*Annona muricata* L.), chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P.Royen), marañón (*Anacardium occidentale* L.), nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), aguacate (*Persea americana* Mill), pimienta (*Pimenta dioica* (L.) Merr.), caimito (*Chrysophyllum mexicanum* Brandegees) y tamarindo (*Tamarindus indica* L.) (Issac, 2004).

Otra experiencia en Calakmul fue donde se establecieron tres combinaciones por tipo de árbol: 1) árboles frutales puros, 2) árboles frutales mezclados con árboles maderables y 3) árboles maderables puros. Los agricultores plantaron de 8 a 10 árboles frutales (la

mayoría utilizaban 8) y de 1 a 2 especies madereras (en su mayoría 2) en 26 parcelas (8 frutas puras, 9 frutas y madera mixtas y 9 maderas puras). Las parcelas de madera pura y árboles frutales consistieron en alrededor de 40 árboles de madera o 10 árboles frutales por parcela de 0.12 ha, mientras que las parcelas mixtas de madera y fruta se plantaron en parcelas de 0.25 ha (Evan *et al*, 2005).

Dzib (2016) menciona la caracterización de los sistemas de producción y vegetación natural como base para el diseño de sistemas agroforestales hecho en la localidad de Pomuch, Hecelchakán, Campeche, donde se reporta el huerto familiar con especies frutales, maderables, medicinales y de ornato. Las especies forestales que se encuentran en el huerto son: *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Havardia albicans* Britton & Rose, *Caesalpinia violacea* (Mill.) Standl y *Apoplanesia paniculata* C.Presl.

En el ejido Pomuch, los sistemas de producción (agricultura de roza-tumba-quema, agricultura de espeque, agricultura semi-mecanizada, agricultura mecanizada, fruticultura, ganadería y forestal) ocupan espacios independientes que responden a las características físicas del suelo. La presencia de especies arbóreas maderables nativas en los potreros es visible, pues se encontraron 13 especies; cuatro utilizadas en cercas vivas, y las restantes dispersas al interior de los potreros como sombra, o en su caso, para alimentación de los animales principalmente. Los huertos familiares se localizaron en la zona urbana del ejido, las parcelas ganaderas y frutícolas se encuentran cerca de la comunidad, generalmente a una distancia menor a 6 km. Las parcelas frutícolas se identificaron en áreas compactas cerca de los pozos en los valles. Las parcelas agrícolas se ubicaron en los valles desde menos de uno hasta 20 km de distancia al área urbana de la comunidad.

En la comunidad de San José Carpizo 1, Champotón, Campeche, se identificaron los siguientes sistemas de producción: plantaciones forestales y frutícolas, ganadería, agricultura semi-mecanizada y huertos familiares. Los huertos familiares cuentan en promedio con superficies de  $0.27 \pm 0.12$  hectáreas, donde se encuentran especies frutales, maderables, medicinales y de ornato. En esta área el manejo es mínimo, y consiste básicamente de limpieza de forma manual, evitando el uso de agroquímicos. Se

encontraron en los huertos cuatro especies maderables las cuales son, *Manilkara zapota* (L.) P.Royen, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.

En cuanto a los potreros, se identificaron 27 especies maderables nativas y frutales nativas y exóticas. De estas especies, 25 se encontraron como árboles distribuidos al interior de los potreros, de las cuales 16 fueron maderables, 6 frutales, una de doble propósito (frutal y maderable) (*Cordia dodecandra* A.DC.), una como alimento del ganado (*Crescentia cujete* L.), y una empleada para la construcción de techos de las viviendas (*Sabal mexicana* Mart); al mismo tiempo, dentro del total de las especies identificadas, ocho especies estuvieron establecidas como postes muertos y cuatro especies como árboles en las cercas (Dzib, 2016).

La experiencia de los sistemas agroforestales para el estado de Campeche se ha acompañado de la generación de capacidades ya que se contempló la preparación de personal sobre el tema de sistemas agroforestales en 1981 con intercambio de experiencias y visitas a zonas de cultivo de los estados de Tabasco y Quintana Roo (Beer y Somarriba, 1984).

#### 4. JUSTIFICACIÓN

En la definición de los componentes de un sistema agroforestal es necesario considerar los siguientes puntos (Cabrera *et al.*, 2011):

- Que las especies sean nativas de la región.
- Que proporcionen productos de calidad, de uso diverso y con demanda en el mercado.
- Que estén reconocidas y aceptadas por los agricultores.
- Que no presenten problemas de plagas.
- Que proporcionen productos a corto, mediano y largo plazo.

Una vez que se genere una lista de especies forestales, agrícolas y frutales, se deberá presentar ante los productores para su consideración, con la finalidad de conocer sus preferencias, así como definir y ajustar conjuntamente la metodología, los componentes a implementar y el arreglo topológico en el sistema agroforestal.

En Calakmul se han identificado limitaciones para la práctica de la agroforestería, como falta de dinero, de mano de obra y de agua de riego (Evan *et al.*, 2005). Es probable que la falta de recursos económicos sea el factor que determina la superficie de trabajo, ya que una mayor superficie requiere mayor cantidad de insumos, mano de obra y dedicación de tiempo. Esto también ocasiona que los trabajos de establecimiento y manejo de sistemas agroforestales no se concluyan de manera exitosa, o se cumplan solo parcialmente, por lo que es importante conocer los programas y/o proyectos que han considerado la asignación de recursos económicos para complementar los costos totales.

Este tipo de proyectos permiten alcanzar fácilmente los objetivos como consumo en el hogar, ventas, reserva, diversificación de productos, prueba de adaptabilidad de la planta y diversificación temporal, y su análisis permitiría conocer si el presupuesto fue suficiente para cubrir los costos de establecimiento, manejo post-establecimiento, garantizar la sobrevivencia de las plantas y los procesos de recuperación de la fertilidad del suelo para mejorar la producción y la productividad del área de cultivo. Es probable que existan distintos programas y proyectos con iniciativa para el fomento de los sistemas

agroforestales pero que no estén alineados con las necesidades de la región y los sistemas de producción de los agricultores o quizá no son proyectos que contemplen las diferentes necesidades del ciclo del proyecto.

De acuerdo con la relatoría del Taller “Intercambio de experiencias y evaluación de la inversión gubernamental en parcelas agroforestales en la Península de Yucatán”, realizado en Chetumal, Quintana Roo, en mayo del 2016, se planteó la siguiente pregunta a los asistentes: ¿Cuáles son las desventajas de un sistema agroforestal? Las repuestas se pueden resumir en el siguiente párrafo: la parcela debe ser familiar, no por grupos; los apoyos son insuficientes para el establecimiento; existe incumplimiento de las instituciones para el mantenimiento; falta continuidad del programa; el apoyo llega fuera de la temporada de lluvias; no se valora la visión de los productores para el diseño del programa; hay poca vinculación de las instituciones con los productores y poca información de programas que pueden incorporarse a las parcelas; y la producción es baja en comparación con cultivos extensivos (CONABIO, 2016).

En función de lo anterior, es necesario conocer las iniciativas, los montos de apoyo y los paquetes tecnológicos propuestos para que el productor implemente su sistema agroforestal y se cumpla con los objetivos de los subsidios y la contribución a las acciones de mejora productiva y/o restauración de áreas degradadas.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Área de estudio

El estado de Campeche se localiza al sureste de México, en la región occidental de la Península de Yucatán, entre las latitudes extremas 20°51'00"N al norte y 17°48'32"N al sur, y entre las longitudes 89°08'49"O al oriente y 92°28'30"O al occidente. Colinda al noreste con Yucatán, al este con Quintana Roo, al sureste con Belice, al sur con Guatemala, al suroeste con Tabasco y al oeste con el Golfo de México. La superficie continental de Campeche cubre 57,588.60 km<sup>2</sup>, que representa 2.9 % del territorio nacional, situándose en el lugar 17 respecto a los estados de mayor extensión del país (SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

De acuerdo con el portal del Registro Agrario Nacional (RAN), en el apartado de estadística agraria, para el estado de Campeche se tienen registrados hasta el año 2019 un total de 386 ejidos. El censo de población y vivienda del año 2010 reporta una población de 822,441 habitantes donde 407,721 son del sexo masculino y 414,720 son del sexo femenino.

En cuanto al clima, se presentan tres tipos: cálido subhúmedo (92.01%), cálido húmedo (7.96%) y semiseco muy cálido (0.03%), y en toda la geografía estatal se cuenta con siete subtipos de clima, seis de los cuales corresponden al grupo de los A (climas cálidos) y uno al grupo de los B (climas secos). El grupo A, cuya característica de temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C, se presenta en 99.96% de su superficie y comprende dos tipos: el clima Am (cálido húmedo) y el clima Aw (cálido subhúmedo). El clima Am se presenta en 7.96 % del territorio estatal, y se localiza en el extremo oeste del municipio de Palizada, en los límites con el estado de Tabasco, el clima presente es del subtipo Am(f). Mientras que el clima Aw (cálido subhúmedo) es el predominante, manifestándose en 92.00 % del estado, está representado por cinco subtipos: Aw0, Aw0(w), Aw1, Aw1(w) y Aw2(x'), siendo el Aw1 el clima con mayor distribución, presentándose en 42.87 % de la entidad (INEGI, 2008; SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

De acuerdo con el inventario forestal del año 2013 para el estado de Campeche del total de la extensión territorial, 4,474,098.58 hectáreas se consideran como áreas forestales, las restantes 1,284,740.22 hectáreas son áreas no forestales que incluyen superficies agrícolas, pastizales, asentamientos humanos, cuerpos de agua y áreas desprovistas de vegetación. La formación con mayor cobertura en el estado corresponde a la de selvas altas y medianas con 75.4 % de la superficie forestal estatal; le siguen en orden descendente las selvas bajas con 13.9%, el manglar con 4.4%, otras áreas forestales con 4.1%, otras asociaciones con 2.1% y latifoliadas con 0.1% (SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

## **5.2 Recopilación, sistematización y proceso de la información.**

La información sobre los programas y proyectos relacionados con los sistemas agroforestales fue consultada en el sitio web ([www.gob.mx/conafor](http://www.gob.mx/conafor)) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en su apartado “Apoyos CONAFOR”. Se consideraron los programas aplicados del periodo 2011 al 2020, y para cada año se revisaron los programas, las reglas de operación y lineamientos de cada programa, así como los resultados de la asignación de los recursos por año para el establecimiento y mantenimiento de módulos agroforestales. Los resultados de las asignaciones de los recursos económicos fueron revisados, descargados y sistematizados en hoja de cálculo (Excel 2016), capturándolos por programas y años de asignación para los municipios del estado de Campeche.

El proceso y análisis de datos se realizó mediante la herramienta de tablas dinámicas de la hoja de cálculo en su versión 2016, analizando montos asignados por programas para el establecimiento y mantenimiento de los sistemas agroforestales durante el periodo 2011-2020. Además, se realizó una revisión de literatura para recopilar los diseños de sistemas agroforestales posibles a ser utilizados de acuerdo con el giro de la actividad productiva. También se analizaron 8 informes finales de los proyectos operados por asesores técnicos, para identificar algunos arreglos o diseños de sistemas agroforestales que fueron objeto de financiamiento.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1 Programas**

Los sistemas agroforestales en el estado de Campeche han sido apoyados por la CONAFOR mediante 5 programas: Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur (DECOFOS), Programa Especial para la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales de la Península de Yucatán (PEPY), Programa Especial de áreas de acción temprana REDD+, Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) y Programa de apoyos para el desarrollo forestal sustentable. La asignación de los recursos económicos inicio en el 2012 y el 2018 fue la última asignación. En los años 2011, 2019 y 2020 no se asignó ningún concepto de apoyo relacionado a los sistemas agroforestales. La participación de cada programa se detalla en el Cuadro 1.

### **6.2 Descripción de los programas**

#### **6.2.1 Proyecto de desarrollo forestal de los estados del sur (DECOFOS)**

Del 2012 al 2015 la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), fue el ejecutor del DECOFOS, que se instrumentó en los estados de Campeche, Chiapas y Oaxaca financiado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). En su componente II. Proyectos y negocios y subcategoría IV. Proyectos y negocios, consideró los módulos agroforestales a través del “Mecanismo operativo del proyecto de desarrollo comunitario forestal de los estados del sur”. El proyecto consideró como superficie mínima de apoyo 1 hectárea y máxima 10 hectáreas, y especificó que el módulo debería establecerse e implementarse preferentemente en áreas dedicadas a usos agropecuarios.

**Cuadro 1. Relación de programas aplicados en Campeche durante el periodo 2011-2020 por la CONAFOR**

Año o periodo	Institución	Programa	Concepto de apoyo
2011	CONAFOR	Ninguno	Ninguno
2012-2015	CONAFOR	Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur	Establecimiento y mantenimiento de módulos agroforestales
2013-2014	CONAFOR	Programa Especial para la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales de la Península de Yucatán (PEPY)	Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales.
2014	CONAFOR	Programa Especial de áreas de acción temprana REDD+	Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales
2014-2017	CONAFOR	Programa Nacional Forestal (PRONAFOR)	RF.6.- Sistemas agroforestales.
2018	CONAFOR	Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable.	RF.6.- Sistemas agroforestales.
2019	CONAFOR	Ninguno	Ninguno
2020	CONAFOR	Ninguno	Ninguno

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>

Se apoyó el establecimiento con un monto de \$16,500.00 pesos y el mantenimiento con \$8,800.00 pesos por hectárea. De acuerdo con el mecanismo operativo del proyecto de desarrollo comunitario forestal de los estados del sur el esquema de financiamiento fue de 90% por parte del proyecto y el 10% fue aportado el beneficiario.

El beneficiario aporta su porcentaje en efectivo y/o especie dependiendo del acuerdo que alcance con el asesor técnico que brindará sus servicios. Los recursos se destinaron al diseño y establecimiento de sistemas agroforestales como un sistema de producción alternativo que integra el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales disponibles en el área, la diversificación de productos (madera, plantas melíferas, frutales, hortalizas, forrajes, cultivos básicos, ornamentales, peces, abejas, etc.) y que, a través del tiempo, sirvan como modelos para convertir las tierras improductivas y degradadas en sistemas de producción local sustentables (CONAFOR, 2012, 2013b, 2014b, 2015b).

### **6.2.2 Programa especial para la conservación, restauración y el manejo sustentable de los recursos forestales de la Península de Yucatán (PEPY)**

En el 2013 la CONAFOR publicó los lineamientos de operación para el programa PEPY, en cuyo Componente de Silvicultura Comunitaria contempló la modalidad de desarrollo de las capacidades de gestión, dentro de las cuales se consideró el establecimiento y mantenimiento de los módulos agroforestales. De acuerdo con los criterios de ejecución, resolución y prelación, el apoyo es para el establecimiento de Módulos Agroforestales diversificados que sirvan como modelos para ser replicados y aporten alternativas de manejo sustentable de áreas degradadas e improductivas con la mejora de ingresos familiares en una superficie mínima de 1 hectárea y máxima de 5 hectáreas con un monto de apoyo para el establecimiento de \$16,500.00 por hectárea y \$8,800.00 pesos por hectárea para el mantenimiento. Por ser productores con tipología I, el esquema de financiamiento fue de 90% por parte del proyecto y el 10% como aportación del beneficiario (CONAFOR, 2013a, 2013c).

### **6.2.3 Programa especial de áreas de acción temprana REDD+**

En el 2014 la CONAFOR nuevamente publica el lineamiento de operación del programa especial de áreas de acción temprana REDD+. La convocatoria señala en el inciso B el tema de restauración y reconversión y como concepto de apoyo el establecimiento de módulos agroforestales.

El programa no prescribió diseño a implementar pero determinó un presupuesto para el establecimiento de los sistemas agrosilvícolas de \$5,600 por hectárea para cubrir la

preparación del terreno, adquisición de insumos (fertilizantes orgánicos, planta forestal, etc.), establecimiento de planta (excavación de cepas y plantación) y asistencia técnica; también contempló el establecimiento de un módulo silvopastoril con un presupuesto de \$20,848 por hectárea para la compra de 100 plantas forestales, su establecimiento, limpieza manual posterior a la plantación, adquisición de semilla de leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit var. *Cunningham*), adquisición de semilla de pasto Tanzania (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & Jacobs) o Mombasa (*Panicum maximum*), siembra de semilla de leucaena, adquisición y establecimiento de infraestructura y equipo (exclusivamente elementos relacionados con cercado y riego), y la asistencia técnica. La distribución topológica de los componentes del módulo silvopastoril quedó a responsabilidad del asesor técnico y de los productores (CONAFOR, 2014c).

#### **6.2.4 Programa nacional forestal (PRONAFOR)**

Del 2014 al 2017 la CONAFOR por medio del programa nacional forestal (PRONAFOR), en su componente III: Restauración y reconversión productiva contempló el concepto RF. 6.- Sistemas agroforestales; con un monto de \$4,772.00 pesos por hectárea para realizar únicamente el establecimiento del sistema agroforestal, en el cual se debía realizar la restauración de los suelos y el establecimiento de la especie forestal arbórea, así como alguna práctica adicional, los cuales deberían aplicarse en la misma superficie. La superficie mínima fue de 5 hectáreas y un máximo de 100 hectáreas (CONAFOR, 2014d, 2015a, 2016, 2017a).

Se consideraron dos modelos de sistema agroforestal: abonos verdes en cultivos en callejones y banco de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y árboles forestales (pastura en callejones y arbustos de uso múltiple). Para el primer caso fue necesario considerar la siembra de abonos verdes (chihua o frijol), con 9,375 cepas por hectárea, establecer gramíneas (maíz) y entre 500 a 625 árboles forestales. Para el caso de la opción 2 fue necesario establecer 625 plantas forestales y en los callejones establecer 2 hileras de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit con un distanciamiento de 50 centímetros entre hilera y entre planta (CONAFOR, 2014a, 2015d, 2017b).

### **6.2.5 Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable.**

En el 2018 de nuevo la CONAFOR por medio del programa nacional forestal (PRONAFOR), en su componente III: Restauración y reconversión productiva, contempló el concepto RF. 6.- Sistemas agroforestales; con un monto de \$4,472.00 pesos por hectárea para realizar únicamente el establecimiento del sistema agroforestal, en el cual deberá realizarse la restauración de suelos, el establecimiento de la especie forestal arbórea, así como alguna práctica adicional, los cuales deberán aplicarse en la misma superficie, (CONAFOR, 2018a).

De acuerdo con las fichas técnicas del 2018 para el estado de Campeche se recomendaron dos paquetes de sistemas agroforestales: 1. abonos verdes, y 2. Pastura en callejones y cercas vivas. En el primer caso se contempló la siembra de 4,995 cepas por hectárea de cultivo de cobertera y maíz y entre 500 a 625 plantas por hectárea de árboles forestales, para el segundo paquete se consideró el establecimiento de 500 plantas forestales distribuidas en un arreglo de 8 m por 2.5 m, 200 estacas por hectárea de especies vegetativas en linderos y de 5 a 8 kilogramos o de 2.5 a 3 toneladas de estolones de pasto por hectárea, ambos paquetes estuvieron presupuestados con un monto de \$4,472.00 pesos por hectárea (CONAFOR, 2018b).

## **6.3. Asignación de recursos**

### **6.3.1 Establecimiento**

Para el establecimiento de los módulos agroforestales del 2012 al 2018 fue asignado un total de \$34,577,063.20 de pesos de los cuales del programa PRONAFOR corresponden \$20,591,180.00 (59.55%), DECOFOS \$5,458,630.20 (15.79%), programa para el desarrollo forestal sustentable \$3,817,600.00 (11.04%), PEPY \$3,122,625.00 (9.03%) y REDD+ \$1,587,028.00 (4.59%), el programa nacional forestal ha asignado la mayor cantidad de recursos económicos en relación a los proyectos restantes. Los montos asignados en cada año por programa se presentan en el Cuadro 2.

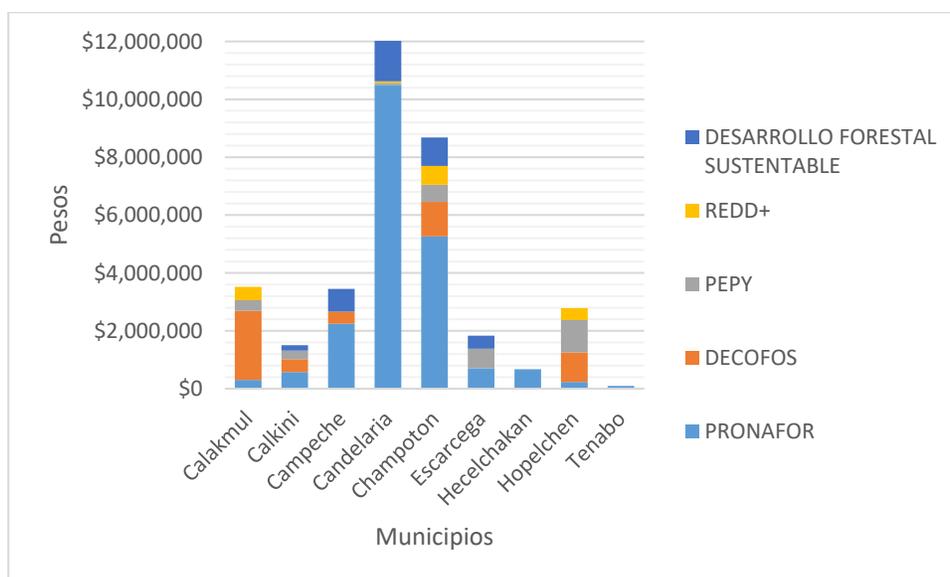
**Cuadro 2. Asignación de recursos económicos por programa y año de operación para establecimiento de módulos agroforestales**

<b>Programa</b>	<b>Año</b>	<b>Monto asignado</b>
<b>Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur</b>	2012	\$1,584,559.00
<b>Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur</b>	2013	\$3,521,271.20
<b>Programa Especial para la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales de la Península de Yucatán (PEPY)</b>	2013	\$3,122,625.00
<b>Proyecto de Desarrollo Forestal de los Estados del Sur</b>	2014	\$352,800.00
<b>Programa Especial de áreas de acción temprana REDD+</b>	2014	\$1,587,028.00
<b>Programa nacional forestal</b>	2014	\$5,354,184.00
<b>Programa nacional forestal</b>	2015	\$4,772,000.00
<b>Programa nacional forestal</b>	2016	\$4,433,188.00
<b>Programa nacional forestal</b>	2017	\$6,031,808.00
<b>Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable</b>	2018	\$3,817,600.00

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

Los programas han asignado recursos económicos para el establecimiento de los sistemas agroforestales en 9 municipios del estado. El programa con mayor cobertura es el PRONAFOR con presencia en los municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Candelaria, Champotón, Escárcega, Hecelchakán, Hopelchén y Tenabo; seguidamente el programa PEPY con presencia en los Calakmul, Calkiní, Candelaria, Champotón, Escárcega y Hopelchén; le sigue DECOFOS con presencia en los municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Champotón y Hopelchén; el programa de desarrollo forestal sustentable tuvo presencia en los municipios de Calkiní, Campeche, Candelaria,

Champotón y Escárcega; el de menor cobertura fue el programa REDD+ que abarcó solo los municipios de Calakmul, Champotón y Hopelchén. Los cinco programas han estado presentes en el municipio de Champotón; sin embargo, el municipio de Candelaria es al que se ha asignado la mayor cantidad de recursos económicos, mientras que el municipio de Tenabo es el que menos presencia de proyectos ha tenido (sólo uno) y al que menos recursos se han asignado. La distribución de los recursos económicos en los municipios por programa se presenta en la Figura 1.

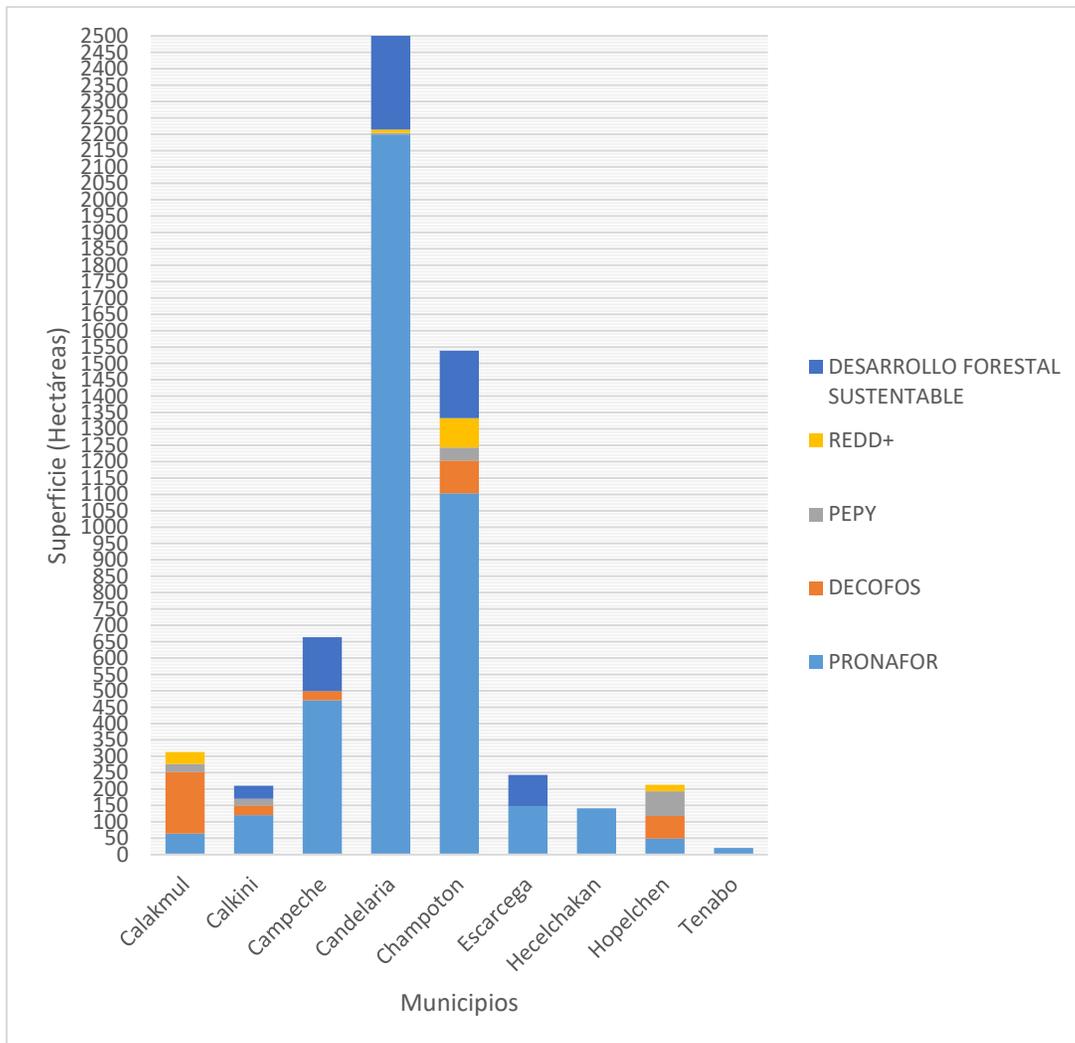


Fuente: Elaboración propia con los resultados de la asignación de recursos.

**Figura 1. Distribución de los recursos económicos asignados por municipio y programa para el establecimiento de los sistemas agroforestales**

Se han asignado recursos para una superficie de 5,850.7 ha para el establecimiento de los sistemas agroforestales, el programa con mayor superficie reportada es PRONAFOR (4,315 ha), seguido por el programa de Desarrollo Forestal Sustentable (800 ha), DECOFOS (414.7 ha), PEPY (165 ha) y REDD+ (156 ha). El municipio de Candelaria es reportado con mayor superficie (2,508 ha), mientras que el municipio de Tenabo solo se reporta con la superficie mínima (20 ha). La distribución de la superficie con recursos

asignados para el establecimiento de los sistemas agroforestales de cada programa y municipio se presenta en la Figura 2.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

**Figura 2. Superficie con asignación de recursos para el establecimiento de sistemas agroforestales por programa y municipio.**

### 6.3.2 Mantenimiento

Con base en la revisión de los programas y proyectos aplicados por la CONAFOR, se encontró que solo 3 programas (DECOFOS, PEPY Y REDD+), han considerado dentro de sus reglas de operación o mecanismo de operación el mantenimiento para los módulos agroforestales establecidos. El programa nacional forestal y el programa para

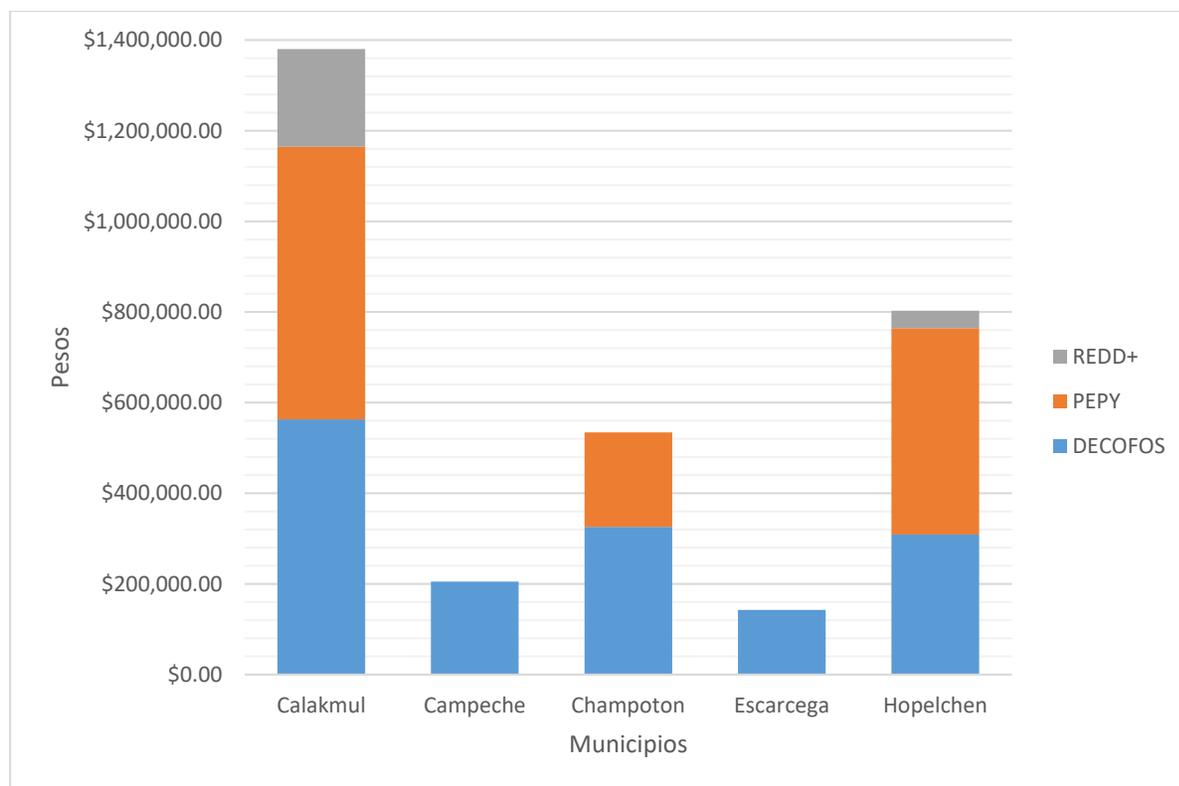
el desarrollo sustentable no contemplaron en sus reglas de operación y convocatorias el concepto de apoyo de mantenimiento de sistemas agroforestales. Mediante los tres programas mencionados se asignaron \$3,064,964.00, durante el periodo 2012-2015. El programa DECOFOS asignó mayor recurso para el mantenimiento de los sistemas agroforestales, seguido por PEPY y por último REDD+. Del monto total asignado para mantenimiento en una superficie aproximada de 441 hectáreas, DECOFOS asignó \$1,545,636.00 que representan el 51% del monto total asignado, PEPY asignó \$1,265,228.00 que representa el 41% y REDD+ \$254,100.00 que corresponden al 8%. Las cantidades asignadas por año en cada programa se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Asignación por programa y año para mantenimiento de módulos agroforestales**

Programa	Año	Monto asignado
DECOFOS	2012	\$ 728,023.00
DECOFOS	2013	\$ 467,280.00
DECOFOS	2014	\$ 173,250.00
DECOFOS	2015	\$ 177,083.00
PEPY	2014	\$ 1,265,228.00
REDD+	2014	\$ 254,100.00
<b>Total</b>	2012-2015	\$ 3,064,964.00

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

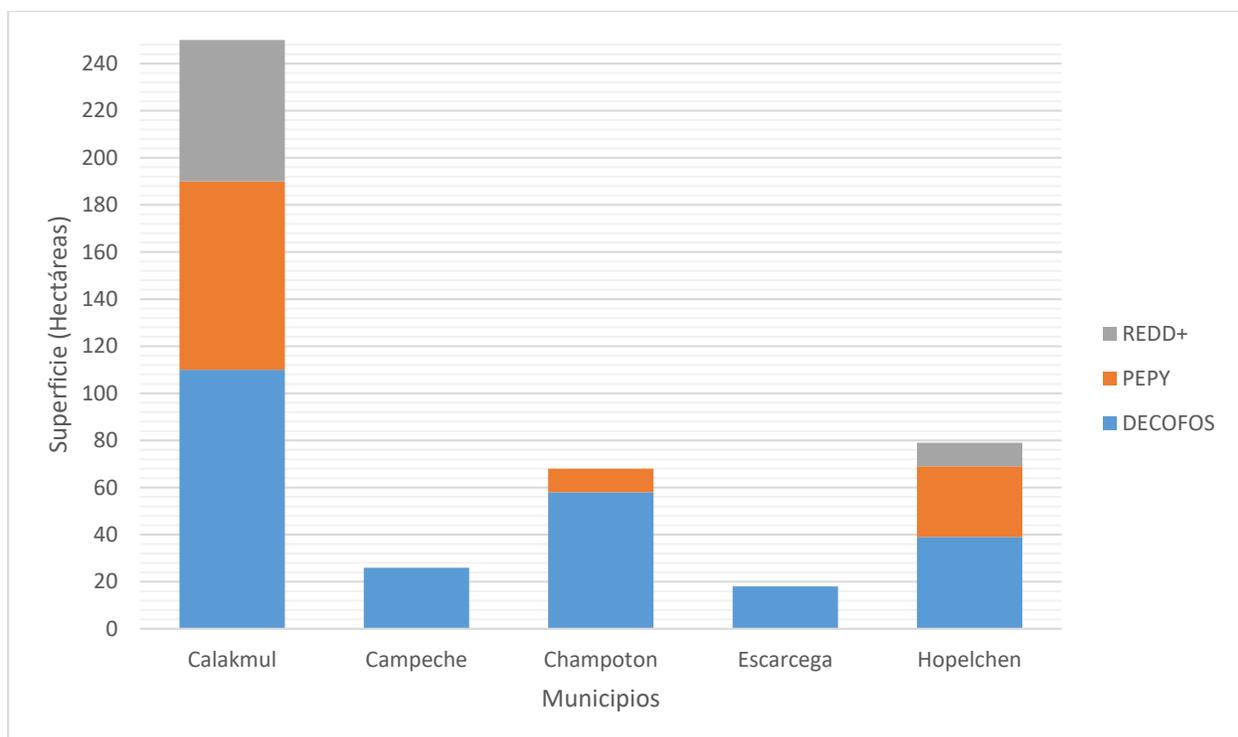
Los recursos asignados para el mantenimiento de los módulos de los sistemas agroforestales se distribuyeron en los municipios de Calakmul, Campeche, Champotón, Escárcega y Hopelchén, siendo Calakmul el de mayor asignación (\$1,380,071.00), seguido por Hopelchén (\$802,840.00), Champotón (\$534,296.00), Campeche (\$205,197.00) y por último Escárcega (\$142,560.00). La participación de cada programa por municipio se presenta en la Figura 3.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

**Figura 3. Distribución de la asignación de recursos económicos en los municipios para el mantenimiento de módulos agroforestales**

Con relación a la superficie con asignación de recursos económicos para el mantenimiento de los módulos agroforestales, al municipio de Calakmul se le asignaron recursos económicos para 250 ha, Hopelchén 79 ha, Champotón 68 ha, Campeche 25.9 ha y Escárcega 18 ha. En los municipios de Calakmul y Hopelchén los tres programas fueron aplicados, mientras que en el municipio de Champotón dos programas y en los municipios de Campeche y Escárcega solo un programa. El programa DECOFOS es el que fue aplicado en los 5 municipios, mientras que el programa REDD+ solo en un municipio, la distribución por programa, municipio y superficie se presenta con mayor detalle en la Figura 4.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR-apoyos 2012-2018, consultado en: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

**Figura 4. Superficies atendidas en cada municipio por programa para el mantenimiento de módulos agroforestales**

#### **6.4. Modelos de sistemas agroforestales diseñados para el estado de Campeche**

Los módulos agroforestales que han contado con financiamiento están agrupados en dos partes; por un lado, están los programas orientados a las acciones de restauración forestal bajo las reglas del programa PRONAFOR y el programa de desarrollo forestal sustentable y, por otro, aquéllos que buscan mejorar las condiciones productivas de los productores con los programas DECOFOS, PEPY y REDD+. A continuación, se describen los sistemas agroforestales diseñados para cada caso.

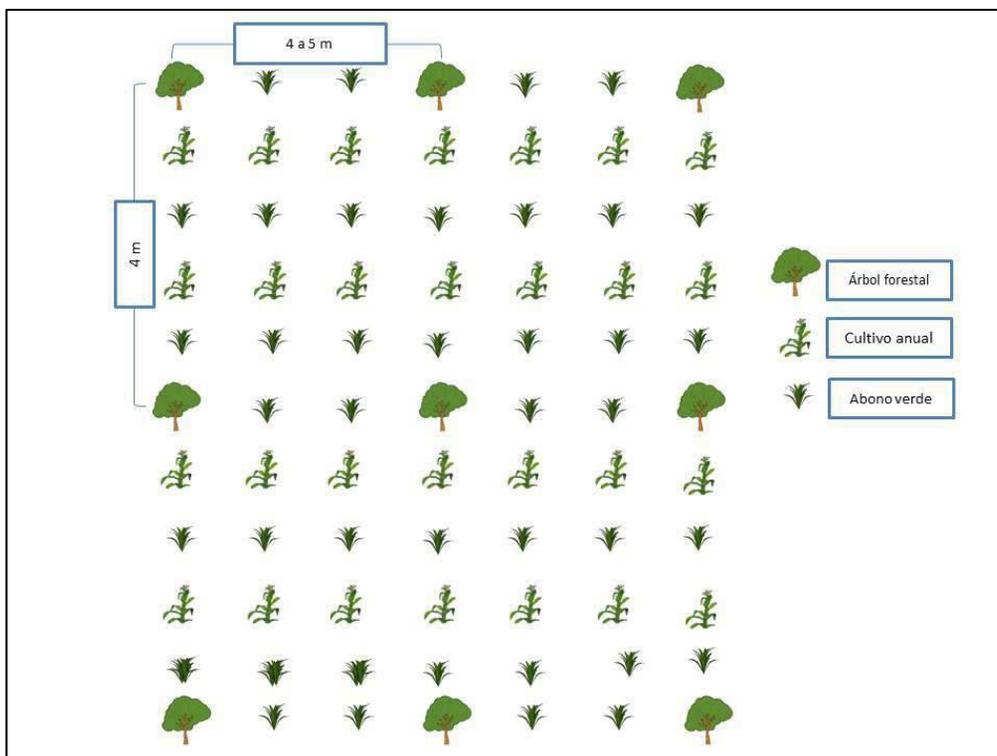
##### **6.4.1. Diseños de módulos agroforestales propuestos para los programas PRONAFOR y desarrollo forestal sustentable.**

El programa PRONAFOR y el programa de desarrollo forestal sustentable cuentan con fichas técnicas elaboradas para el estado de Campeche como los abonos verdes en

cultivos de callejones, bancos de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, pastura en callejones con árboles y arbustos de uso múltiple y pasturas en callejones y cercas vivas. Estos modelos cuentan con un presupuesto de \$4,454.00 hasta \$4,481.00 por hectárea para actividades de preparación del terreno, compra de insumos agrícolas o pastos, transporte de plantas forestales desde el vivero al sitio de trasplante y las actividades del establecimiento del módulo agroforestal. Las plantas forestales son proporcionadas por la CONAFOR entregando las órdenes de salida de planta a los productores los cuales deben acudir a los viveros forestales por las plantas. Estos programas consideran 625 plantas por hectárea de las especies forestales disponibles en los viveros. Los sistemas agroforestales establecidos con presupuesto de estos programas son los siguientes.

#### **a. Abonos verdes en cultivo de callejones**

Primero se establecen los cultivos de cobertera, en este caso las plantas de frijol (*Phaseolus* spp.) y/o calabaza (*Cucurbita* spp.). Los abonos verdes se siembran a una distancia de un metro, una o dos semillas, a una profundidad de 3 a 5 cm, dejando el espacio para sembrar los árboles forestales (a un espaciamiento de 4 x 4m o de 4 x 5m), y obteniendo así una densidad de 9,375 cepas/ha. En todos los casos los residuos del cultivo permanecen en el sitio y son incorporados para enriquecer los suelos. Una vez establecidos los abonos verdes, se siembran las gramíneas como el maíz (*Zea mays* L.). Dependiendo de la densidad, se establecen 500 o 625 árboles forestales por hectárea, cuidando que las plantas de guía sembradas previamente no cubran o ahoguen a las plántulas. El costo promedio por hectárea para abono verde con calabaza es de \$4,472.00 y \$4,454.00 para abono verde con frijol. Las plantas forestales no están consideradas en el costo del paquete porque en los proyectos financiados la CONAFOR proporcionó las plantas (CONAFOR, 2014a, 2015d, 2017b, 2018b). El diseño propuesto se ilustra en la Figura 5



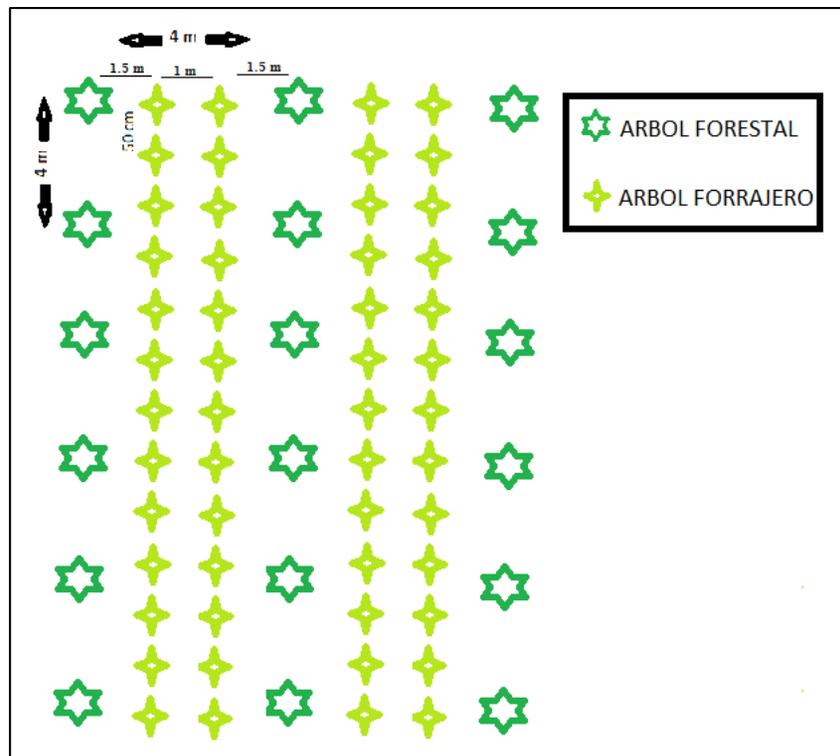
Fuente: CONAFOR (2018b).

**Figura 5. Diseño de módulo agroforestal abonos verdes en cultivos de callejones**

**b. Bancos de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, y árboles forestales**

Se ubican los sitios para sembrar las plantas forrajeras y plantar las forestales; las plantas forrajeras con un espaciamiento de 1.5 m de distancia de los árboles forestales y 1 m entre las hileras de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, 0.5 m entre plantas para lograr una densidad de 10,000 plantas/ha, y en el caso de las plantas forestales 4 x 4 m, para lograr una densidad 625 plantas/ha. En caso de realizar la siembra directa de las plantas forrajeras se tiene que considerar que el crecimiento inicial de la plántula será lento, por lo tanto, más susceptible a la competencia con las arvenses, por lo que se tendrá que considerar el momento, la fecha y la profundidad adecuada que podrían contribuir a mejorar las posibilidades de éxito de la plantación directa. En el estado de Campeche se recomienda sembrar al inicio de la temporada de lluvias. Las semillas se siembran cada 50 cm, poniendo 1 o 2 semillas por cepa, a una profundidad no mayor de 5 cm. Si se

puede obtener plantas de vivero, éstas se deben trasplantar a campo cuando tengan 12 semanas de crecimiento, o una altura superior a los 30 cm, lo que les permite tener ventaja sobre las gramíneas y otras arvenses. Una ventaja de este método es que la planta está disponible para obtener forraje mucho antes. El costo promedio por hectárea es de \$4,470.00. Las plantas forestales no están consideradas en el costo del paquete porque, en los proyectos financiados, la CONAFOR proporcionó las plantas (CONAFOR, 2014a, 2015d). El diseño Bancos de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, y árboles forestales se presenta en la Figura 6.



Fuente: CONAFOR (2014a)

**Figura 6. Bancos de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, y árboles forestales**

**c. Pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple**

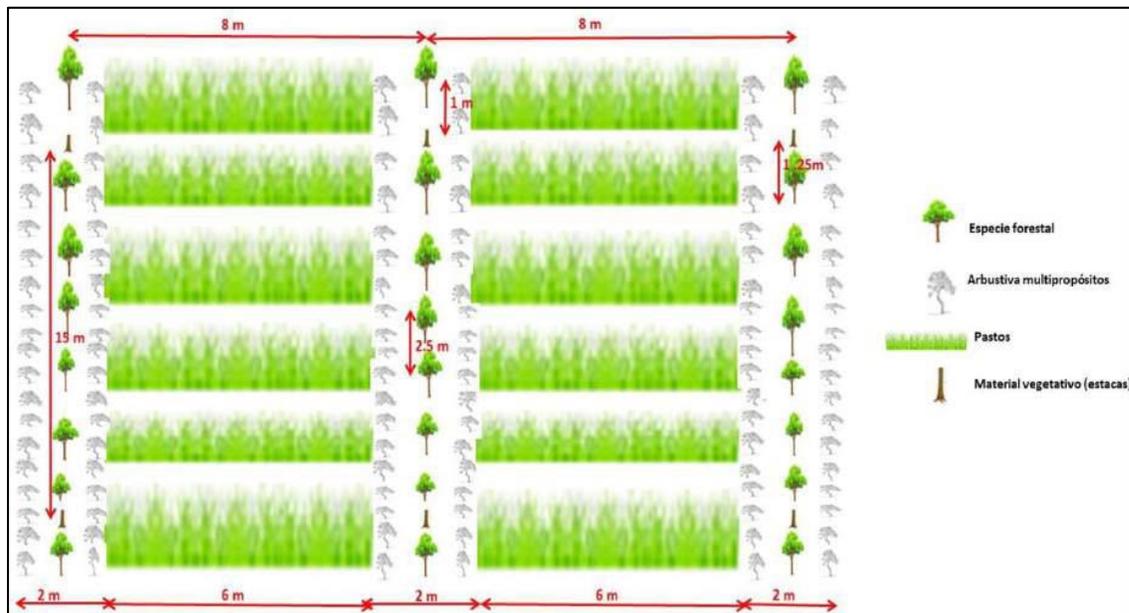
El cultivo de pasto en callejones es considerado como una actividad de conservación del suelo. Las pasturas en callejones son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones, en donde especies de uso múltiple son establecidas en distintos arreglos, de

acuerdo con las condiciones agroecológicas y los intereses del productor. La siembra se realiza al voleo, a una densidad sugerida de 5 a 8 kilogramos por hectárea. En el caso de los pastos de corte se considera el establecimiento por material vegetativo a razón de 2.5 a 3 toneladas/hectárea de estolones.

Para el caso de las especies multipropósitos con material vegetativo las varetas recién cortadas de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, deben permanecer de 4 a 5 días en forma horizontal y posteriormente el mismo periodo en forma vertical, en ambos casos bajo sombra, y finalmente ser plantados, no sin antes cortarles las orillas de la base de tal forma que se estimule la cicatrización y el enraizamiento. Su establecimiento debe realizarse a 8 metros entre hileras y 15 metros entre varetas, separando la vareta a 1.25 metros de las cepas de la especie forestal. Las varetas se establecen en cepas de 10 a 15 centímetros de profundidad garantizando su permanencia vertical. Con respecto a algunas especies arbustivas multipropósito, como es el caso de las semillas de leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) y pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam.), se sugiere un tratamiento pregerminativo que consiste en remojar las semillas en agua caliente a 80°C por 3 minutos y dejar enfriar lo que es preferible que se haga un día antes de la siembra.

Por otro lado, para el establecimiento, se recomienda sembrar dos líneas de cada franja o carril con distanciamiento de 2 metros entre hilera y 1 metro entre plantas, sembrando dos semillas por golpe a espeque cuando el terreno esté húmedo; esto es, aprovechando las primeras lluvias, y la semilla nunca debe quedar a una profundidad mayor a los 3 centímetros. Se recomienda resembrar a los 20 días en las áreas con poca o nula germinación. Una vez establecido el pasto y las especies arbustivas multipropósito se establecen las especies forestales en distintos arreglos posibles, que permitan lograr una densidad entre 500 a 700 plantas por hectárea. Se recomienda un arreglo en marco real con distanciamiento de 8 metros entre hilera y 2.5 metros entre planta considerando una densidad de 500 árboles/hectárea. El costo promedio por hectárea es de \$4,481.00. Al igual que en los casos anteriores, las plantas forestales no están consideradas en el costo del paquete porque en los proyectos financiados la CONAFOR proporcionó las

plantas (CONAFOR, 2017b). El diseño propuesto en la ficha técnica se presenta en la Figura 7.



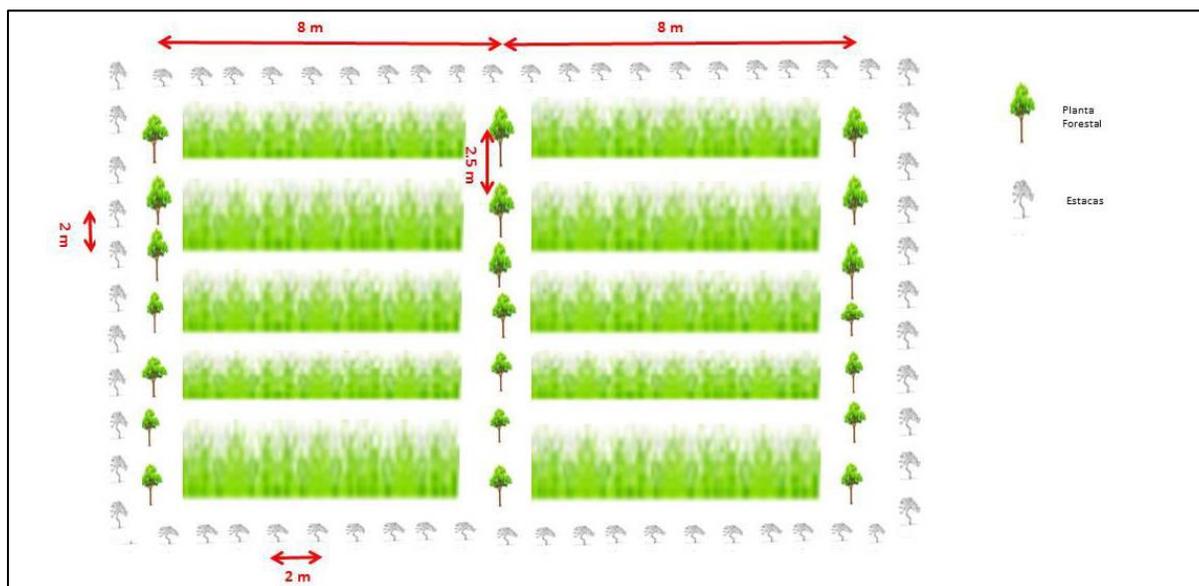
Fuente: CONAFOR (2017b).

**Figura 7. Diseño del módulo agroforestal Pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple**

#### d. Pasturas en callejones y cercas vivas

Se propone asociar la modalidad de pastura en callejones con las cercas vivas siendo esta última otra modalidad agroforestal de alto valor ambiental y socioeconómico. Los arreglos dependerán de las especies de interés del productor, sin embargo, deberán de tener como referencia la densidad mínima de 500 árboles de especie forestal. en el caso de las especies de propagación vegetativa como cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) o Chaká (*Bursera simaruba* (L.) Sarg) estas se deben establecer en los linderos de los potreros teniendo una distancia de 2 X 2 m y una densidad de 200 estacas por hectárea, las varetas recién cortadas de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, deberán permanecer de 4 a 5 días en forma horizontal y posteriormente el mismo periodo en forma vertical, en ambos casos bajo sombra, y finalmente ser plantados, no sin antes cortarles las orillas de la base de tal forma que estimule la cicatrización y el enraizamiento.

El cultivo de pasto en callejones se considera como actividad de conservación de suelo, la siembra se realizará al voleo, la densidad sugerida es de 5 a 8 kilogramos por hectárea; en el caso de los pastos de corte se considera el establecimiento por material vegetativo a razón de 2.5 a 3 toneladas/hectárea de estolones. Una vez establecido el pasto y las estacas se procederá a establecer las especies forestales en diferentes arreglos siempre y cuando se tenga una densidad entre 500 a 700 plantas por hectárea. Se recomienda un arreglo en marco real con distanciamiento de 8 metros entre hilera y 2.5 metros entre planta considerando una densidad de 500 árboles/hectárea. El costo promedio por hectárea es de \$4,400.00. Las plantas forestales no están consideradas en el costo del paquete por que en los proyectos financiados la CONAFOR proporciono las plantas (CONAFOR, 2018b). El diseño propuesto en la ficha técnica se presenta en la Figura 8.



Fuente: CONAFOR (2018b).

**Figura 8. Diseño el módulo agroforestal pasturas en callejones y cercas vivas**

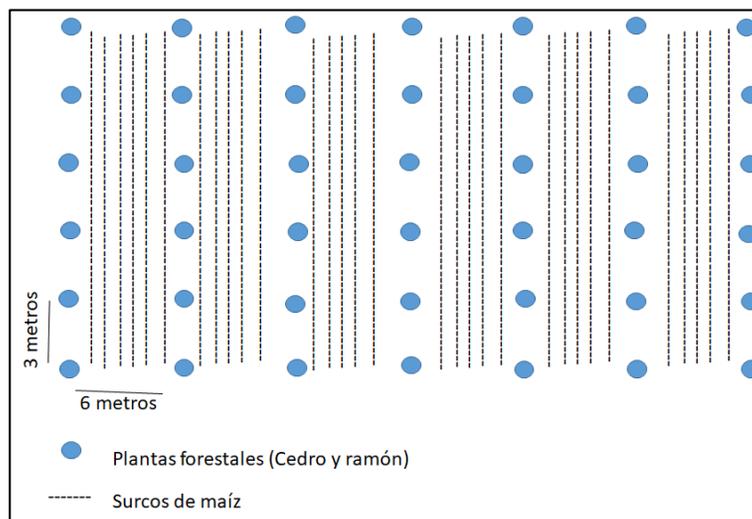
#### **6.4.2. Diseños elaborados por prestadores de servicios técnicos**

En los programas DECOFOS y PEPY no plantearon modelos específicos de los diseños agroforestales para ser implementados en los módulos; sin embargo, determinaron que

el diseño contara con un presupuesto de \$16,500 y que los módulos a establecer estuvieran diseñados en propuestas técnicas cumpliendo con los puntos señalados en los términos de referencia. La propuesta del diseño quedó a responsabilidad de los productores y de los asesores técnicos y fue evaluada por personal técnico de la CONAFOR, y posteriormente validado mediante foros realizados por regiones. A continuación, algunos ejemplos tomados de los informes finales de los asesores técnicos que asesoraron los establecimientos de módulos agroforestales con grupos participativos de interés colectivo en los dos programas antes mencionado.

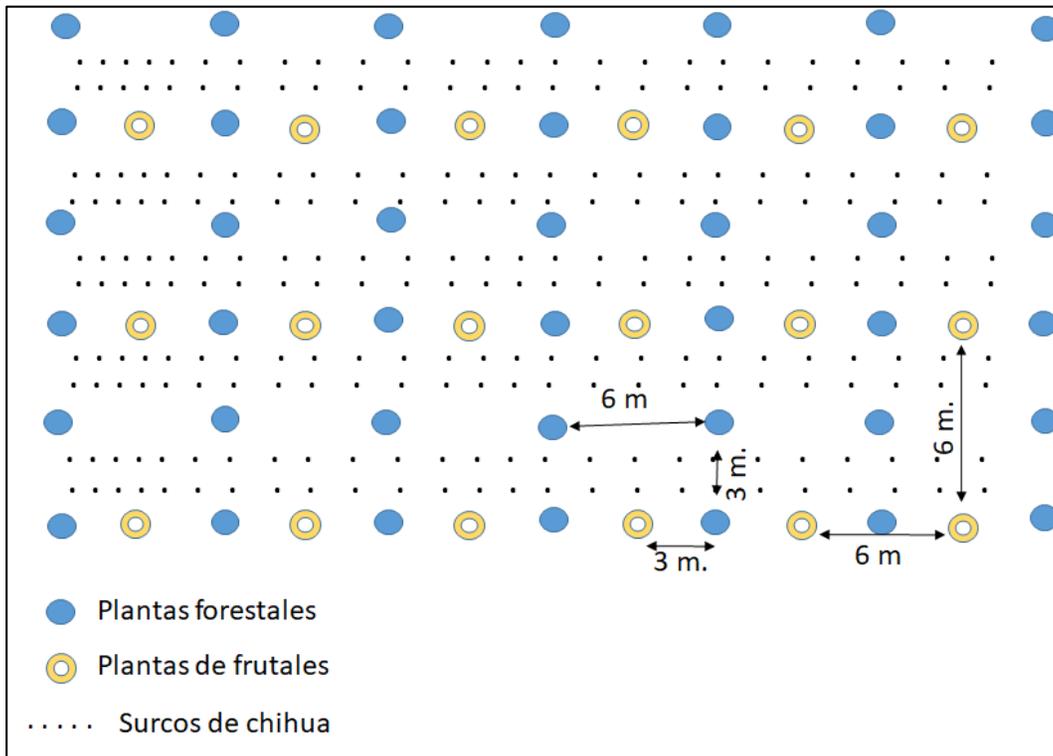
a. DECOFOS

El grupo Productores agroforestales de Xkanha del ejido Xkanha del municipio de Hoplechén, establecieron 10 hectáreas de módulos agroforestales. En las 10 hectáreas se sembraron 5,560 plantas forestales de las especies cedro (*Cedrela odorata L*) y ramón (*Brosimum alicastrum Sw*) en una distribución topológica de 6 x 3 metros; en los callejones el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), con una población de 54,000 plantas por hectárea y con una densidad promedio para la cosecha de 37,624. El diseño utilizado por el grupo se presenta en la Figura 9.



**Figura 9. Diseño del sistema agroforestal del grupo Productores agroforestales de Xkanha**

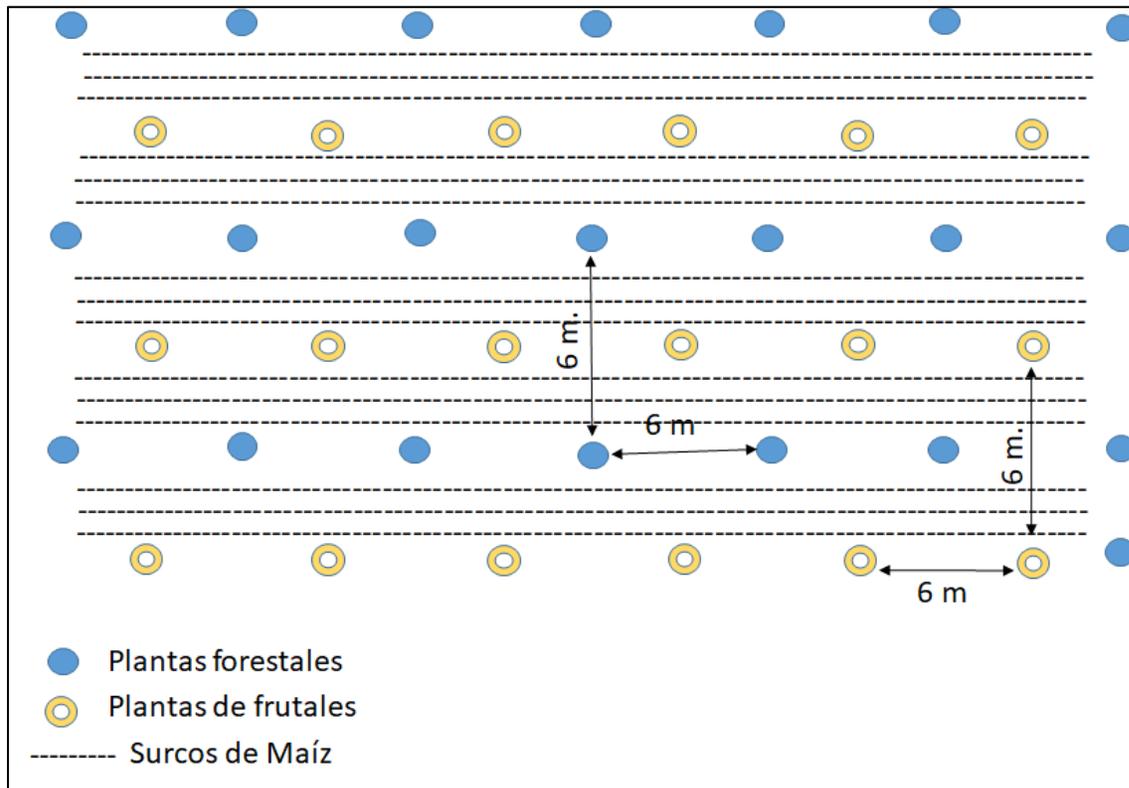
En el ejido Xmabén del municipio de Hopelchén el grupo Productores unidos de la montaña establecieron 10 hectáreas de módulos agroforestales. Se asociaron árboles forestales con cultivos agrícolas en forma rotacional y una o dos especies de frutales de valor comercial en forma mixta, una línea de árboles forestales y una de frutales. La distribución topológica de las plantas forestales fue de 6 x 3 m y para los frutales 6 x 6 metros en los callejones el cultivo de chihua. En las 10 hectáreas se sembraron 2,780 plantas de frutales, 5,560 plantas de ramón y en los callejones 16,666 cepas de chihua. De la misma manera el grupo los seis hermanos del ejido de Chun-ek del mismo municipio establecieron 10 hectáreas con el mismo arreglo topológico y densidad de plantas, pero con dos especies forestales (ramón y maculis). El diseño utilizado por los grupos se presenta en la figura 10.



**Figura 10. Diseño del módulo agroforestal de los grupos: Productores unidos de la montaña y los seis hermanos**

b. PEPY

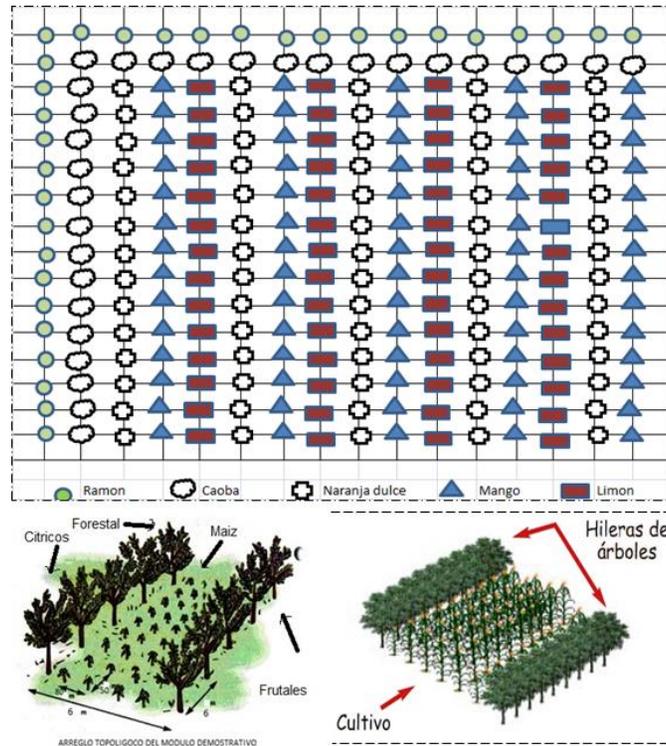
Los grupos unidos por el ambiente y la nueva esperanza del ejido Xmaben del municipio de Hopelchén establecieron 5 hectáreas cada uno donde se asoció plantas forestales con cítricos y cultivos agrícola. En las 5 hectáreas por grupo se establecieron 1,389 plantas forestales de maculis en combinación con la misma cantidad de árboles frutales. Como cultivo, se sembró maíz en los callejones. El diseño utilizado por los grupos se presenta en la Figura 11.



**Figura 11. Diseño del módulo agroforestal de los grupos: Unidos por el ambiente y la nueva esperanza**

Los grupos la esperanza de Xmabén, el tajonal y el zapote del ejido de Xmaben y el grupo agroforestal el tintal del ejido Chun-ek establecieron a 5 hectáreas de módulos agroforestales. En las 5 hectárea se establecieron 1,257 frutales en una distribución de marco lógico de 6 X 6 m y 133 plantas forestales distribuidas en la misma distancia en la orilla de la parcela, como cultivo se sembró maíz en los callejones. Las especies forestales utilizadas fueron Ramon (*Brosimum alicastrum* Sw) y caoba (*Swietenia*

*macrophylla* King) los frutales fueron: mango (*Mangifera indica* L.), Limón persa (*Citrus latifolia*) y la Naranja Dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). El diseño utilizado por los grupo se presenta en la figura 12.



**Figura 12. Diseño del sistema agroforestal de los grupos: El tajonal, el zapote, la nueva esperanza de Xmabén y grupo forestal el tintal**

## 7. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

### 7.1. Consideraciones sobre los programas

#### 7.1.1. Factores limitantes

Los informes de los programas DECOFOS y PEPY revisados para el establecimiento de los módulos agroforestales pertenecen a habitantes de ejidos que se dedican a la agricultura, ganadería y apicultura; no cuentan con un ingreso fijo durante todo el año, por lo tanto el financiamiento asignado es todo con lo que contaron, y en forma de efectivo solo el 90% del monto total, el 10% restante lo cubren en especie aportando la mano de obra; el recurso recibido se prioriza para la compra de insumos, parte de las actividades de campo que se realiza se consideraron como la aportación del beneficiario; en los informes revisados no se menciona la existencia de depósitos agua para realizar los riegos en los módulos, en su mayoría los beneficiarios de los apoyos son ejidatarios de edad avanzada y muy pocos jóvenes, esto debido a las mismas políticas de los ejidos donde los comuneros e hijos de ejidatarios no poseen los mismos privilegios que los ejidatarios para acceder a los programas; por lo tanto, es posible que las limitantes para el éxito de los módulos agroforestales sean las mismas reportadas por Evan *et al.* (2005) para Calakmul, como falta de dinero, mano de obra y agua para riego.

#### 7.1.2. Presupuesto insuficiente

Las fichas técnicas elaborados para el estado de Campeche para los programas de PRONAFOR y desarrollo forestal sustentable varían los montos de acuerdo al diseño a utilizar de la siguiente manera: los abonos verdes en cultivos de callejones se tienen dos presupuestos que se diferencia solo por el cultivo de cobertera; \$4,472 para establecer calabaza o \$4,454 pesos si utiliza frijol; en el caso de los bancos de proteínas de corte con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y árboles forestales el presupuesto es de \$4,470; para la pastura en callejones en asociación con árboles de uso múltiple tiene un presupuesto de \$4,481 y para la pastura en callejones y cercos vivos \$4,400; los montos asignados durante el periodo 2014-2018 para estos dos programas es de \$4,772 por hectárea, esto significa que los diseños utilizados son los abonos verdes en cultivos de callejones donde la especie para cobertera es la calabaza.

El monto asignado debe cubrir los trabajos de preparación del terreno, compra de insumos y las actividades propias del establecimiento; lo cual requiere la preparación de 625 cepas para las plantas forestales, además de que el beneficiario fue por la plantas al vivero lo que representa el pago de fletes y de personal para el acomodo de plantas en caso de plantas producidas en bolsas de polietileno; en posible que al considerar acciones como la entrega de las solicitudes a la dependencia; los viajes para la apertura de cuenta; acudir a capacitación, son algunas acciones con costo extra que no logro cubrir el programa.

En cambio, los programas DECOFOS y PEPY contaba con un presupuesto de 16,500 pesos por hectárea para que el beneficiario junto con el asesor técnico pueda diseñar el módulo agroforestal de acuerdos a los intereses que se pretende alcanzar.

El programa REDD+ trabajo con un presupuesto \$5,600 por hectárea para los módulos agrosilvícolas y \$20,848 para los silvopastoriles, sin embargo, el ejercicio del recurso esta direccionado por los términos de referencia del programa.

Los programas no lograron cubrir los costos para contar con el suministro de agua, reposición de plantas durante el mismo ciclo y el manejo de los cultivos posterior al establecimiento; ni proporcionar asistencia técnica especializada y acompañamiento técnico constante, por tanto, se requiere de mayor presupuesto para proporcionar una atención al módulo agroforestal similar a la atención de los huertos de traspatio y así garantizar el éxito del establecimiento.

### **7.1.3. Falta de continuidad de los programas.**

Con los 5 programas operados por la CONAFOR se asignó un total de \$37,642,027.20; de los cuales \$34,577,063.20 se ha destinado para el establecimiento y solo \$3,064,964.00 se ha asignado para el mantenimiento de los módulos establecidos; en modo porcentual el 91.86% para establecimiento y el 8.14% para mantenimiento; esta relación entre áreas establecidas y áreas con mantenimiento permite ver que los programas se han enfocado a cubrir superficies y no a garantizar el éxito de las módulos establecidos; cuando se trata de establecimiento la evaluación de la sobrevivencia es inmediata al termino de las actividades, por lo tanto se desconoce si el módulo como tal

tuvo éxito y que en la actualidad está cumpliendo con el objetivo ya sea de restauración o de diversificación productiva; los módulos con asignación de recursos para el mantenimiento son aquellos que lograron la supervivencia mínima requerida por los términos de referencia y que en cierta manera se puede asegurar que están en camino al éxito.

En el caso de PRONAFOR y desarrollo forestal sustentable las reglas de operación contemplan únicamente recursos para el establecimiento por lo que se puede ver una falta de continuidad del programa; los otros programas contemplaron recursos para el mantenimiento, pero igual con ciertas limitaciones por lo que muchos solicitantes no lograron contar con la asignación de los recursos. El inicio de la asignación de los recursos económicos para los módulos agroforestales es a partir de año 2012 hasta 2018; a la fecha no se ha operado por la CONAFOR otros programas que fomenten las practicas agroforestales para actividades de restauración forestal y reconversión productiva, aunque sean una estrategia para contribuir a la recuperación de la cubierta forestal o en la mejora de la productividad de las áreas agrícola y pecuarias.

El uso de los sistemas agroforestales se debe continuar por las ventajas que tiene en relación a los sistemas tradicionales de producción como se menciona en el cuadro 4.

## **7.2. Clasificación de los sistemas agroforestales**

Nair (1993) afirma que los sistemas agroforestales se clasifican principalmente por su estructura (sus componentes y arreglos), su función (el objetivo del sistema), por la zona ecológica donde se encuentran y por criterios socioeconómicos (si los productos son para el autoabasto, para el mercado o ambos). La clasificación más usada es la estructural, basada en la naturaleza de los componentes. De esta manera se identifican sistemas agrosilvícolas, silvopastoriles, agrosilvopastoriles y sistemas especiales. Los agrosilvícolas contienen árboles y cultivos; los silvopastoriles, árboles y animales; los agrosilvopastoriles, árboles, pastos y animales y en los sistemas especiales se incluyen la aquaforestería (árboles con cultivos acuícolas) y la silvoentomología (cultivo de insectos y árboles como el gusano de seda o las abejas con árboles melíferos) (Soto *et*

al., 2008). Esto con la finalidad de diversificar la producción, optimizándola de manera sostenida (Cabrera, *et al.*, 2011).

**Cuadro 4. Ventajas de los sistemas agroforestales en relación sistemas tradiciones de producción**

<b>Recurso.</b>	<b>Sistemas agroforestales</b>	<b>Sistema tradicional</b>
<b>Uso del suelo</b>	Se máxima el uso de suelo al intercalar cultivos en el mismo espacio y tiempo contribuyendo a mantener o reducir áreas descubiertas	Requiere una superficie específica para establecer monocultivos demandando mayor superficie sin cubierta forestal
<b>Biodiversidad</b>	Practicas agroecológicas con más de una especie de interés productivo a corto, mediano y largo plazo.	Presencia de monocultivo y pérdida de tocones por acciones de mecanización
<b>Micro clima</b>	El crecimiento de los cultivos perennes y forestal proporcionan sombra	Los cultivos son anuales sin presencia de árboles.
<b>Captura de carbono</b>	Durante el crecimiento de las plantas contribuyen a la captura de carbono	Los cultivos corresponden a un ciclo y los residuos son eliminados mediante el fuego contribuyendo a la liberación de gases de efecto invernadero
<b>Producción</b>	Se cosecha cultivos anuales a corto plazo, cultivos perennes a mediano plazo y madera a largo plazo.	Solo se cosecha el cultivo principal.

Con base en lo anterior, los diseños agroforestales propuestos para los programas PRONAFOR, desarrollo forestal sustentable y los diseñados por los prestadores de servicio técnico revisados por su estructura corresponden a sistemas agrosilvícolas y silvopastoriles (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Clasificación de los diseños agroforestales revisados con base a su estructura**

Sistema agroforestal	Agrosilvícolas	Silvopastoriles	Prácticas agroforestales realmente implementadas <sup>c</sup>
Abonos verdes en cultivo de callejones <sup>a</sup>	X		Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos
Bancos de proteínas de corte con <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit, y árboles forestales <sup>a</sup>		X	Bancos de proteína y árboles en pastizales
Pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple <sup>a</sup>		X	Pastura en callejones y árboles en pastizales
Pasturas en callejones y cercas vivas <sup>a</sup>		X	Árboles en pastizales y cercas vivas
Árboles al interior de los cultivos de maíz <sup>b</sup>	X		Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos
Arboles intercalados con cultivos agrícolas y frutales <sup>b</sup>	X		Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos

Notas: <sup>a</sup> Denominación de CONAFOR (2014, 2015, 2017, 2018); <sup>b</sup> Denominación hecha por el autor; <sup>c</sup> De acuerdo a la nomenclatura hecha por Nair (1993)

Es necesario mencionar que la denominación de los sistemas agroforestales descritos por la CONAFOR en sus Fichas Técnicas para el estado de Campeche puede generar confusión respecto a la práctica agroforestal que se está implementando de manera

efectiva. Al respecto, conviene mencionar que las palabras “sistemas” y “prácticas” frecuentemente se usan de manera indistinta en la literatura agroforestal, pero para el argumento que se presenta aquí, se utilizarán los conceptos propuestos por Nair (1993), quien menciona que una *práctica agroforestal* denota un *arreglo característico de componentes* en espacio y tiempo, mientras que un *sistema agroforestal* es un *ejemplo local específico* de una práctica, caracterizado por un ambiente, especies vegetales y/o animales, un diseño y manejo de los componentes y un funcionamiento socioeconómico específicos. Es decir, puede haber cientos, o incluso miles, de sistemas agroforestales en todo el mundo, pero todos pueden ser clasificados en unas 20 o 30 prácticas agroforestales. Así, se puede ver que los sistemas agrosilvícolas mencionados en el Cuadro 5 son sistemas con diferentes especies y arreglos que pueden considerarse como una única práctica agroforestal, y que cada uno de los sistemas silvopastoriles es en realidad la combinación de dos prácticas.

Una de tales prácticas es el cultivo en callejones, un sistema de producción en el que cultivos alimenticios son establecidos entre hileras de setos vivos. Los setos se forman a través de la poda de árboles o arbustos (preferiblemente especies de leguminosas de crecimiento rápido), con el objetivo de que no intervengan con el desarrollo de los cultivos y de proveer biomasa para el mejoramiento de las propiedades físicas y nutrimentales del suelo (Kang, 1994; Nair, 1993).

En el caso del sistema *abonos verdes en cultivo de callejones*, el nombre haría suponer que se trata de tal práctica agroforestal cuando en realidad no lo es. Los callejones son de especies forestales que en el futuro proveerán madera, a densidades tales que producirán mucha sombra para el cultivo. Parece que el enfoque es beneficiar a los árboles (mientras que, en el cultivo en callejones, el énfasis es hacia los cultivos) y la Ficha Técnica no indica nada sobre podar los árboles o reducir la densidad para evitar este problema. De hecho, si no se realiza ninguna de estas actividades el sistema podría definirse más bien como un sistema *Taungya*, pues a corto plazo, la sombra y la densidad arbórea harán inviable el cultivo del maíz. Lo mismo puede decirse de las *pasturas en callejones y cercas vivas*, pues los callejones deben cumplir además con proveer forraje a los animales, cosa que no es posible con las especies indicadas para los *callejones*.

En el caso de las *pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple*, sí se trata de pasturas en callejones, pues las especies utilizadas son precisamente leguminosas de crecimiento rápido que mejoran las propiedades del suelo y pueden proporcionar forraje a los animales, sólo que la práctica está combinada con hileras de especies forestales.

### **7.3. Especies utilizadas**

Considerando las recomendaciones de Cabrera et al (2011), el programa PRONAFOR y el programa de desarrollo forestal sustentable consideró para el componente forestal especies nativas con usos maderables y forrajeros; sin embargo, algunas de la especies como el cedro y la caoba presentan grandes problemas de barrenador de yemas, aunque son aceptados en el estado por ser especies de valor comercial por pertenecer a las maderas preciosas, su manejo se complica por la presencia de *Hypsipyla grandella* Zeller, las especies como el ramon, cocoite, huaxin y jabín pueden proporcionar forraje a corto plazo, mientras que el maculis es una especie maderable de rápido crecimiento por lo que su cosecha puede ser de menor tiempo en comparación de las otras especies, la especie de ciricote es de lento crecimiento, sin embargo, puede a mediano plazo producir frutos que se puede aprovechar para el consumo humano o animal.

La desventaja de este programa es que el arreglo del módulo agroforestal está establecido y el productor participante debe cumplir con la propuesta, lo que puede elegir son los componentes agrícolas o los pastos en caso de los silvopastoriles; las especies a establecer no siempre puede ser de su interés ya que depende de las especies producidos por la CONAFOR, además tiene que utilizar entre 500 a 625 plantas forestales; los cultivos agrícolas a elegir cumplen con la función de proteger el suelo de erosión hídrica o eólica más que los fines productivos; su objetivo es restaurar es decir, que las áreas participantes deben incorporarse con el paso del tiempo a las masas forestales donde las especies forestales establecidas sean parte del enriquecimiento de las áreas con especies de valor comercial.

Los programas DECOFOS y PEPY permitieron que los productores en conjunto con los asesores técnicos elijan las especies forestales, agrícolas y frutales que quieren establecer; así, como la cantidad de plantas de cada especie y la distribución topológica; en este caso las especies forestales utilizados son el ramón, cedro, caoba, ciricote y maculis, especies locales; mientras que los cultivos agrícolas está el maíz y la calabaza chihua; por el presupuesto manejado permitió la incorporación de frutales como el limón persa, naranja dulce, mango, toronja y lima; la elaboración a la propuesta técnica está apegada a las consideraciones hechas por Cabrera *et al* (2011).

El Programa REDD+ limita en cierta manera la participación de los productores y técnicos para los módulos agroforestales y silvopastoriles ya que tiene un monto máximo establecido y los términos de referencia señalan los insumos y actividades a la cual está destinado el recurso para el establecimiento; por lo tanto, el diseño del módulo no depende en su totalidad del productor y del asesor técnico; sin embargo, pueden elegir las especies forestales; para el caso de este programa no se contó con algún asesor técnico que facilitara su propuesta técnica o informe final para su revisión.

Las especies recomendadas para los módulos agroforestales mencionados se pueden consultar en el anexo 1.

## **7.4. Hacia un nuevo enfoque en el fomento de la agroforestería en Campeche**

### **7.4.1. Fundamento**

En el año 2013, el estado de Campeche contaba con 1,284,740.22 hectáreas de áreas no forestales que incluyen áreas agrícolas, pastizales, asentamientos humanos, cuerpos de agua y áreas desprovistas de vegetación (SEMARNAT-CONAFOR, 2014), y de acuerdo a los conjuntos de datos vectoriales de uso del suelo y de vegetación serie VI, escala 1:250 000 en el estado de Campeche se cuenta con 761,210.02 hectáreas destinadas a pastizales y 343,052.94 hectáreas dedicadas a la agricultura dando un total de 1,104,262.92 hectáreas (INEGI, 2017), en su conjunto representa más del 19% del total del territorio estatal. La deforestación sigue aumentando y se requiere de

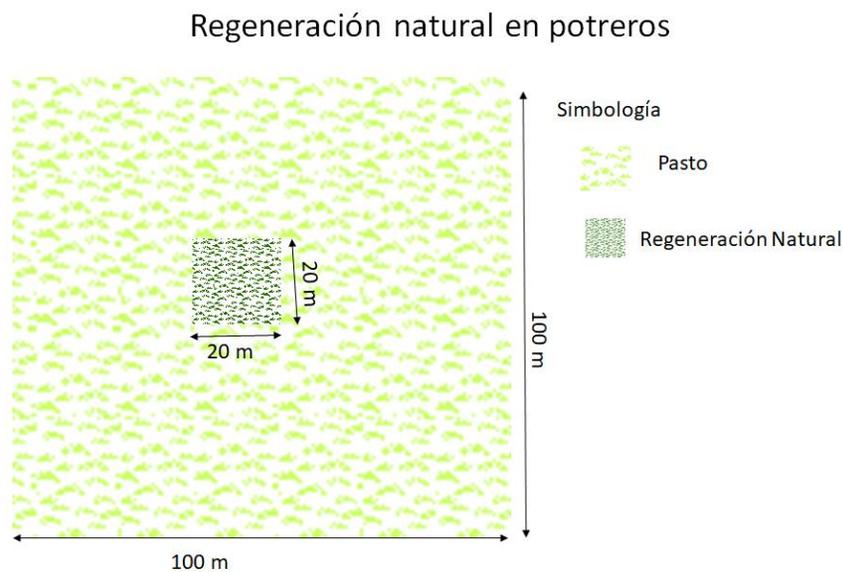
alternativas que represente gastos mínimos y que sea parte del quehacer diario del productor, que la implementación de módulos agroforestales con densidades altas de árboles maderables o la ocupación de los espacios agrícolas con frutales no sean elementos que contribuyan a la reducción de la producción que acostumbran tener y estos obliguen a los productores a la apertura de nuevas áreas para cultivo y ser partícipes del cambio de uso del suelo, por esa razón es importante diseñar estrategias para la incorporación del componente forestal en áreas de potreros, milpas y mecanizados. Tratando de que estos no representen trabajo excesivo y costos que no se puedan cubrir por la falta de programas que brinden incentivos para impulsar la práctica de módulos agroforestales con fines de rehabilitación o restauración de suelos y, que a la vez se pueda obtener beneficios económicos mediante los bonos de carbono durante el tiempo de crecimiento y así, contribuir a las acciones encaminadas a la reducción de la deforestación y de la emisión de gases de efecto invernadero.

Las estrategias de rehabilitación o restauración deben considerar las características propias de la Península de Yucatán, donde se ha practicado por varias generaciones la rehabilitación forestal mediante el tradicional tiempo de descanso o de barbecho, el cual consiste en desmontar un área, cultivarlo en un periodo de 2 a 3 años y luego se deja descansar por un periodo de tiempo para que la regeneración natural se presente; es importante mencionar que la regeneración natural se presenta mediante los rebrotes de los tocones y por semillas; las semillas pueden ser transportados por varios agentes desde las selvas aledañas, las especies forestales que surgen de esa nueva masa forestal pueden ser manejados de acuerdo a los intereses de los productores. Permitir la permanencia en el sitio de las especies de su interés los cuales pueden ser para uso apícola, forrajero, maderable, medicinal, construcción, frutos y madera.

#### **7.4.2. Sistemas agroforestales propuestos para el estado de Campeche**

a. Regeneración natural en potreros. Los potreros en el estado de Campeche son amplios ya que de manera cultural se ha determinado una hectárea de pasto por cada cabeza de ganado, y los productores han tratado de tener potreros de puro pasto, cada año se lleva a cabo la eliminación de maleza mediante el chapeo (lomeo), sin embargo, la presencia de tocones o la dispersión de semillas mediante las excretas del ganado

hacen posible la presencia constante de la regeneración. Se propone delimitar en el centro de cada hectárea una superficie de 20m X 20m (400m<sup>2</sup>) donde no se realice la limpieza para permitir que las especies presentes en ese sitio pueda ir creciendo, en caso de querer incorporar especies de interés se puede realizar mediante siembra directa las semillas o depositar en el sitio frutos maduros, es recomendable realizar una brecha guardarraya al perímetro para evitar que se queme en caso de uso del fuego en los potreros. Durante le etapa de crecimiento de la regeneración natural el sitio se puede convertir en hábitat para la fauna o zonas de refugio, cuando la vegetación tenga más de 2 metros proporcionara sombra para el ganado; si por cada hectárea se realiza este diseño se puede contar con una superficie significativa para incorporar a procesos de bonos de carbono. El diseño de la regeneración natural en potreros se ilustra en la figura 13.

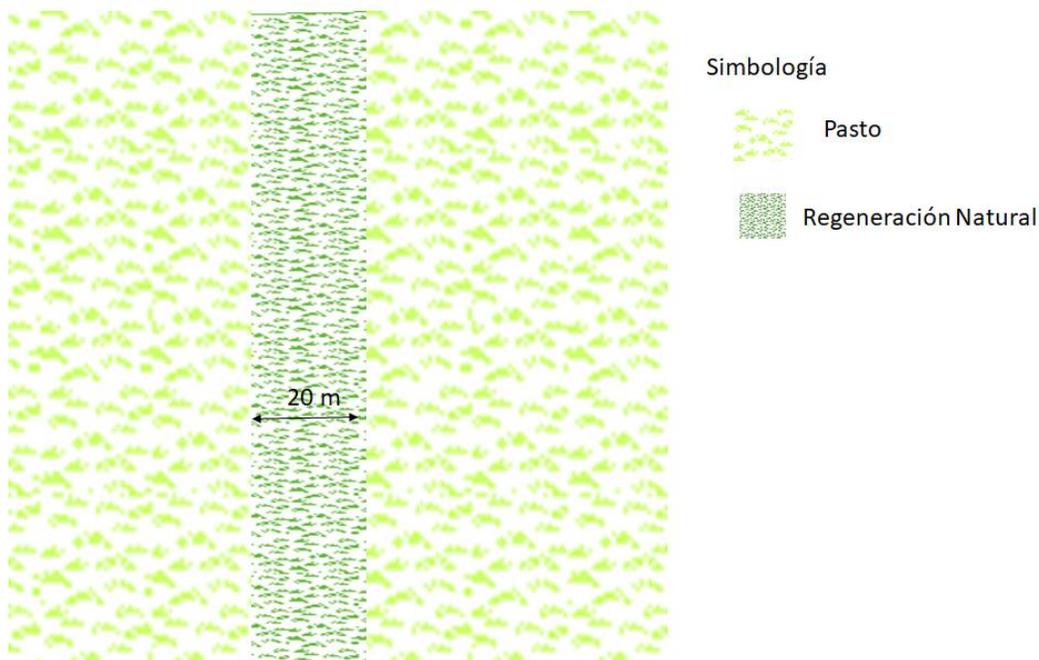


**Figura 13. Diseño del módulo agroforestal regeneración natural en potreros**

b. Franjas de regeneración natural en potreros. Para los potreros de puro pasto muy extensos se puede dividir el potrero en dos partes mediante el uso de una franja de regeneración natural que en lengua maya se denomina “Tol’che”. El Tol’che es una porción de selva que se dejada alrededor de los zonas urbanas y áreas agrícolas y pecuarias sirve como corredores biológicos y proporcionan bienes y servicios a los habitantes. Se deja sin limpiar (chapear) la franja de 20 metros de ancho por la longitud

del potrero, se puede esperar que la incorporación de las especies sea mediante el rebrote de los tocones y las semillas presentes en el suelo o contribuir con la siembra directa de especies de interés que hayan existido antes de la eliminación de la vegetación; es deseable que cuente con un cerco perimetral para evitar la afectación de ganado y de brecha guardarraya para evitar incendios. La franja puede mejorar la conectividad entre las zonas arboladas, hábitat de fauna, área de pecoreo, además de proporcionar sombra para el ganado, productos y servicios para los poseedores de los potreros; la superficie se puede incorporar a proyectos de venta de carbono. El diseño de las franjas de regeneración natural en potreros se presenta en la figura 14.

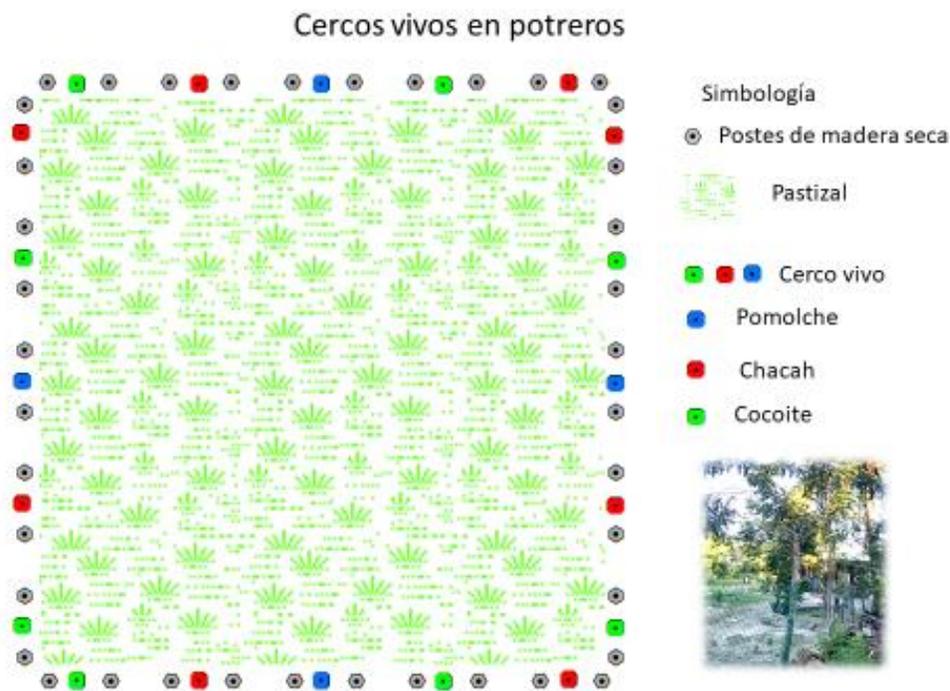
### Franja de regeneración natural en potreros



**Figura 14. Diseño de las franjas de regeneración natural en potreros**

c. Cercos vivos en potreros. La mayoría de los productores que cuentan con ganado siguen usando las cercas tradicionales con alambre de púas y postes de madera muerta; los postes en su mayoría son de especies con duramen y que sean resistentes al deterioro por insectos o a la humedad, los postes no proporcionan sombra ni contribuye al bienestar del ganado, además, en ocasiones son consumidos por el fuego; en futuro el productor va sustituir sus postes, se recomienda haga uso de los cercos vivos con

especie que tienen la capacidad de emitir raíces en forma de estacas; en la región es común ver el uso de las especies cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), pomolche (*Jatropha gaumeri* Greenm ) y chacah (*Bursera simaruba* (L.) Sarg; en el caso de suelo libres de inundación se puede utilizar las tres especies; sin embargo, para los suelos inundables el chacah no es recomendable ya que no soporta la humedad. Es importante considerar que el cocoite es una madera dura con duramen fuerte por lo que se recomienda colocarlo de manera intercalado entre las otras dos especies. Para no generar gastos y trabajos excesivo se puede ir colocando los postes de manera paulatina; se puede seguir el arreglo propuesto en la figura 15.

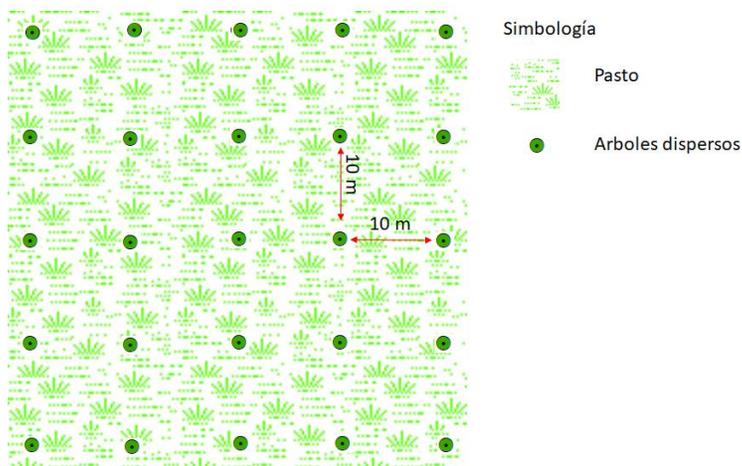


**Figura 15. Diseño de cercos vivos en potreros**

d. Árboles dispersos en potreros. Se puede incorporar dentro de los potreros arboles de uso múltiples de acuerdo a los intereses del productor como por ejemplo melíferas, forrajeras y maderables; para que al ganadero le sea útil las plantas se propone utilizar especies multipropósitos pero principalmente de uso forrajero para ayudar la alimentación, las especies forrajeras locales son: uaxin (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam.), jabin (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg, cocoite

(*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp (Jacq.) y ramon (*Brosimum alicastrum* Sw); en las comunidades es común observar la poda de los árboles de ramón en los solares para la alimentación del ganado, además, actualmente los frutos son procesados para consumo humano y es una especie que mantiene sus hojas durante el año, de esta manera se convierte con una especie candidata para estar presente dentro del potrero, se puede podar al ganado presente en el potrero; se propone establecer 100 plantas con fines forrajeros distribuidos a cada 10 metros; es recomendable utilizar más de una especie con la finalidad de mejorar la dieta del ganado; por ser apetecibles al ganado va requerir la protección de las plantas durante los primeros años de crecimiento, los cuales se pueden proteger mediante el uso de cercos eléctrico y el manejo de pastoreo controlado. Por hectárea se contempla establecer 100 plantas; si representa trabajo excesivo se puede reducir a 50 plantas en una distribución de 10m X 20m. El diseño para establecer 100 plantas forestales por hectárea se presenta en la figura 16.

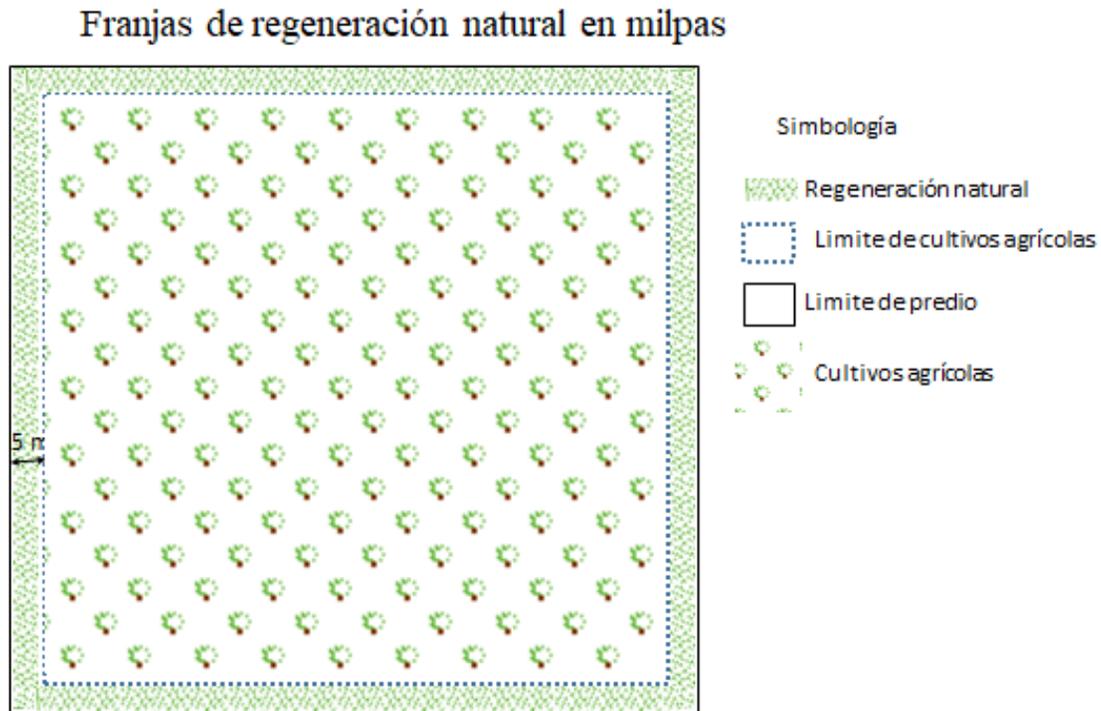
Árboles dispersos en potreros



**Figura 16. Diseño de árboles dispersos en potreros**

e. Franjas de regeneración natural en milpas. Los agricultores pueden seguir sembrando los tipos especies como de costumbre sin modificar los arreglos topológicos o reducir las densidades para la incorporación de nuevas especies; se trata de destinar 5 metros de ancho del perímetro de la milpa con la finalidad de permitir la incorporación de especies de la regeneración natural. Durante el tiempo de incorporación de la regeneración se puede incluir especies locales de interés mediante la dispersión de frutos al voleo. Con

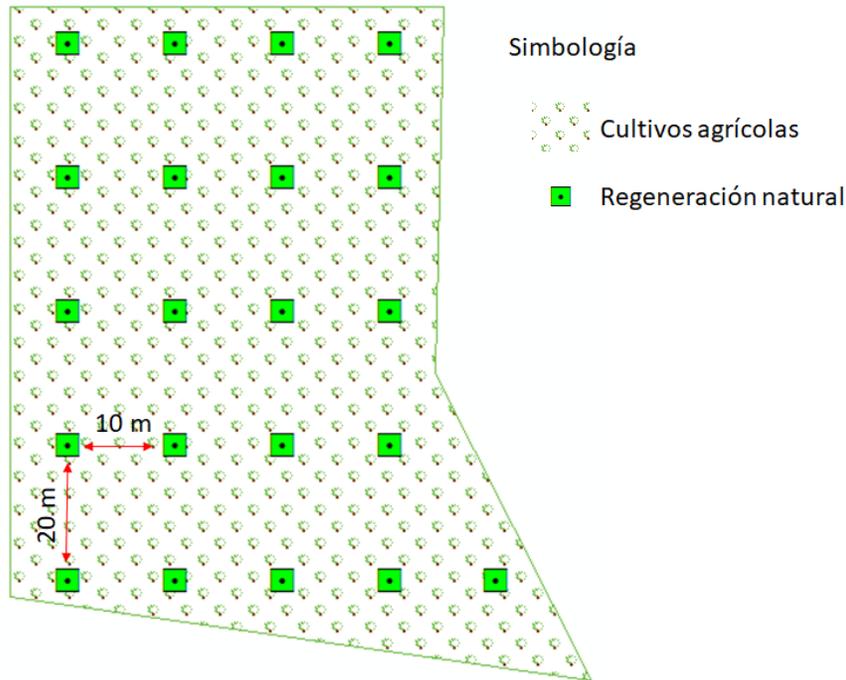
esta estrategia se puede restaurar en 2 kilómetros de franja una hectárea sin modificar las prácticas agrícolas. El diseño de las franjas de regeneración natural en milpas se presenta en la figura 17.



**Figura 17. Diseño las franjas de regeneración natural en milpas**

f. Regeneración natural en cultivos agrícola. Bajo el esquema de la milpa maya tradicional se puede planear el componente forestal a incorporar, esto es sustituir las acciones de reforestación con especies que por las necesidades de riego su establecimiento no se consigue, se trata de dejar sitios dentro de la milpa en una distribución de 10m X 20m donde se delimitara un metro cuadrado para permitir que la regeneración natural se presente mediante rebrotes de tocones o semillas; Al segundo año de la regeneración natural se realizara una intervención para elegir las especies que se pretende incorporar al módulo, las demás plantas serán eliminados, el diseño de la propuesta de regeneración natural en cultivos agrícolas se presenta en la figura 18.

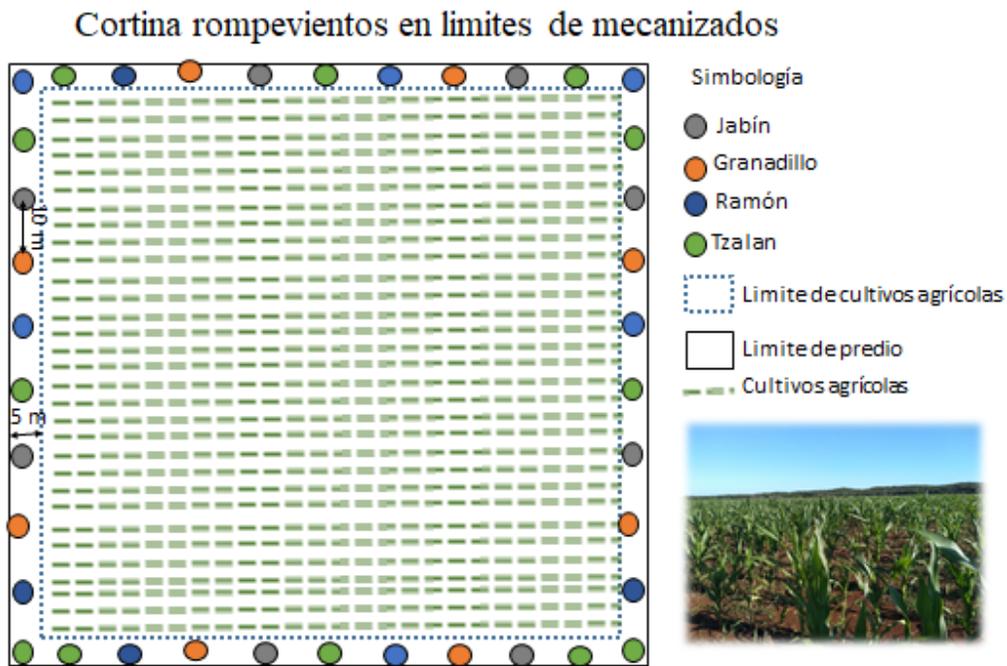
### Regeneración natural con cultivos agrícolas



**Figura 18. Diseño de regeneración natural en cultivos agrícolas**

g. Cortinas rompevientos en límites de mecanizados. Los mecanizados son zonas de cultivos donde la regeneración mediante tocones es nula y los bancos de semilla ha sido eliminado por los trabajos de rastreo que se realiza en cada ciclo de los cultivos y el uso de herbicidas aplicados frecuentemente; por el uso de la maquinaria y para optimizar la superficie se elimina todos los árboles, en el mejor de los casos se puede observar reservas forestales si dentro del predio existe suelo con pendiente y rocosas; pero si el suelo es plano es dejado sin ningún árbol, la mayoría de los productores están con la visión de ampliar sus mecanizados pero muy pocos han despertado la conciencia ambiental para buscar alternativas que permitan proteger sus cultivos ante eventos climáticos o tener árboles que proporcionen sombra para el descanso en los días soleados; con la finalidad de no reducir la superficie productiva y no desviar mucho tiempo de las actividades agrícolas a los productores se propone destinar 5 metros de ancho del perímetro de los mecanizados para establecer especies de valor comercial y que sea una forma de inversión que se puede recuperar a largo plazo por cada metro de terreno mecanizado ocupado; Las especies se pueden establecer con plantas de vivero

o siembra directa; en el caso de la siembra directa se puede colectar las semillas y esperar la temporada de lluvias para su siembra, requiere que el productor realice unas ceapas donde depositar las semillas; el espacio entre cada planta es de 10 metros esto con la finalidad de no dificultar las maniobras de la maquinaria; es necesario proteger las plantas o plántulas de las aplicaciones de herbicidas, en la etapa inicial se puede cubrir con envases de plástico. Las especies de interés comercial que se pueden utilizar son jabin (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg (L.), granadillo (*Platymiscium yucatanum* Standl.), ramón (*Brosimum alicastrum* Sw) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (L.) Benth.), la distribución de las especies se puede observar en la figura 19.

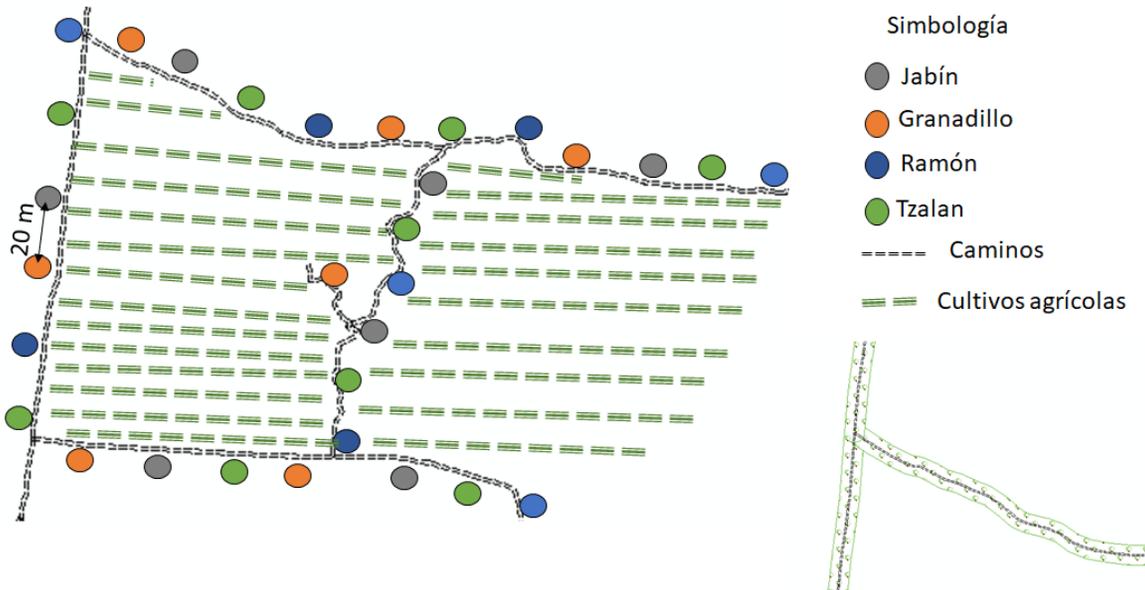


**Figura 19. Diseño de cortinas rompevientos en límites de mecanizados**

h. Árboles en orilla de caminos en el interior de mecanizados. Los caminos al interior de los mecanizados se mantienen accesibles durante todo el año ya que es donde transita la maquinaria y se transporta los insumos, existe un espacio entre el camino y el área de cultivo, el suelo no se remueve por la rastra ya que es necesario que este firme para evitar el suelo suelto que dificulte el acceso de los vehículos, en el espacio se puede establecer especies de interés económico y que permita la conservación de los caminos ya que al crecer los árboles pueden amortiguar el impacto de la precipitación; las

especies a que se pueden utilizar son: son jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg (L.), granadillo (*Platymiscium yucatanum* Standl.), ramón (*Brosimum alicastrum* Sw) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (L.) Benth.), las plantas se pueden establecer cada 20 metros a lo largo de los caminos como se representa en la figura 20.

### Árboles en orilla de caminos en el interior de mecanizados



**Figura 20. Diseño de los árboles en orillas de caminos en el interior de mecanizados**

## 8. CONCLUSIONES.

Los cultivos intercalados han existido en el estado de Campeche desde hace miles de años mediante las practicas mayas de roza-tumba-quema, sin embargo, los trabajos de investigación sobre diseño de módulos agroforestales están documentados desde 1962 en trabajos realizados en el centro de investigación el tormento en Escárcega; además de actividades de capacitación a personal realizados en 1981.

La Comisión Nacional Forestal asigno recursos económicos a los sistemas agroforestales del 2012 al 2018 mediante 5 programas, con enfoque a restauración de áreas degradadas, diversificación productiva y como estrategias para la mitigación de cambio climático. La asignación de recursos económicos se enfocó en su mayoría para el establecimiento; se asignó recursos económicos a 5,814.7 hectáreas para el establecimiento; para el mantenimiento solo se registra una asignación para 440.91 hectáreas, equivale al 7.6% de lo establecido. Sin embargo, existe en 9 municipios antecedentes de trabajos relacionados a los sistemas agroforestales que en su momento permiten evaluar el nivel de aceptación de los productores y ser replicados en trabajos futuros. Se requiere diseñar planes estratégicos con visión a corto, mediano y largo plazo para los módulos agroforestales y lograr la incorporación del componente forestal en más de un millón de hectáreas ocupadas por las actividades agropecuarias.

La CONAFOR no han logrado dar seguimiento a los trabajos que contaron con financiamiento, es necesario vincular estos proyectos con las instituciones de investigación para evaluar la aceptación de los diseños establecidos, los casos de éxitos en el establecimiento, el impacto en la cobertura forestal, el manejo del módulo después del establecimiento y el bienestar de las familias que fueron beneficiadas por los programas de la CONAFOR.

Los modelos de sistemas agroforestales exitosos están en los patios de las casas, su éxito está ligado a la disponibilidad de agua y a la atención oportuna de todos los integrantes de la familia, es probable que los módulos establecidos con frutales, plantas forestales y cultivos agrícola intentaron imitar la estructura de los huertos de traspatio, sin embargo, es un hecho que no cuentan con suministro agua para su riego y llevar

agua a las áreas de cultivo tiene costos elevados por lo que su sobrevivencia depende de la temporada de precipitación; además, la asistencia técnica para estos programas operados cumplió más con la función de actividades de gestión y no asistencia técnica especializada y su vigencia duro hasta la elaboración y entrega de los informes finales, después el productor quedo desamparado.

## 9. LITERATURA CITADA.

Beer y Somarriba (1984). Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. Actas del curso efectuado en Tabasco, Campeche y Quintana Roo, México. Noviembre 30 a diciembre 10 de 1981.

Cabrera Amaro, Maldonado, Berny y Terán y Lozano (2011). Establecimiento de Sistemas Agroforestales. México. pp 48.

CONAFOR (2012). Mecanismo Operativo del Proyecto de Desarrollo Comunitario Forestal de los Estados del Sur (DECOFOS). Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2012/9](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2012/9)

CONAFOR (2013a). Lineamiento de operación para el programa especial para la conservación, restauración y el manejo sustentable de los recursos forestales de la península de Yucatán (PEPY). Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2013/35](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2013/35)

CONAFOR (2013b). Mecanismo operativo del proyecto de desarrollo comunitario forestal de los estados del sur (DECOFOS). Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2013/34](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2013/34)

CONAFOR (2013c). Módulos Agroforestales Términos de Referencia (TdR). Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2013/34](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2013/34)

CONAFOR (2014a). Criterios técnicos para Sistemas Agroforestales Campeche, Quintana Roo y Yucatán, consultado el 20/07/2020, disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2014/37](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2014/37)

CONAFOR (2014b). Lineamiento de operación del proyecto de desarrollo comunitario forestal de los estados del sur (DECOFOS). Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2014/43](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2014/43)

CONAFOR (2014c). Lineamiento de operación del programa especial de áreas de acción temprana REDD+. Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2014/44](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2014/44)

CONAFOR (2014d). REGLAS de Operación del Programa Nacional Forestal 2014. Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2014/37](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2014/37)

CONAFOR (2015a). Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015. Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2015/51](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2015/51)

CONAFOR (2015b). Lineamiento de operación del proyecto de desarrollo comunitario forestal de los estados del sur (DECOFOS). Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2015/56](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2015/56)

CONAFOR (2015c). Lineamiento de operación del programa especial de áreas de acción temprana REDD+. Consultado el 20/07/2020. Disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2015/59](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2015/59)

CONAFOR (2015d). Sistemas agroforestales-Fichas técnicas de sistemas agroforestales. Consultado el 20/07/2020, disponible en:

[https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2015/51](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2015/51)

CONAFOR (2016). Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2016/61](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2016/61)

CONAFOR (2017a). Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2017. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2017/68](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2017/68)

CONAFOR (2017b). Sistemas agroforestales fichas técnicas 2017. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/apoyos/docs/adjuntos/27c47acc73ce6b7002dcfff06a20110a.pdf>

CONAFOR (2018a). Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2018. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2018/73](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2018/73)

CONAFOR (2018b). Sistemas agroforestales fichas técnicas 2017. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/apoyos/docs/adjuntos/a7af066f4f14ac1b174f390ccd0a91e2.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2016). Relatoría. Taller “intercambio de experiencias y evaluación de la inversión gubernamental en parcelas agroforestales Península de Yucatán. Consultado el 15/06/20, disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/PROFORCO/43-Minuta-evento-Parcelas-agroforestales.pdf>

- Dzib, B. (2016). Diseño de sistemas agroforestales con base en las condiciones ecológicas y productivas de comunidades campesinas de la península de Yucatán. [Tesis de doctorado]. El colegio de la frontera sur.
- Evan, D. Haggan, J. Snook, A. Sosa, M. (2005). Agroforestry Adoption in the Calakmul Biosphere Reserve, Campeche, Mexico, 163-184
- Issac, M.R. (2004). Explorando la perspectiva campesina de la agroforestería en la reserva de la Biosfera de Calakmul. *Universidad y ciencia*, 40(20), 39-54. [fecha de consulta 2 de junio de 2020]. ISSN: 0186-2979. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=154/15404001>
- INEGI (2008). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000. Unidades climáticas. Consultado el 16/07/2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267568>
- INEGI (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto nacional. Consultado el 16/07/2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459>
- Krishnamurthy, L., K. Krishnamurthy, I. Rajagopal y A. Arroyo (2003). Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural.
- Mariaca, R. [Ed.]. (2012). El huerto familiar del sureste de México. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Leopoldo\\_Medina/publication/236870993\\_El\\_huerto\\_familiar\\_del\\_sureste\\_de\\_Mexico/links/02e7e519c0b4aa7874000000/El-huerto-familiar-del-sureste-de-Mexico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leopoldo_Medina/publication/236870993_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico/links/02e7e519c0b4aa7874000000/El-huerto-familiar-del-sureste-de-Mexico.pdf).
- Nair, P.K.R. 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Kang, B.T. 1994. Cultivos en callejón: logros y perspectivas. In: Krishnamurthy, L. y Leos-Rodríguez, J.A. (Eds.). *Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión*. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 61-82.

- Registro Agrario Nacional, (2020). Indicadores básicos de la propiedad social. Consultado el 2/07/2020. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/estadistica-agraria/indicadores-basicos-de-la-propiedad-social>
- Rodríguez Canto, A.; González Moctezuma, P.; Flores Torres, J.; Nava Montero, R.; Dzib Aguilar, L. A.; Pérez Pérez, J. R.; Thüerbeck, N. y González Iturbe, J. A. (2016). Milpas de las comunidades mayas y dinámica de uso del suelo en la Península de Yucatán. Centro Regional Universitario Península de Yucatán de la Universidad Autónoma Chapingo. Mérida Yucatán. 436 pp.
- Rodríguez, A. Cristobal, D. Alvarez, E. y Uribe, M, (2016). Indicadores de calidad de un suelo para la producción de maíz bajo sistema agroforestal y monocultivo. Consultado el 01/06/20, disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7nspe16/2007-0934-remexca-7-spe16-3263-en.pdf>
- SEMARNAT-CONAFOR (2014). INVENTARIO ESTATAL FORESTAL Y DE SUELO - CAMPECHE 2013. Consultado el 20/07/2020. Disponible en: [187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFyS/IEFYS\\_Campeche\\_2013/IEFYS\\_Campeche\\_2013.pdf](http://187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFyS/IEFYS_Campeche_2013/IEFYS_Campeche_2013.pdf)
- Soto, Jiménez y Lerner (2008). Diseño de Sistemas Agroforestales para la Producción y la Conservación. Experiencia y Tradición en Chiapas
- Uzcanga P. N. G, Aguilar D. Y. G, Maya M. A, Díaz M. E. R. A y Esparza O. L. G. (2018). Compendio histórico de la investigación realizada en el centro de investigación y transferencia de tecnología forestal el tormento. Mérida, Yucatán, México. Pp. 30
- World Agroforestry. (s. f.). ¿What is Agroforestry? Recuperado 20 de junio de 2020, de <https://www.worldagroforestry.org/about/agroforestry>

## ANEXO

Anexo 1. Lista de especies considerados por componente para el establecimiento de módulos agroforestales.

Diseño	Componentes			
	Forestal	Agrícola	Pastoril	Frutales
<b>Abonos verdes en cultivo de callejones</b>	<i>Cedrela odorata</i> L (Cedro)  <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba)  <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC (Maculis)  <i>Brosimum alicastrum</i> Sw (Ramon)	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (frijol)  <i>Phaseolus lunatus</i> (frijol ib)  <i>Cucurbita moschata</i> (calabaza)  <i>Cucúrbita pepo</i> (calabaza)  <i>Cucúrbita máxima</i> (calabaza)  <i>Zea mays</i> L. (Maíz)		
<b>Bancos de proteínas de corte con <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit, y árboles forestales</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (Chaka)  <i>Cedrela odorata</i> L (Cedro)  <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC (Maculis)		<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (Huachin)	

		<i>Brosimum alicastrum</i> Sw (Ramón)			
<b>Pasturas en callejones en asociación con árboles y arbustos de uso múltiple</b>		<i>Cedrela odorata</i> L (Cedro) <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba) <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC (Maculis) <i>Cordia dodecandra</i> A.DC. (ciricote) <i>Brosimum alicastrum</i> Sw (Ramon) <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg (jabín)  Especies multipropósito <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (chacah rojo) <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp (cocoite)			<i>Pennisetum purpureum</i> (Pasto Taiwán)

<p><b>Pasturas en callejones y cercas vivas</b></p>	<p><i>Cedrela odorata</i> L (Cedro)</p> <p><i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba)</p> <p><i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC (Maculis)</p> <p><i>Cordia dodecandra</i> A.DC. (ciricote)</p> <p><i>Brosimum alicastrum</i> Sw (Ramon)</p> <p><i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg (jabín)</p> <p>Especies multipropósito</p> <p><i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (chacah rojo)</p> <p><i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp (cocoite)</p>		<p><i>Pennisetum purpureum</i> (Pasto Taiwán)</p>	
<p><b>Árboles al interior de los cultivos de maíz.</b></p>	<p><i>Brosimum alicastrum</i> Sw (Ramon)</p>	<p><i>Zea mays</i> L. (Maíz)</p>		

	<i>Cedrela odorata</i> L (Cedro)		
<b>Arboles intercalados con cultivos agrícolas y frutales</b>	<i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba) <i>Brosimum alicastrum</i> Sw (ramón) <i>Cordia dodecandra</i> A.DC. (Ciricote) <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC (Maculis)	<i>Zea mays</i> L. (Maíz) <i>Cucurbita argyrosperma</i> (Chihua)	<i>Citrus latifolia</i> (Limón persa) <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck (Naranja dulce) <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) <i>Citrus paradisi</i> (Toronja) <i>Citrus limettioides</i> (Lima)