



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

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

**INTERVENCIÓN AGROFORESTAL PARA EL
MEJORAMIENTO DE UN HUAMIL EN NOH-BEC,
QUINTANA ROO**

T E S I S
**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:
JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2005.

**INTERVENCIÓN AGROFORESTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE UN HUAMIL
EN NOH-BEC, QUINTANA ROO**

Tesis realizada por **Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

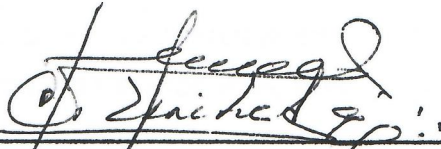
**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy

ASESOR:



M.C. Miguel Uribe Gómez

ASESOR:



M.C. Ariel Buendía Nieto

**INTERVENCIÓN AGROFORESTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE UN HUAMIL
EN NOH-BEC, QUINTANA ROO**

Tesis realizada por **Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

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

DIRECTOR:

Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy

ASESOR:

M.C. Miguel Uribe Gómez

ASESOR:

M.C. Ariel Buendía Nieto

DEDICATORIAS

A Dios Nuestro Señor y a la Santísima Virgen María de Guadalupe; por brindarme la oportunidad de seguir aprendiendo cada día más, por alcanzar esta meta rodeado del mejor ambiente que el ser humano puede tener y por todas las bendiciones recibidas.

A mis padres: Jesús Apolonio Aguilar y Graciela Luna; con mucha admiración, gratitud y respeto, así como por su gran apoyo en todo momento, siendo un pilar fundamental para mi formación.

A mis hermanos: Juan Aguilar, Viridiana Aguilar y familia, Priscila Aguilar; cada uno con su forma de ser muy particular pero con los que he pasado muy agradables momentos.

A Maira Dolly Zavala y al bebé con todo mi amor; por venir a cambiar mi vida, dándole una mayor madurez y sentido de responsabilidad.

A todas las personas que al leer este trabajo encuentren inquietud, información, respuesta, difusión y estímulo para superarse, pues esto puede ser el comienzo de grandes logros.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, que a través del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, me permitió realizar la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.

A todos los miembros de la maestría, especialmente a Lolita por su apoyo incondicional en todo momento.

Al grupo forestal del ejido Noh-Bec y agroforestal del ejido Cuauhtémoc, por los recursos ofrecidos y el apoyo técnico.

A la familia Benítez Reyes: Don Timo, Doña Goya, Bruno, Timo, Naz, Neto, Macho, Ana, Queta, César, Lupe, Julio, Bocho, Clavi, Chuy, Ale, Komeini, Xix, etc., por ser mi segunda familia la cual me ha ayudado en los momentos difíciles, brindándome una gran calidez humana.

A Tino Hau y Benjamín Castillo Aké, grandes amigos a los cuales les agradezco sus valiosos conocimientos y participación en este trabajo.

A todos los productores del campo rural mexicano, principalmente a los del estado de Quintana Roo porque con sus enseñanzas, inquietudes, problemas y ganas de superación, le dieron sentido y vida a este trabajo; siendo ellos los más grandes expertos agroforestales, pues aprovechan y conservan la selva según las necesidades de la vida diaria.

A los miembros del comité asesor por la dirección profesional de esta tesis: Dr. Laksmi Reddiar Krishnamurthy, M.C. Miguel Uribe Gómez y M.C. Ariel Buendía Nieto.

DATOS BIOGRÁFICOS



Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna, nació en la Ciudad de México el 15 de diciembre de 1977.

Aunque ciudadano, con ciertos deberes y obligaciones en las selvas de Quintana Roo.

Obtuvo el título de Ingeniero Agrícola en el 2001, realizando los estudios en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM.

En la cuestión académica ha asistido a diversos cursos de actualización como: Propagación de cactáceas en la UNAM, Fruticultura en la Fundación Salvador Sánchez Colín, Sistemas Agro y Silvopastoriles en la UACH, Agroforestería en la UACH, Biotecnología en AGROBIO-México, Recursos Naturales en la ENAH, Agroecología en la UACH, Biotecnología Agropecuaria y Forestal en la UACH, Suelos en la UACH, etc. Ha participado como ponente en el Foro Nacional de Vinculación Agropecuaria, Agroindustrial, Forestal y de Pesca con el Sector Productivo; así como en el Congreso Nacional Agronómico en la UACH, siendo la Agroforestería el tema central. Miembro distinguido de la Asociación Nacional de Tecnólogos en Alimentos de México A.C.

En la cuestión profesional, como Residente de Áreas Verdes en la Conclusión de la Primera Etapa del Centro de Educación Ambiental Sierra Santa Catarina y del 2000 a la fecha como asesor agroforestal en el estado de Quintana Roo.

INTERVENCIÓN AGROFORESTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE UN HUAMIL EN NOH-BEC, QUINTANA ROO

AGROFOREST INTERVENTION FOR THE IMPROVEMENT OF A HUAMIL IN NOH-BEC, QUINTANA ROO

J. M. Aguilar Luna¹, L. R. Krishnamurthy²

RESUMEN

El presente estudio fue conducido en Noh-Bec, Quintana Roo, México. Se localiza en los paralelos 19° 02' 30" y 19° 12' 30" N, y los meridianos 88° 13' 30" y 88° 27' 30" O. A una altitud promedio de 60 m, con una precipitación anual de 1262 mm y una temperatura media de 26.7°C. Donde a través de la metodología de "Diagnóstico y Diseño" se identificaron las especies más apropiadas tanto de un huamil como de los solares del área para establecer un módulo demostrativo, resultando 28 las especies más importantes, las cuales fueron: *Anacardium occidentale*, *Annanas comosus*, *Anona muricata*, *Anona squamosa*, *Azadirachta indica*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Coccoloba diversifolia*, *Cocos nucifera*, *Cordia dodecandra*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros digyna*, *Erythrina standleyana*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mammea americana*, *Mangifera indica*, *Manilkara sapota*, *Pasiflora edulis*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias radlkefari* y *Swietenia macrophylla*. La finalidad de esta intervención agroforestal en zonas de huamil fue ofrecer a los productores de la zona una mayor diversidad de productos y servicios tales como: madera, leña, fruta, forraje, material para construcciones rurales, productos medicinales, látex, sombra, captura de carbono, conservación del agua y mejoramiento del suelo.

Palabras clave: Agroforestería, huamil, especies, multiestrato, maya.

ABSTRACT

This study was developed in Noh-Bec, in the Mexican state of Quintana Roo. This community is located between parallels 19° 02' 30" and 19° 12' 30" N, and meridians 88° 27' 30" W. This place has an average altitude of 60 m, with a yearly pluvial precipitation of 1262 mm and an average temperature of 26.7°C. The best suitable species, both in *huamiles* and in family orchards, were identified through the "Diagnosis and Design" methodology to establish a demonstrative module. The 28 most important species were: *Anacardium occidentale*, *Annanas comosus*, *Anona muricata*, *Anona squamosa*, *Azadirachta indica*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Coccoloba diversifolia*, *Cocos nucifera*, *Cordia dodecandra*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros digyna*, *Erythrina standleyana*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mammea americana*, *Mangifera indica*, *Manilkara sapota*, *Pasiflora edulis*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias radlkefari* and *Swietenia macrophylla*. The objective of this agroforest intervention in *huamil* zones was to offer agricultural producers in this area a greater diversity of products and services, such as: wood, firewood, fruit, forage, rural building materials, medicinal products, latex, foliage, carbon recovery, water conservation and soil improvement.

Key words: Agroforestry, *huamil*, species, multistrata, Mayan.

¹ M. C. en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. E-mail: kuulche@hotmail.com

² Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. E-mail: krishna@mx.inter.net

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN Y SUMMARY.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
4. HIPÓTESIS.....	4
5. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
5.1. Estructura y funcionamiento de un huamil.....	5
5.1.1. Definición de huamil.....	7
5.1.2. Relación huamil-deforestación.....	8
5.1.3. Secuencia milpa-huamil-monte alto.....	14
5.1.4. Manejo de huamiles.....	19
5.1.5. Alternativas posibles.....	26
5.2. La investigación en agroforestería.....	28
5.2.1. Definición de agroforestería.....	30
5.2.2. Productos y servicios potenciales.....	32
5.2.3. Dinámica espacial y temporal de los componentes.....	34
5.2.4. Productividad.....	35
5.3. Sistemas agroforestales relacionados.....	37
5.3.1. Prácticas agroforestales mayas.....	39
5.3.2. Roza-tumba-quema.....	41
5.3.3. Huertos caseros.....	44
5.3.4. Multiestratos.....	50

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	54
6.1. Ubicación geográfica.....	55
6.2. Clima.....	55
6.3. Suelo.....	57
6.4. Vegetación.....	61
6.5. Fauna.....	64
6.6. Contexto socioeconómico.....	65
7. METODOLOGÍA.....	69
7.1. Etapa de prediagnóstico.....	70
7.1.1. Potencial del uso de la tierra.....	70
7.1.2. Selección del área de estudio.....	72
7.2. Etapa de diagnóstico.....	73
7.2.1. Entrevistas.....	73
7.2.2. Recorridos de campo.....	75
7.2.3. Identificación de especies forestales en un huamil.....	75
7.2.4. Identificación de especies frutales y herbáceas en la zona..	76
7.3. Etapa de diseño.....	77
7.3.1. Materiales utilizados.....	77
7.3.2. Selección de las especies.....	78
7.3.3. Prácticas agronómicas.....	79
7.3.4. Especies del sistema y su propagación.....	82
7.4. Etapa de planeación.....	84
7.4.1. Especies forestales.....	85
7.4.2. Especies frutales y herbáceas.....	86
7.4.3. Utilización y frecuencia.....	87
7.5. Etapa de implementación.....	89
7.5.1. Importancia de las asociaciones.....	91
7.5.2. Importancia de las interacciones.....	92

8. RESULTADOS.....	93
8.1. Identificación de especies forestales en un huamil.....	93
8.2. Identificación de especies frutales y herbáceas en la zona.....	99
8.3. Especies seleccionadas para el huamil mejorado.....	101
8.4. Productos y servicios de las especies del huamil.....	104
8.4.1. Características de las especies forestales.....	106
8.4.2. Características de las especies frutales y herbáceas.....	107
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	108
10. CONCLUSIONES.....	110
11. LIMITANTES Y RECOMENDACIONES.....	112
12. LITERATURA CITADA.....	113

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de especies utilizadas en selvas primarias y secundarias por diferentes grupos indígenas.....	12
Tabla 2. Productos y servicios potenciales mediante un adecuado diseño y manejo de tecnologías agroforestales.....	33
Tabla 3. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación y humedad relativa en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo (promedios de 1980 al 2003).....	56
Tabla 4. Clasificación de suelos forestales.....	59
Tabla 5. Análisis comparativo del uso de la tierra.....	74
Tabla 6. Calendario de trabajo durante un año para los diferentes componentes en el sistema agroforestal de huamil.....	80
Tabla 7. Especies del sistema y su forma de propagación.....	83
Tabla 8. Utilización y frecuencia de las especies.....	88
Tabla 9. Identificación de especies forestales.....	93
Tabla 10. Identificación de especies frutales y herbáceas.....	99
Tabla 11. Especies vegetales seleccionadas.....	101
Tabla 12. Productos y servicios de las especies.....	104
Tabla 13. Características del componente forestal.....	106
Tabla 14. Características del componente frutal y herbáceo.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diversidad vegetal en un huamil.....	7
Figura 2. Deforestación en el área de estudio.....	11
Figura 3. Roza-tumba-picadura-quema.....	16
Figura 4. Sucesión maya.....	17
Figura 5. Procesos en donde el árbol puede mejorar el suelo en los sistemas agroforestales.....	19
Figura 6. Manejo experimental de un huamil joven.....	23
Figura 7. Manejo experimental de un huamil maduro.....	24
Figura 8. Estructura de distintos sistemas de producción forestal, agrícola y agroforestal.....	38
Figura 9. Elementos clave de un solar.....	39
Figura 10. Componentes clave de un <i>pet kot</i> del área maya.....	40
Figura 11. Composición de especies y estructura vertical de un huerto casero en el sureste de México.....	45
Figura 12. Algunos productos del huerto casero.....	49
Figura 13. Productos y servicios que proveen los árboles en sistemas agroforestales.....	53
Figura 14. Mapa geográfico del estado de Quintana Roo.....	54
Figura 15. Pica y cocina del látex para la producción de chicle.....	68

Figura 16. Ubicación y tamaño de parcela.....	73
Figura 17. Presentación esquemática del huamil sin intervención y con intervención agroforestal.....	79
Figura 18. Estructura vertical y horizontal de las especies seleccionadas.....	90
Figura 19. Árbol sin bifurcación y con bifurcación.....	92
Figura 20. Módulo agroforestal en el huamil.....	103

1. INTRODUCCIÓN

Todos los ecosistemas de la tierra han sido y están siendo continuamente perturbados por distintos factores ambientales, tanto naturales como humanos. La selva clímax o monte alto puede ser abatida por huracanes, incendios o simplemente por la muerte y caída de los árboles viejos.

Estas perturbaciones disparan procesos naturales de regeneración, que consisten en el rápido crecimiento de una serie de especies (denominadas especies secundarias), que estaban presentes en forma latente en el suelo de la selva; estas especies constituyen la llamada vegetación secundaria (comúnmente conocida como huamil en el estado de Quintana Roo).

Las especies secundarias que participan en este proceso son muy numerosas y contribuyen a la enorme diversidad florística de estas regiones. Entre ellas encontramos géneros, que tienen especies que fueron domesticadas por grupos étnicos antiguos de América Tropical y que han jugado un papel muy importante en el desarrollo de diversos sistemas de producción agropecuaria, que involucran árboles con cultivos y ganado (agroforestería); algunos de estos géneros son: *Chnidoscolus*, *Manihot*, *Carica*, *Spondias*, *Brosimum*, *Leucaena* y *Pithecellobium*.

De acuerdo a la asamblea de ejidatarios de Noh-Bec, se afirma por ellos mismos que los terrenos de huamil con alguna de sus modificaciones especiales, son muy abundantes, correspondiéndole a este ejido aproximadamente 1 500 hectáreas con este tipo de vegetación, la cual se concentra cerca de los cuerpos de agua más importantes.

Los productos y servicios que se pueden obtener de los huamiles son muy diversos. Dentro de los productos se tienen (ej.: materiales para construcción, animales de caza, miel, látex y productos medicinales) y en los servicios se tienen (ej.: captura de carbono, conservación del suelo, recarga de mantos acuíferos y hábitat para la fauna silvestre).

Aunque la diversidad de productos es amplia, no es suficiente para decir que los huamiles son ecosistemas muy productivos, de los cuales se pueden obtener productos sin hacerles ninguna intervención. Por el contrario, son vistos como zonas improductivas, cuya finalidad a futuro, será el establecimiento de la milpa o la inclusión de pastos con ganado.

La agroforestería es una opción de aprovechamiento de la tierra, para que los huamiles no sean destruidos y convertidos en potreros o monocultivos. La agroforestería, es una forma práctica de hacer agricultura especialmente en las zonas tropicales de los países en desarrollo, que involucra la incorporación de cuando menos una especie perenne leñosa, en asociación con otros componentes, ya sea frutales, forestales, herbáceas y/o animales en la misma superficie.

Dados los beneficios que las diversas manifestaciones de la agroforestería reportan, los científicos han mostrado un creciente interés en esta práctica ancestral, que parece tener armonía con la naturaleza y el uso óptimo de los recursos naturales.

La agroforestería es un sistema de producción practicado ampliamente en los países en desarrollo como México, bajo un sin número de formas y asociaciones (ej.: entomoforestería, acuaforestería, cortinas rompevientos, setos vivos, cercos vivos, árboles de sombra en pastizales, pastoreo en matorrales, producción de forestales no maderables y otras más).

Su contribución a la producción de alimentos de diversos tipos, generalmente es ignorada en las estadísticas de consumo alimentario tanto a nivel nacional como internacional, lo mismo para los subproductos y servicios. Dentro de la agroforestería hay una asociación de árboles maderables, frutales y herbáceas en la misma superficie; donde las prácticas y principios de manejo agronómicos, tienden a hacer más eficiente el uso de la energía y el reciclaje de los nutrientes que se encuentran en el sistema, manteniendo así una mayor estabilidad y sostenibilidad.

La agroforestería se presenta más frecuentemente en los países tropicales, algunas de las características que presenta son: gran diversidad de especies formando un complejo multiestrato; consta de 3 a 4 niveles de vegetación vertical y mezclas de especies compatibles, estos niveles pueden ser una capa herbácea, una capa arbórea y 2 ó 3 capas intermedias.

Su principal función es la de proveer una gran variedad de beneficios al productor con relativamente pocos insumos y mano de obra, generando diversos tipos de ingresos, tanto principales por la comercialización de sus productos, como complementarios, en el caso de varios huertos caseros.

La relación que guardan los huamiles con la agroforestería, indica que éstos son susceptibles de modificarse sin ocasionar en ellos y en el ambiente una mayor perturbación ecológica; sino al contrario, transformarlos en zonas más productivas.

Lo anterior se vislumbró en este trabajo a través de la inclusión de diversas especies frutales de gran potencial económico, así como la permanencia de especies forestales maderables a las cuales se les realizaron prácticas agronómicas de manejo.

Esto ha dado como resultado un huamil más productivo en comparación con otros sistemas de uso de la tierra y principalmente de un huamil sin intervención, aunque se observó que las utilidades pueden ser inferiores en comparación con el monte alto o selva clímax, por ser ésta una zona donde las especies maderables ofrecen mayores opciones de mercadeo y comercialización.

Esta investigación surge de la necesidad de convertir los huamiles de la zona en áreas más productivas, incorporando especies de mayor valor económico tales como maderas preciosas y frutales. Conduciendo el proyecto en la finca o parcela del productor, ya sea en espacios reducidos o no tanto y permitiendo su participación en el proceso de generación de una nueva tecnología.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Puede un huamil con esquema de manejo ser económicamente más productivo a través de una intervención agroforestal y del conocimiento tradicional; incorporando especies vegetales no presentes de manera natural, en asociación con otras seleccionadas del mismo sistema?

3. OBJETIVOS

1. Seleccionar mediante la metodología de “Diagnóstico y Diseño” las especies más apropiadas para diseñar una tecnología agroforestal en un huamil de la zona.
2. Establecer un módulo demostrativo de un sistema agroforestal con la incorporación de las especies identificadas para el huamil.
3. Identificar en el corto plazo los productos y servicios de las especies seleccionadas del huamil mejorado.

4. HIPÓTESIS

1. Por su gran extensión en la zona, los huamiles tienen un gran potencial para su mejoramiento a través de una intervención agroforestal, obteniendo así más productos y servicios con una mayor aceptación por parte de los usuarios de la tierra.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Estructura y funcionamiento de un huamil

Los huamiles o vegetación secundaria cubren vastas zonas en los trópicos y su extensión sigue creciendo a una tasa muy rápida. Existen alrededor de 10 millones de hectáreas de vegetación secundaria derivadas de selvas tropicales húmedas y subhúmedas (Del Amo y Ramos, 1993).

Los huamiles se pueden encontrar en diversos lugares de México, uno de ellos es el estado de Quintana Roo, donde son muy abundantes, ubicándose dentro de un ecosistema de selva tropical. Este tipo de vegetación casi es exclusiva de América Latina, en donde la sucesión y los períodos de descanso son importantes para la continuidad de la agricultura de milpa.

La abundancia de los huamiles en el ejido Noh-Bec es muy amplia y diversa; cumplen funciones económicas y productivas; son muy característicos en la Península de Yucatán por su gran similitud en cuanto a diversidad de especies y condiciones edáficas. De acuerdo a lo descrito por Flores y Espejel (1994), se pueden encontrar dos principales tipos de huamiles, los cuales son:

1. Huamil joven. Constituido por un tipo de vegetación que surge durante las primeras etapas de sucesión en lugares talados y abandonados; lo integran especies gramíneas como: *Andropogon glomeratus*, *Chloris inflata muul*, *Cynodon dactylon* y otras. Esta vegetación presenta una apariencia abierta, donde predominan herbáceas con alturas máximas de 5 m durante las lluvias, que crecen sobre suelos pedregosos y donde es común la presencia de *Acanthocereus pentagonus*.

2. Huamil maduro. Constituido por un tipo de vegetación secundaria con elementos arbustivos y arbóreos de talla media con más de 5 m que crecen sobre antiguos plantíos de henequén o milpas abandonadas hace más de 20 años. En el estrato arbóreo destacan *Acacia gaumeri*, *Leucaena glauca*, *Mimosa hemiendyta*, *Pithecellobium unguis-cacti*, *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula*.

Después de las primeras lluvias aparece un abundante estrato herbáceo formado por compuestas y enredaderas de los géneros *Ipomoea*, *Merremia*, *Sycidium*, *Phaseolus* y *Gronovia*; este estrato desaparece en la sequía, cuando el arbóreo pierde el follaje.

Por otro lado, Brown y Lugo (1990) presentan los siguientes valores de los huamiles para el uso humano; independientemente de los que aparecen en esta lista, dos son fundamentales para la sobrevivencia del planeta: la restauración del suelo y la regulación del ciclo del agua. Éstos constituyen los dos problemas críticos de México y de muchos otros países del mundo, además de:

- * Producir especies maderables como: *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla* y *Ceiba pentandra*, que tienden a ser bajas en resinas y ceras, facilitando su uso.
- * Proporcionar frutos, plantas medicinales, materiales para construcción y renuevos para animales.
- * Contener especies que frecuentemente tienen propiedades que los silvicultores consideran apropiadas para las plantaciones.
- * Servir como sistema de crianza para especies secundarias valiosas e incluso primarias.
- * Servir como modelo adecuado para el diseño de agroecosistemas.
- * Ser áreas más accesibles para el mercado que las selvas primarias remanentes.
- * Soportar una producción mayor de animales por unidad de área.
- * Servir como terrenos de cacería.
- * Incrementar el turismo debido a la presencia de un gran número de vertebrados y aves.

* Restaurar la productividad local, reduciendo las plagas.

Resulta importante resaltar que estas áreas ocupan una gran extensión y que poseen una estructura relativamente simple, característica que facilita su manejo y permite tomar este tipo de vegetación como un sustrato importante para el desarrollo de la agroforestería e incluso de plantaciones forestales.

5.1.1. Definición de huamil

Huamil, acahual, quemadal o milcahual, son nombres genéricos que recibe la vegetación secundaria de la selva después de haber sido participe de un proceso que generalmente forma parte del sistema de roza-tumba-quema. Cuando la milpa se abandona el sitio comienza a repoblarse nuevamente, principalmente con especies herbáceas y arbustivas, lo cual se denomina sucesión con vegetación secundaria, como se aprecia en la Figura 1.



Figura 1. Diversidad vegetal en un huamil.

Un denominador común en todas las definiciones de vegetación secundaria es el que tiene que ver con alteraciones humanas o modificaciones hechas por el hombre. En la literatura, las selvas tropicales de vegetación secundaria, se definen de varias maneras, tales como:

- * Selvas que han sido substancialmente alteradas por la intervención humana, la extracción de maderas preciosas y corrientes tropicales (Dirección Técnica Forestal de la Organización de Ejidos Forestales de la Zona Maya, 1998).
- * Vegetación resultante de la perturbación causada por el hombre con fines económicos: bosques de aserrío y bosques de barbecho (Brown y Lugo, 1990).
- * Selvas que han sido aprovechadas y que permanecen sin mayor perturbación, mismas que pueden convertirse en huamiles (Dirección Técnica Forestal de la Organización de Ejidos Forestales de la Zona Maya, 1998).
- * Tipo de vegetación con diversas especies que colonizan áreas en donde, debido a perturbaciones naturales o humanas, la vegetación primaria ha desaparecido parcial o totalmente (Del Amo, 1991).
- * Especies vegetales que colonizan y se desarrollan en áreas en las cuales la vegetación primaria ha sido destruida completamente a través de perturbaciones naturales o humanas y debido a la extensión del área afectada, la regeneración autógena por especies pertenecientes a selvas primarias vecinas es mínima (Del Amo, 1991).

5.1.2. Relación huamil-deforestación

Para entender porque el huamil es de gran importancia en la Península de Yucatán, primeramente es preciso entender el proceso que está acabando con las selvas tropicales, el que contribuye al cambio climático, a los cambios en la biodiversidad, a la expansión de la frontera agrícola y al establecimiento de una ganadería extensiva.

Esta causa es la deforestación, la cual se define por la expansión de la frontera agrícola por agricultores pobres; además de causas adicionales como lo es la tala para uso industrial y también el desarrollo de los caminos e infraestructura forestal (Glifo, 1995).

Los huamiles no se salvan de esta deforestación y en si, son más fáciles de deforestar que una selva clímax, al mismo tiempo que los cambios en la biodiversidad y los hábitats son mucho más importantes.

Una definición más completa de lo que es la deforestación, es la que se refiere a la pérdida permanente de cubierta forestal para otros usos de la tierra (ej.: agricultura, pastizales, nuevos asentamientos humanos, infraestructura y embalses). La deforestación tropical se reconoce en la actualidad como uno de los problemas ambientales más importantes que enfrenta el mundo, con serias consecuencias económicas y sociales de largo plazo (Rowe *et al.*, 1992).

Esta deforestación que en gran parte fue ignorada por los países desarrollados y por los habitantes urbanos de los países en vías de desarrollo hasta los años 80's, ha recibido mucho más atención últimamente, pues con ello se presenta un cambio continuo en el uso de la tierra caracterizado por la pérdida de las selvas tropicales (World Comisssion on Forests and Sustainable Development, 1998).

La principal causa de la degradación forestal es la tala de explotación, pues hay corte selectivo de especies forestales, hay daño causado en la selva por el derribo de árboles, hay daño al suelo por la construcción de caminos, por el arrastre de troncos, por el desplazamiento de aves y mamíferos. La degradación forestal también puede ocurrir como consecuencia de la recolección intensiva de subproductos de la selva (Brown y Schreckenberg, 1998).

Brown y Schreckenberg (1998) indican que cuatro aspectos de las causas de la deforestación son importantes:

1. Las condiciones facilitadoras que se crean en un ambiente en el que la deforestación puede ocurrir.
2. Otra condición favorable para la deforestación es la pobreza, especialmente en las áreas rurales; aunque la pobreza no es una "causa" de la deforestación.

3. Las causas directas e indirectas. Las directas son las más visibles, las más fácilmente identificables y las que se asocian más rápidamente con los agentes de la deforestación, mismos que están motivados por otras fuerzas socioeconómicas menos visibles.

Las causas indirectas son creadas por la sociedad algunas veces de manera intencional y otras como consecuencia de la naturaleza humana que domina todos los aspectos y no se relaciona solamente con el uso de la tierra.

4. El papel de la explotación y el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales en las selvas tropicales.

En términos económicos, las selvas tropicales destruidas cada año representan una pérdida en capital forestal valuada en 45 000 millones de dólares. Con su destrucción, desaparecen todas las posibilidades de ingresos y de empleos futuros provenientes de la explotación de productos maderables y no maderables que podrían derivarse de su manejo sostenible (Hansen, 1997).

Estimaciones indican que la pérdida es de 50 000 diferentes especies por año, pero esta cifra no es más que una estimación, porque ni siquiera se han identificado todas las especies del planeta. Los rodales de árboles dejados en pie después de la deforestación no son, por lo general, suficientemente grandes como para mantener el mismo esquema vegetal (Brown y Schreckenberg, 1998).

A pesar de esa alta riqueza específica en términos de biomasa y producción primaria bruta, en términos agronómicos convencionales, las selvas tropicales son consideradas como improductivas. De hecho su contribución anual al Producto Interno Bruto no alcanza ni el 0.3% de ahí la tendencia a destruirlas o modificarlas en favor de los agroecosistemas monoculturales, simples en el tiempo y el espacio (Galleti, 1992).

Las selvas quintanarroenses parecen ser de las últimas en el país en cuanto a extensión y continuidad. La colonización con gente que proviene de otras regiones del país, con desiguales niveles económicos y culturales, por lo general aumentan el ritmo de desaparición dado que desconocen el potencial de los recursos disponibles en las zonas tropicales (Flores y Espejel, 1994).

Hay también consecuencias catastróficas con el calentamiento global (ej.: el aumento de la sequía y la desertificación, malas cosechas, derretimiento de las capas de hielo polares, inundaciones costeras y sustitución de los principales regímenes de vegetación), ver la Figura 2.



Figura 2. Deforestación en el área de estudio.

¿Por qué es importante la vegetación secundaria? Porque constituye una de las mayores superficies con elementos arbóreos, con las que contamos en México. Además, es en este tipo de ecosistemas en donde los grupos étnicos han conocido un mayor número de especies útiles, incluso mayor que en las áreas con vegetación primaria.

De acuerdo a Toledo *et al.* (1994) señalan que los huastecos reconocen 225 especies útiles en la vegetación secundaria y solamente 73 en la primaria. Los nahuas reconocen 153 en contraste con 42 en la primaria. Los mayas 224 en la vegetación secundaria en contraste con 108 en la primaria. Los popolucas 138 en contraste con 53. Los totonacas 208 mientras que en la primaria solamente 65. De la misma manera pueden observarse en la Tabla 1 otros ejemplos.

Tabla 1. Número de especies utilizadas en selvas primarias y secundarias por diferentes grupos indígenas.

Grupos indígenas	P	S	P/S	M/H	Total
Huastecos	73	225	72	53	423
Nahuas	42	153	45	74	314
Mayas	108	224	73	51	456
Popolucas	53	138	39	94	324
Totonacas	65	208	81	91	445
Chinantecos	21	31	13	14	79
Zoques	31	3	4	49	38
Lacandones	31	15	28	28	102
Otomíes	5	64	15	36	120

P: Selvas primarias; S: Selvas secundarias; P/S: Selvas primarias y secundarias; y M/H: Milpas y huertos caseros.

Con esta información se hacen evidentes dos hechos. El primero se refiere al manejo de la vegetación secundaria en diferentes estados sucesionales, ya que en ella se encuentra una enorme variedad de especies útiles.

El segundo se refiere a la presencia de esta cantidad de especies útiles que es el resultado de un profundo conocimiento y utilización por los diversos grupos étnicos del país.

Gómez-Pompa (1987) afirma que los mayas aprovecharon la selva en tres formas: a) transformándolas en selvas artificiales ricas en especies útiles aprovechables, b) practicando una agricultura que imitaba a la estructura de las selvas, como fue el caso de las plantaciones de cacao con árboles de sombra, y c) imitando el proceso natural de regeneración de las selvas cultivando maíz, frijol y calabaza mezcladas con muchas otras especies útiles en suelos totalmente deforestados.

Ramos y Del Amo (1992) indican que para realizar el aprovechamiento forestal en un huamil, primero se debe demorar el tratamiento silvicultural hasta una segunda generación de árboles bajo el dosel para asegurar la estimulación. La segunda generación debe tener por lo menos 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) para evitar la mortalidad natural que ocurre entre árboles más jóvenes; cosa que podría perjudicar una inversión silvicultural prematura.

El entresaque en las selvas llamado "refinamiento", es sólo la eliminación de árboles que se consideran inútiles. La experiencia en muchos países ha cuestionado la sabiduría de esta práctica, dado que no está dirigida hacia el beneficio de ningún árbol y puede atrasar la sucesión natural a un grado indeseable. La generación de árboles bajo el dosel tiende a incluir especies de buen porvenir, aun algunos que hoy no se usan, el mercado del futuro aceptaría muchos árboles que hoy descartamos, los mejores de éstos son candidatos "selectos" para la próxima cosecha (Del Amo, 1991).

El número de los árboles selectos para asegurar una cosecha rentable depende del producto, del tamaño de madurez y del sistema silvicultural. Si el sistema consiste en varias cortas parciales durante la rotación hacia la madurez, unos 20 árboles por hectárea pueden ser suficientes; pero en cortas más intensivas o productos más pequeños el número de árboles puede ser de 50 o más.

Al identificar los árboles selectos, el primer paso es acelerar su crecimiento. Un indicador de lo posible se ve en el crecimiento de árboles típicos relativo a su exposición al sol (ej.: en selvas húmedas si el promedio de crecimiento de los árboles dominantes fuera 100%, el promedio de los codominantes sería 90%, el de los intermedios 60% y el de los suprimidos 30%) (Del Amo y Ramos, 1993).

Por lo tanto, al liberar un codominante a dominante, aumentaría su crecimiento en un 11%, de intermedio a codominante en 50% y de suprimido a intermedio en 100%. Como todos los árboles selectos no pueden ser dominantes hay que liberarlos más gradualmente, tratando a cada uno según su situación particular. Una manera es asegurar que la densidad de la selva alrededor de cada árbol selecto no sea tanta como para detener su crecimiento (Del Amo y Ramos, 1993).

5.1.3. Secuencia milpa-huamil-monte alto

En Quintana Roo, el paisaje emerge del mosaico dinámico que se forma debido a la interacción entre la milpa, el ganado, las distintas etapas de la sucesión secundaria (huamil) y la sucesión avanzada a selva clímax (monte alto). Así también como por algunos otros hábitats (ej.: el jagüey, los bajos, las selvas inundables estacionalmente y los pastizales naturales) (Flores y Espejel, 1994).

Alternamente, el desarrollo de cada uno de estos sistemas depende del ambiente físico y biológico; en el nivel más alto el clima (especialmente la precipitación) y después por factores locales (ej.: la dinámica de las poblaciones de insectos y la fertilidad del suelo).

Este sistema físico y biológico es la fuente de subsistencia de la población humana que vive directamente de la producción del ecosistema y también contiene el hábitat para muchas especies de plantas y animales (Flores y Espejel, 1994).

La persistencia de la milpa como sistema productivo predominante en la zona, se explica por su fuerte arraigo dentro de la racionalidad de la población local; puesto que las alternativas productivas a pesar de sus ventajas tecnológicas y económicas, no seducen a los agricultores milperos para abandonar sus sistemas tradicionales de uso de la tierra y organización (Duch, 1995).

Duch (1995) dice que la milpa se desarrolla como un sistema eficiente, productivo y sostenible, dentro de un esquema y plazos razonables que varían de acuerdo a las circunstancias ambientales; caracterizándose por tres cualidades:

1. Migratorio. Por aprovechar los productos residuales del proceso Roza-Tumba-Quema (R-T-Q) que dan sustento a su fertilidad tras un período relativamente breve: 2 a 5 años de cultivo, después dejarlo “descansar” por entre 15 a 25 años y repetir el ciclo sucesivamente.

2. Recurrente. Pues el agricultor milpero mantiene un ciclo de rotación entre parcelas que va incorporando a su sistema de R-T-Q, ésta se debe principalmente a las demarcaciones territoriales y sistemas de tenencia de la tierra que limitan el espacio de aprovechamiento.

3. Estacional. Pues hay la ocupación periódica de un mismo espacio, donde la milpa está fuertemente ligada a las condiciones ambientales y es por tanto de carácter anual; al mismo tiempo que se ve influida por las lluvias, granizadas, “*kankubul-ha*” o lluvias de agua caliente, huracanes y tormentas.

En la cultura totonaca, se usaba el monte alto para la R-T-Q respetando siempre los árboles útiles. Trabajaban la milpa durante 2 a 4 años; después de ese tiempo, la abandonan, la dejan crecer y se inicia un barbecho, es decir, la sucesión secundaria. Con las especies que han dejado mediante el manejo, lo transforman en un vainillar, mediante la introducción de *Vanilla planifolia*, produciendo uno de los productos más importantes para este grupo étnico; como se aprecia en la Figura 3 (Barrera-Bassols *et al.*, 1984).

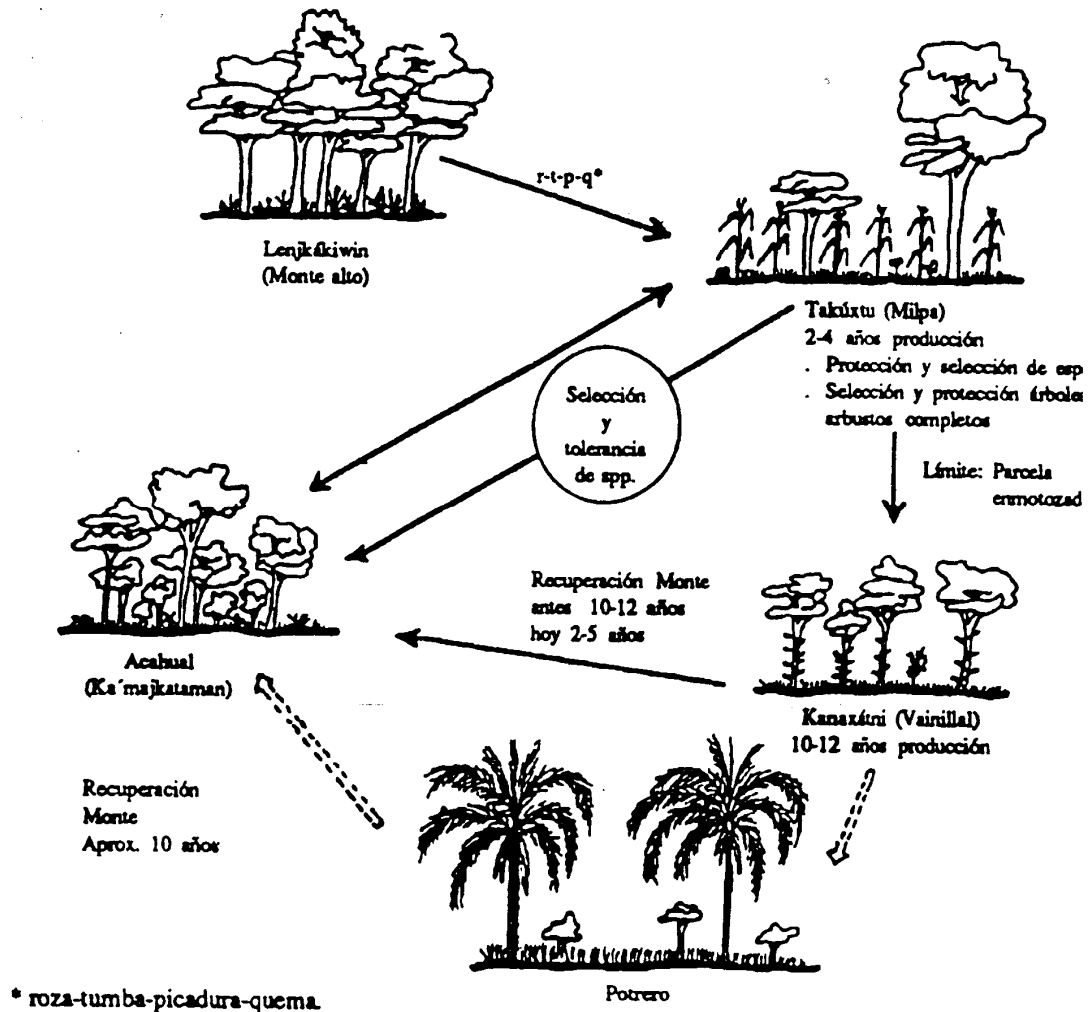
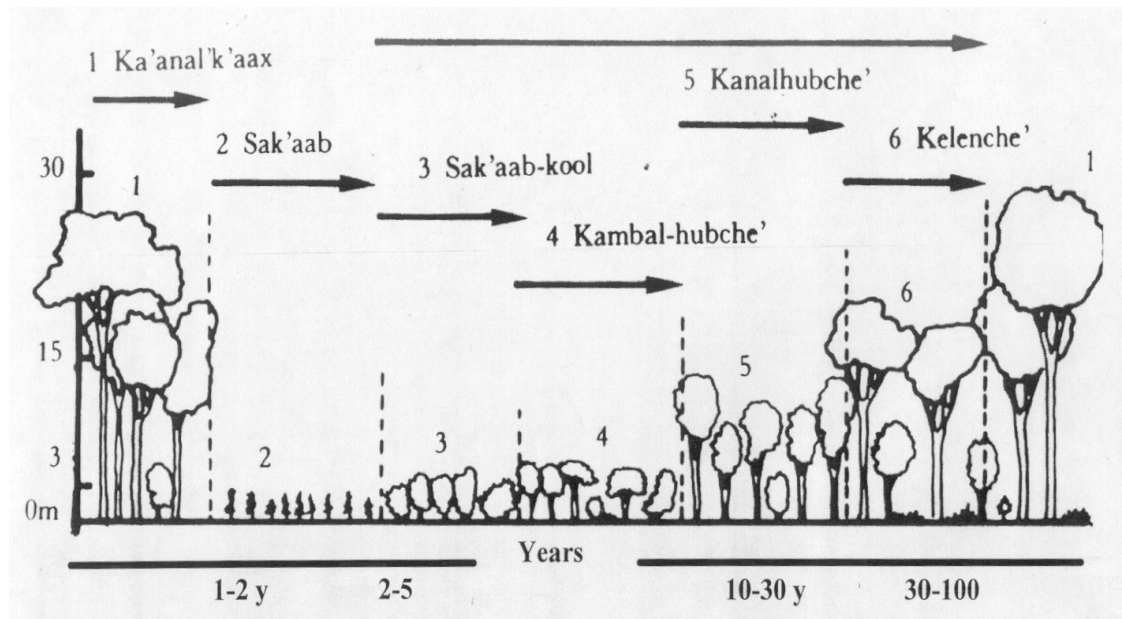


Figura 3. Roza-tumba-picadura-quema (Barrera-Bassols et al., 1984).

Otras áreas de vegetación secundaria las dejaban sin tocar, hasta que se transformaba en otro monte alto. Finalmente se repite el ciclo y un huamil de aproximadamente 10 a 12 años de edad lo transforman en milpa.

Gómez-Pompa (1987) afirma que los mayas desarrollaron una nomenclatura con nombres específicos para distinguir las diferentes etapas sucesionales. De esta forma hacían un manejo de la selva madura, de la milpa, del barbecho y del huamil, sin contar los solares, los cenotes y los campos elevados. Al igual que los otros grupos indígenas, podían manejar 5 ó 6 unidades de producción secuencial o simultánea, ver Figura 4.



Nomenclatura Maya para la Sucesión

1. Ka' anal' k' aax. Bosque maduro (30) o más años de edad
2. Sak' aab o Sak' ab. Segundo año de la milpa
3. Sak' aab-kool. Milpa recientemente abandonada, sucesión temprana
- 3 - 6. Hubche'. Vegetación secundaria
4. Kambal-hubche'. Sucesión tardía de 5 - 10 años

Figura 4. Sucesión maya (Gómez-Pompa, 1987).

En la Península de Yucatán, particularmente en los estados de Quintana Roo y Campeche, la “milpa tradicional”, entendida como el cultivo intensivo en un período corto (2 a 5 años) de productos agrícolas y entre barbechos (15 a 25 años) y su repetición sucesiva, es el principal sistema de producción agrícola (Gómez-Pompa, 1987).

La milpa tradicional varía extensamente en su composición pero se consideran claves a los cultivos de: maíz, frijol, calabaza y algunas hortalizas. Animales como: cerdos, aves de corral, ovinos y bovinos. Subproductos como: leña, látex, forraje, palmas, bejucos, estacas, carbón, polen, huano, plantas medicinales y hasta cacería son aquí obtenidos en la idea de proveerle al productor alimentos y eventualmente excedentes comercializables (Ayala, 2002).

Algunas de las especies arbóreas que son dejadas deliberadamente en el campo son: cedro rojo *Cedrela odorata*, caoba *Swietenia macrophylla*, pucté *Bucidas buceras*, huano *Sabal mexicana*, siricote *Cordia dodecandra*, pich *Enterolobium cyclocarpum*, chicozapote *Manilkara sapota*, guácimo *Guazuma ulmifolia*, huaxím *Leucaena glauca*; entre otras (Musálem, 2001).

Una de las grandes opciones son las diversas tecnologías utilizando árboles fijadores de nitrógeno (ej.: el cultivo en callejones, los sistemas de corte y acarreo, los árboles nodriza y otros que son de propósitos múltiples), siendo importantes por otros productos que pueden ofrecer y cuando se cultivan junto a especies de gran valor (ej.: vainilla, café, cacao, té y otras) (Musálem, 2001).

Actualmente este sistema ha entrado en crisis, pues la baja de rendimientos es la principal expresión debido probablemente al acortamiento de los períodos de descanso (que antes eran de 20 años o más) y al crecimiento proporcional de los lapsos de cultivo. Los que determinan a su vez la disminución de la fertilidad natural de los suelos y la invasión de maleza durante el periodo de cultivo que se traduce en menores cosechas y merma en la provisión de productos secundarios (Bandy *et al.*, 1993).

Se crea entonces una escasez relativa de “montes” para milpa, debido fundamentalmente al crecimiento demográfico y al alejamiento gradual de los centros poblados (los períodos de descanso son progresivamente mayores a medida que se alejan de los núcleos poblados) pues la necesidad de trabajo es creciente, lo que explica que hoy en día sea mayor el número de personas que “hacen milpa” en comparación con otras épocas (Duch, 1995).

Resulta claro que “la milpa” necesita ser fortalecida y mejorada; la opción más adecuada para ello es el uso de especies y prácticas que promuevan la circulación de nutrimentos del subsuelo, que capturen nitrógeno y que lo fijen en el suelo como se muestra en la Figura 5. Donde además se aporte biomasa en forma de hojarasca que compita con la maleza, la cual genere productos y subproductos aprovechables (Nair, 1993; Ayala, 2002).

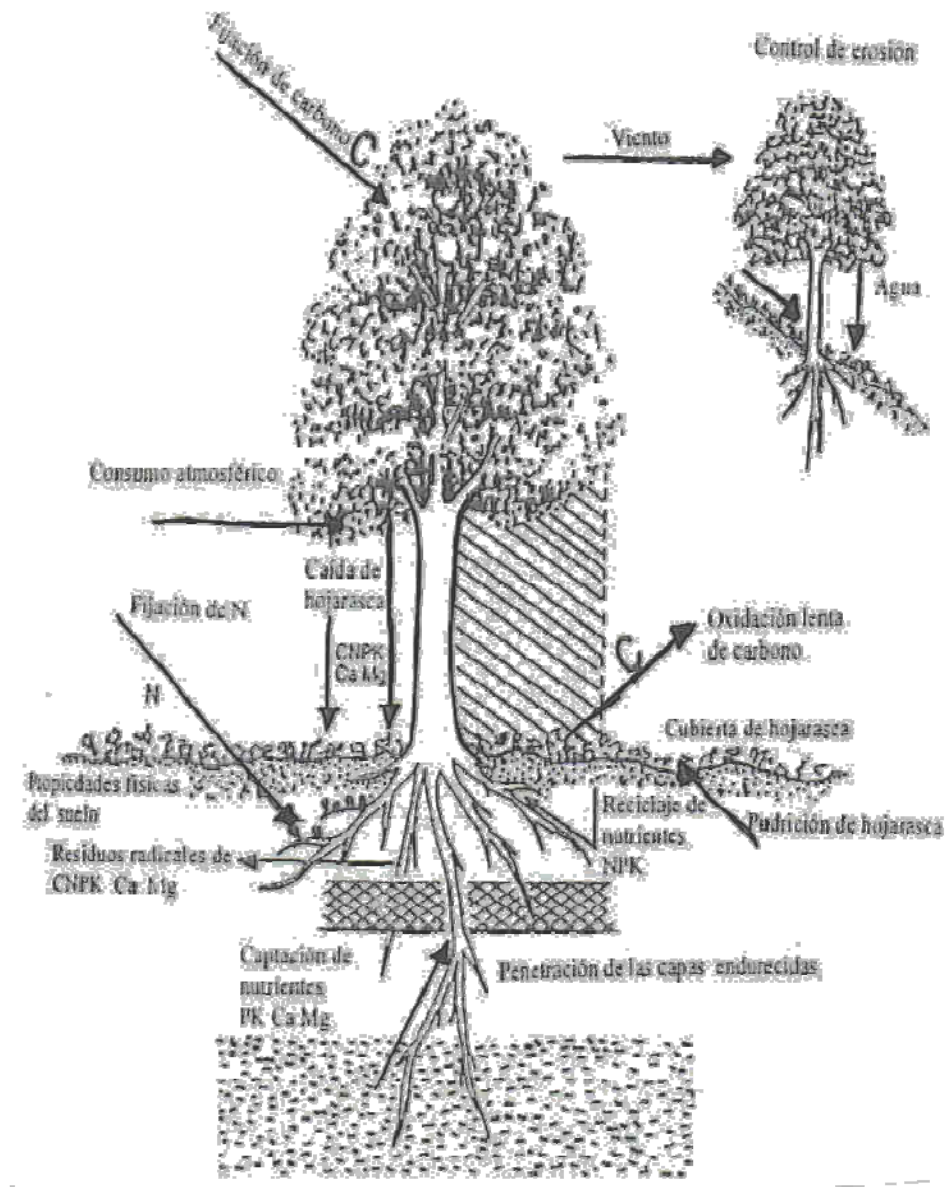


Figura 5. Procesos en donde el árbol puede mejorar el suelo en los sistemas agroforestales (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

5.1.4. Manejo de huamiles

Según datos del Inventario Nacional Forestal, en la Península de Yucatán (contando sus tres estados) se tenían alrededor de 2 300 000 habitantes con una población económicamente activa de 732 000 habitantes y una superficie arbolada de aproximadamente 8 370 ha, así como una superficie perturbada de 625 000 ha (Toledo *et al.*, 1994).

Un hecho que pone en evidencia la falta de políticas de desarrollo y conservación en las selvas de México queda demostrado al establecerse la comparación de las hectáreas perdidas entre el inventario de 1971 y el de 1992. Las selvas altas y medianas en 1971 ocupaban una superficie de 21 millones de hectáreas y en 1992 de 8.6 millones de hectáreas. Donde, de los 60 grupos étnicos de México, 29 viven en esta zona (Toledo *et al.*, 1994).

Ramos y del Amo (1992) señalan una serie de estrategias prácticas para integrar los huamiles a la producción:

- Dejar la selva secundaria como zona de conservación o protección.
- Aplicar tratamientos de aclareo en selvas con potencial maderable, donde por este medio se reduzca la competencia con árboles no deseados.
- Promover y acelerar la regeneración natural removiendo el dosel, para estimular la germinación de semillas y el crecimiento rápido de plántulas.
- Enriquecer con distintas especies ya sea en claros o plantaciones agroforestales en línea.

En zonas de amortiguamiento se ha sugerido el enriquecimiento de los sistemas campesinos con especies de alto valor comercial generalmente maderable, como en un proyecto forestal participativo en Benin; acentuándose la gestión de productos, subproductos y servicios (Sodeik, 1999).

En el caso de la secuencia: milpa-huamil-monte alto, por lo extenso que puede ser el sistema y por su gran variedad de componentes e innumerables variantes individuales, la agroforestería constituye la práctica que debería potenciar sus cualidades deseables (Aguilar, 2001).

¿Cuáles serían los aspectos ecológicos más importantes por orden cronológico?

1. Armonizar las actividades productivas como la agricultura, ganadería y silvicultura con el manejo de tecnologías tradicionales y modernas, con una activa participación de las comunidades involucradas (Buschbacher, 1990).

2. Valorar la selva como una fuente de recursos a manejar y conservar, aprovechando el cambio temporal que sufren, como es el caso de la sucesión secundaria con su diversidad de recursos en las distintas etapas serales.
3. Reconocer el papel del huamil en el manejo de la selva para lograr objetivos de producción silvícola y de conservación de recursos. El manejo del huamil puede ser a través del enriquecimiento de la milpa tradicional o bien mediante la manipulación del dosel de distintas etapas, con la introducción o remoción de materia orgánica para determinar los distintos requerimientos de las especies a producir (Ramos y Del Amo, 1992; Del Amo y Ramos, 1993).
4. Utilizar policultivos, no solo como fuente de diversos productos, sino para el control de especies arvenses, enfermedades y plagas.
5. Valorar especies toleradas en las distintas unidades productivas, que pueden tener un uso o valor ecológico y el conocimiento tradicional.
6. Preservar germoplasma *in situ* en los solares o milpas, así como la creación de bancos de germoplasma locales (Caballero, 1990; Altieri, 1993; Del Amo, 1994).
7. Integrar las áreas protegidas preservando la biodiversidad en un espacio definido, con un uso racional de los recursos y con planes de manejo comunitario.
8. Evaluar el tipo de perturbación ecológica para garantizar la regeneración del recurso forestal, conociendo el carácter sistémico y metasistémico del ecosistema tropical (Sarukhán y Mass, 1990).
9. Valorar la productividad primaria y aquella de recursos no tangibles que carecen de un precio en el mercado y que no son contemplados en los planes de desarrollo comunitario (Leff, 1993).
10. Generar nuevas tecnologías a partir de la esencia de las prácticas tradicionales y del conocimiento campesino (Bellón, 1993).

11. Contemplar otras características y procesos del ecosistema como la biodiversidad, el germoplasma local y las estrategias múltiples para el aprovechamiento, estableciendo un enfoque unitario de la selva con las demás actividades productivas (Foundation BOS, 1993).

Para el manejo adecuado de las selvas secundarias, también es importante identificar las necesidades locales de las comunidades, ya que la estrategia a seguir dependerá de las prioridades que la comunidad defina en función de los recursos que las rodean (Del Amo, 1991).

Desafortunadamente las selvas con frecuencia se encuentran en suelos planos, profundos y ricos en materia orgánica, mismos que a su vez han sido los sitios preferidos para la agricultura y la ganadería.

La gran mayoría de estas selvas han sido convertidas a la agricultura y ganadería comercial y muchos de los sitios, ahora están ocupados por zonas agrícolas o ganaderas abandonadas cubiertas de vegetación secundaria de distintas edades (Caballero, 1990).

Existen varias opciones de manejo de vegetación secundaria que pueden combinar la producción de bienes y captura de carbono, que van desde el manejo a partir de la regeneración natural, la transformación de la vegetación natural con plantaciones monoespecíficas y la siembra de árboles con alto valor dentro de la vegetación natural, denominada enriquecimiento (Del Amo, 1991).

Del Amo (1991) indica que el costo de la transformación de la vegetación natural a plantaciones monoespecíficas es generalmente alto, tanto en la fase de establecimiento como en la fase del mantenimiento; aunque los experimentos en esta vegetación pueden resultar económicamente más viables al incorporar componentes de mayor valor. Aunque el manejo de la regeneración natural requiere que de manera natural estén presentes un número considerable de individuos del mismo sitio y que presenten un mayor valor comercial, como se aprecia en las figuras 6 y 7.

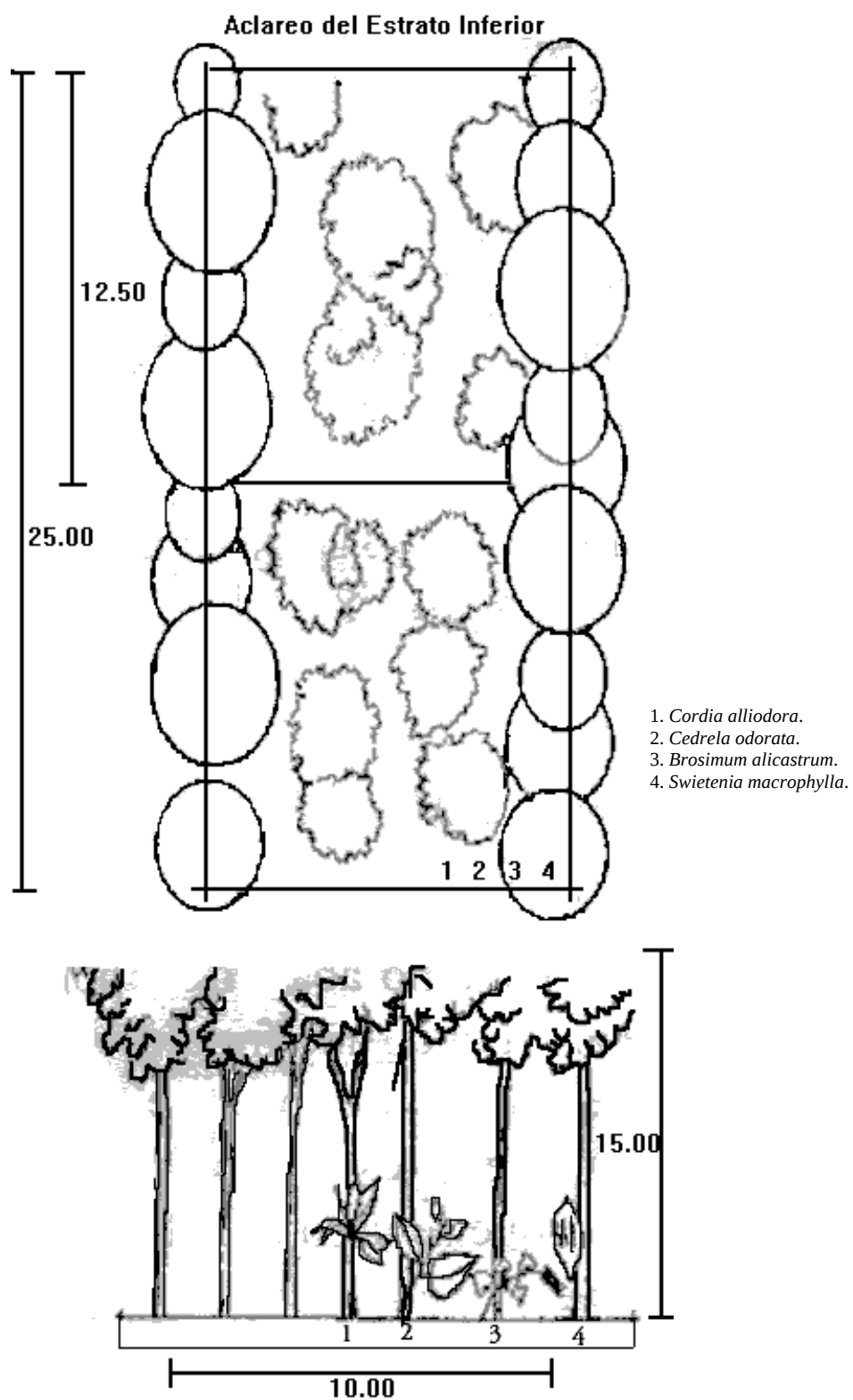


Figura 6. Manejo experimental de un huamil joven (Del Amo, 1991).

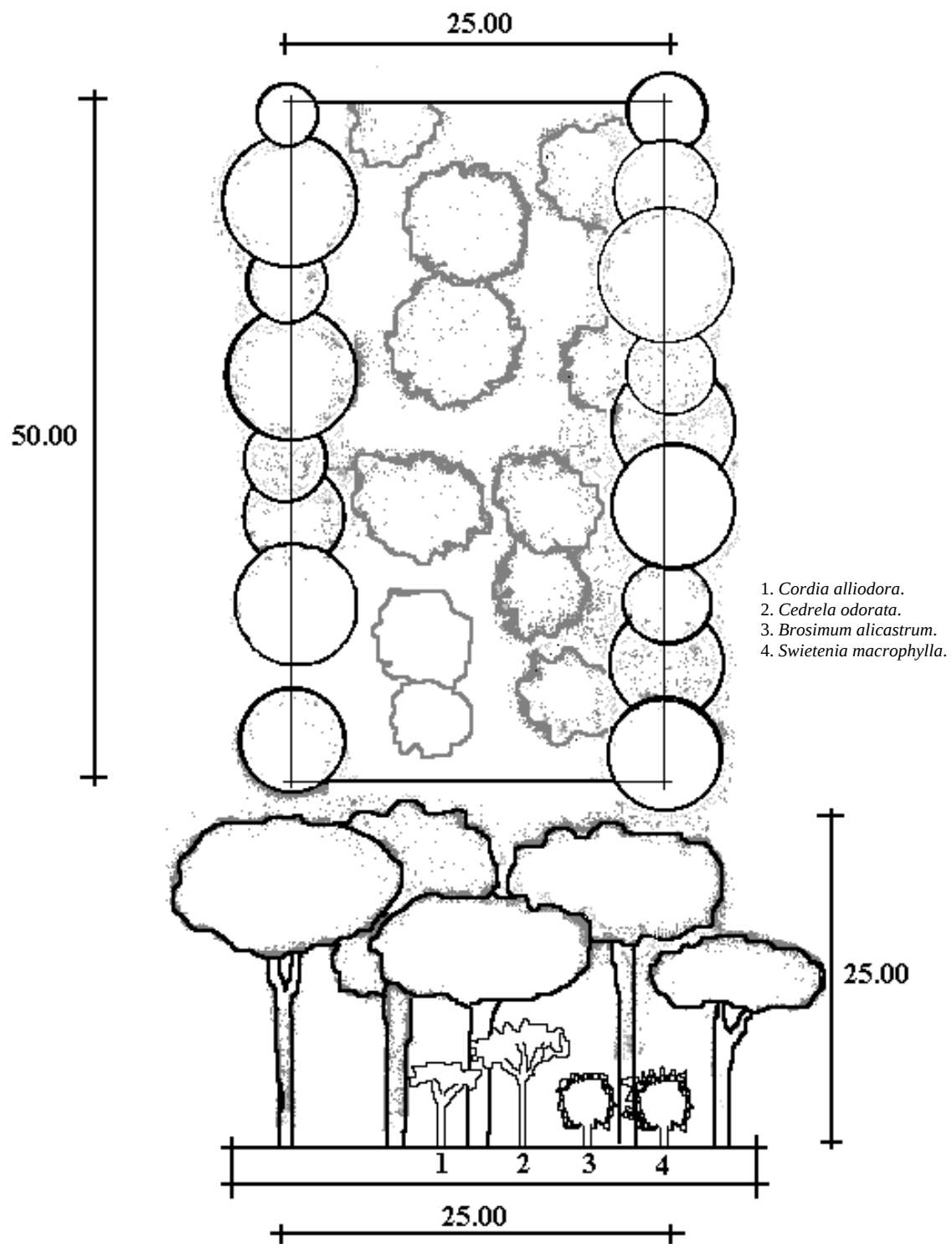


Figura 7. Manejo experimental de un huamil maduro (Del Amo, 1991).

La conservación de las áreas tropicales es particularmente importante porque es en éstas donde actualmente se están produciendo los mayores cambios, donde se mantiene la mayor diversidad de especies a la vez que son las áreas más frágiles en el sentido de que la dinámica entre suelo-planta destruida no se restablece en la misma magnitud cuando logra recuperarse (Steffen *et al.*, 1992).

Dentro de las alternativas para seguir obteniendo productos de la selva tropical, manteniendo su productividad a largo plazo, se encuentran entre las más importantes: las plantaciones forestales, la agroforestería, la agroecología y el manejo sostenido de las selvas tropicales (Buschbacher, 1990).

El manejo de la vegetación secundaria es especialmente integral y se hace mediante unidades de producción; dicho manejo consiste en conocer lo que se tiene y para qué es útil. Cada estado sucesional es tratado de diferente manera, de aquí nace la integralidad y el manejo de diferentes unidades de producción, la selección, tolerancia o favorecimiento de ciertas especies (Galleti, 1992).

Esta manera de hacer las cosas no difiere mucho de una propuesta contemporánea de manejo, aunque ahora se usan nombres más técnicos tales como los de: inventario, estado sucesional, objetivos, registro de usos, demanda de productos, agentes de destrucción, división de áreas de aprovechamiento, reducción de especies no útiles para el hombre, incremento de especies útiles mediante aclareos, podas de estimulación e incremento de densidades por enriquecimiento (Musálem, 2001).

Características ideales que se buscan en el huamil: que conserve el suelo; que reduzca su degradación; que reduzca la aplicación de insumos externos; que controle eficazmente la maleza; que haga un mejor uso del agua; que mantenga ocupada la mano de obra; que asegure la producción de alimentos; que ofrezca productos y servicios adicionales; que diversifique la producción; que prolongue la productividad y que sea sostenible.

Musálem (2001) indica que algunos factores que influyen en el éxito de un programa agroforestal son:

- * La disponibilidad de material genético de alta calidad.
- * La organización de campesinos para manejar este tipo de proyectos.
- * La capacidad técnica, organizativa e institucional para promover y manejar este tipo de proyectos.
- * La seguridad en la tenencia de tierra.
- * Los derechos de aprovechamiento de los árboles plantados.

La recuperación de costumbres, usos, tradiciones y sistemas tradicionales de manejo, resulta de fundamental importancia para las zonas tropicales y en especial para hacer un uso permanente de la vegetación secundaria. Para poder realizar esta labor, es necesario contar con un sistema de estímulos dirigidos a la recuperación del manejo diversificado de nuestra enorme superficie ocupada por vegetación secundaria, tomando como base los conocimientos tradicionales de los grupos étnicos (Jiménez *et al.*, 1996).

5.1.5. Alternativas posibles

Ramos y Del Amo (1992) indican que partiendo de un huamil o vegetación secundaria desmontada para la milpa, se pueden seguir varias opciones:

1. Establecer una milpa diversificada con árboles multiusos y cultivos anuales, obteniendo como resultado a lo largo del tiempo un sistema agroforestal que proveerá de miel, alimentos, látex, madera, leña, frutas, entre otros productos.
2. Después de la cosecha de la milpa, viene la regeneración de la vegetación; la que finalmente se incorporará a las unidades de producción forestal.

3. El área forestal se puede dividir en: unidades de producción forestal y zonas de reserva forestal. Así como pequeñas zonas de reserva entre las unidades de manejo forestal que sirvan de amortiguamiento y donde se localicen los “árboles padre” que suministren semillas y plántulas para la regeneración.

4. En forma paralela, enriquecer las áreas de vegetación secundaria con árboles multiusos (ej.: frutales, maderables y melíferos). Si el manejo de estas zonas tiene la finalidad de obtener árboles maderables, estas mismas áreas al transcurrir del tiempo formarán parte de las unidades de producción forestal o dependiendo de su estructura, se pueden integrar a las zonas de reserva forestal.

Enriquecimiento del huamil. En este sistema se siembran árboles maderables como: *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* en franjas de 2 a 3 m de ancho, con orientación este-oeste. La distancia entre franjas es de 6 - 10 m donde se mantiene la vegetación secundaria original. Se aplican aclareos en la vegetación cuando ésta compite con los árboles maderables por la luz. La distancia de siembra de los árboles maderables en las franjas es de 2 - 4 m con un total inicial de 400 - 600 árboles por hectárea. La mortalidad natural y aclareos ligeros deja un número final de 250 - 300 árboles por hectárea (Del Amo, 1991).

Del Amo y Ramos (1993) señalan que las necesidades de investigación en los huamiles se vislumbran bajo los siguientes puntos:

1. Las selvas tropicales con vegetación secundaria juegan un importante papel en la restauración, mantenimiento de la productividad del suelo y en la regulación del agua.

2. Las selvas tropicales con vegetación secundaria tienen varias características que indican un gran potencial para el uso humano.

3. Sólo unos cuantos experimentos en México han sido conducidos sobre el manejo de selvas tropicales con vegetación secundaria.

4. El manejo sustentable de las selvas con vegetación secundaria parece ser viable únicamente si se aplica un sistema de regeneración natural policíclico; sin embargo, se requiere de una investigación intensa sobre el sistema.

5. Las selvas con huamiles, son importantes secuestradoras del carbón atmosférico; jugando un papel importante ante el efecto invernadero.

6. Muchos aspectos concernientes al manejo de selvas tropicales con vegetación secundaria, no son completamente entendibles y merecen una atención intensa (sobre todo en lo relevante al uso local), tales como:

- La participación de la gente en su manejo.
- El papel de esta vegetación en la conservación y en la remediación de los recursos forestales.
- Su potencial para la agroforestería, secuestro de carbón y restauración del suelo.
- La rentabilidad económica y ecológica del sistema de manejo aplicado.
- La guía del proceso sucesional, a través de la aplicación de una secuencia de tratamientos silviculturales.
- Las características y los potenciales de especies nativas.
- El papel de la cercanía entre una selva secundaria madura y una primaria.
- La influencia del uso del suelo, anterior al disparo de la sucesión.

5.2. La investigación en agroforestería

La agroforestería se refiere a una forma de manejo de los recursos, conocida y transmitida por muchas generaciones de campesinos de diferentes partes del mundo. Por otra parte, como un nuevo campo del conocimiento, sus esfuerzos sistemáticos están encaminados a comprender y aplicar los principios científicos de dicha práctica histórica, a fin de contribuir al desarrollo de sistemas más sostenibles (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Los sistemas tradicionales de uso de la tierra han visto más la reducción de los riesgos de las cosechas, que el logro de una producción óptima por un deterioro de la capacidad productiva, lo que se debe en gran parte a la deforestación y al uso inapropiado de los recursos naturales (Torquebiau, 1990).

Estos problemas aumentan con la demanda en el uso de la tierra, con el crecimiento demográfico y con las cuestiones económicas que intensifican la producción agrícola (Lowe *et al.*, 1994).

Aunque también hay otras causas que conducen a la degradación de los recursos (ej.: la inseguridad en los derechos de propiedad, los sistemas inapropiados para el manejo de recursos, las instituciones no contestatarias, las políticas nacionales a corto plazo y una carencia de mecanismos económicos que evalúen adecuadamente los recursos naturales con relación a todos sus usos potenciales, ahora y en el futuro) (Conway, 1995).

Es claro que las posibilidades de los sistemas de producción que involucran alguna combinación de árboles con cultivos, están ampliamente reconocidas y que la investigación está dirigida a desarrollar el potencial de tales sistemas que existen en un número de áreas dispersas. Igualmente evidente es la insuficiencia del esfuerzo actual para mejorar, por tales medios, la calidad de vida de los habitantes de las selvas tropicales (Young y Ryan, 1992).

Es así como los sistemas agroforestales pueden consolidar o aumentar la productividad de establecimientos agropecuarios y plantaciones forestales de diversas dimensiones, al mismo tiempo evitan que haya erosión del suelo y merma de la productividad en el curso de los años (Nair, 1997).

Además, las buenas prácticas agroforestales ayudan a optimizar los recursos en regiones con suelos fértiles donde la agroforestería puede ser muy productiva y sostenible. Igualmente, estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la producción en áreas que presentan problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad en los suelos (Nair, 1997).

En la agroforestería se persigue como propósito los diversos subsistemas de producción; específicamente sobre las decisiones relacionadas para establecer prioridades, asignar recursos, administrar la producción, ejecutar actividades, así como utilizar los productos y servicios que el sistema ofrece (Aguilar, 2001).

Generalmente hablando, las metas pueden resumirse como: seguridad de las necesidades básicas (alimento, vestido y techo); generación de ingresos y un flujo variable de dinero (para pagar insumos de la producción, cuotas de escuela y servicios médicos); conservación y aumento de la base de recursos (tierra, infraestructura y ganado); recreación y ocio (entretenimiento y meditación); reconocimiento y aceptación local (tener una buena parcela, tener una buena casa y contribución a las causas sociales) (Aguilar, 2001).

Es así como la diversidad de los componentes vegetales y la productividad en la agroforestería son de gran importancia, volviéndose un ejemplo cuando el sistema es sostenible. Lo que indica que el ingenio humano puede ser capaz de diseñar y sostener, para vencer las restricciones de producción impuestas por todo tipo de limitantes (Nair, 1997).

5.2.1. Definición de agroforestería

Es un sistema dinámico basado ecológicamente en el manejo de los recursos naturales que, a través de la integración de árboles en las tierras agrícolas y de pastizales, diversifica y sostiene la producción para aumentar los beneficios ambientales, económicos y sociales de los usuarios de la tierra a todos los niveles (International Centre Research Agroforestry, 1997).

Nair (1997) señala que la agroforestería normalmente incluye dos o más especies de plantas donde por lo menos una de ellas es perenne leñosa; que se ofrezcan dos o más productos; que el ciclo del sistema sea de más de un año, porque aun el sistema más simple es más complejo (estructural y funcionalmente) comparado con el monocultivo”.

Dentro de un sistema de producción rural, el término “sostenibilidad” que se encuentra en agroforestería, engloba toda una capacidad para satisfacer las necesidades siempre en aumento de la humanidad, sin afectar y de ser posible mejorar el recurso base del que depende el sistema (Torquebiau, 1990).

Aunque la revaloración de los conocimientos tradicionales y la revitalización de economías autogestionarias y participativas para satisfacer las necesidades básicas del productor a través de los beneficios socioeconómicos y ambientales que aporta esta estrategia productiva son apenas incipientes (Leff *et al.*, 1990).

Es necesario acentuar un concepto común para los diversos sistemas agroforestales que incluyan: la retención deliberada o el cultivo intencional de árboles con cultivos en combinaciones interactuantes para generar productos o beneficios múltiples a partir de la misma unidad de manejo. Ésta es la esencia de la agroforestería. Adicionalmente, existen tres atributos descritos por Raintree (1991) que teóricamente también posee; estos son:

*** Productividad.** Donde se pretende mantener o aumentar la producción de la tierra. La agroforestería puede mejorar la productividad de un huamil de diferentes maneras, que incluyen: un aumento en los diversos productos del árbol, rendimientos mejorados de cultivos asociados, reducción de insumos y aumento en la eficiencia de mano de obra.

*** Sostenibilidad.** A través de la conservación del potencial de producción de la base de recursos, principalmente mediante los efectos benéficos de los perennes leñosos sobre los suelos, la agroforestería puede lograr y mantener indefinidamente las metas de conservación y de fertilidad del huamil. A nivel del productor y en el corto plazo, se define como la libertad de seleccionar especies, sus arreglos, la estrategia para el manejo de los componentes y el programa controlado para comercializar los productos. Con cuatro procesos importantes a nivel de parcela como son: el control de la erosión, la restauración de la fertilidad, la conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono.

* **Adoptabilidad.** Consiste en la adopción del sistema, lo que significa una aceptación por parte del productor en favor de un sistema mejorado. El hecho de que la agroforestería es una palabra relativamente nueva para el antiguo conjunto de prácticas significa que, en algunos casos ya ha sido aceptada por la comunidad agrícola. Sin embargo, aquí la implicación es que las tecnologías mejoradas o nuevas que se introducen en la parcela donde se encuentra el huamil, deben adecuarse a las prácticas agrícolas locales.

La agroforestería ha atraído la atención considerable de la investigación durante los últimos años debido a las siguientes razones: contiene características que la hacen un modelo interesante para la investigación y el diseño de agroecosistemas sostenibles, manifiesta un ciclo eficiente de nutrientes, es muy biodiversa, adaptable a un bajo uso de entradas externas y con gran potencial para la conservación del suelo (Aguilar, 2001).

5.2.2. Productos y servicios potenciales

Los sistemas agroforestales, son importantes por su contribución a la producción alimentaria, siendo la finalidad el proveer al agricultor productos y servicios múltiples. Debe señalarse que los beneficios de los sistemas agroforestales, resultan de complejas interacciones entre los componentes de la producción y el medio ambiente circundante (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Los mutuos beneficios entre todos los componentes de la producción, a través de interacciones positivas pueden existir potencialmente en sistemas agroforestales bien diseñados, adaptados a condiciones biofísicas específicas y adoptados ampliamente por agricultores locales (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

En la Tabla 2 se presentan los productos y servicios potenciales mediante un adecuado diseño y manejo de tecnologías agroforestales, con un énfasis especial en la metodología de diagnóstico del problema y diseño de la tecnología.

Tabla 2. Productos y servicios potenciales mediante un adecuado diseño y manejo de tecnologías agroforestales (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

A escala espacial	Finca	Productos	Abono verde, acolchado (mulch), aceites esenciales, ceras, combustible, flores de ornato, follaje, forraje, frutos, gomas, maderas finas, materiales para construcción rural, miel, plantas de uso ritual, productos medicinales, resinas, taninos, tutores y espalderas.
		Servicios	Bienestar ecológico, bienestar social, control de erosión del suelo, delimitación de propiedades, control de ruido, eficacia en ciclo nutrimental, fitorremediación, inocuidad alimentaria, preservación de la herencia cultural, reducción de la pobreza, regulación del microclima, seguridad alimentaria y captura de CO ₂ .
	Comunidad	Productos	Aceites esenciales, ceras, combustible, flores de ornato, follaje, forraje, frutos, gomas, materiales para construcción rural, miel, plantas de uso ritual, productos medicinales, resinas y taninos.
		Servicios	Bienestar social, conservación de la biodiversidad, control de la deforestación, control de ruido, fitorremediación, protección de cuencas, recuperación de tierras degradadas y captura de CO ₂ .
	Región	Productos	Forraje, frutos y materia prima para artesanías.
		Servicios	Bienestar ecológico, conservación de la biodiversidad, control de la deforestación, control de contaminantes atmosféricos, control de la erosión del suelo, eficiencia económica, protección de cuencas, recuperación de tierras degradadas y salud rural.
	Global	Servicios	Bienestar ecológico, conservación de la biodiversidad, control de contaminantes atmosféricos, cosecha de agua y secuestro de carbono.
A escala del tiempo	Corto plazo (0-2 años)	Productos	Abono verde, acolchado (mulch), follaje, forraje, frutos, miel, plantas de uso ritual, productos medicinales, tutores y espalderas.
		Servicios	Aprovechamiento intensivo del suelo, control de ruido, delimitación de propiedades, educación ambiental, inocuidad alimentaria y preservación de la herencia cultural.
	Mediano plazo (3-7 años)	Productos	Abono verde, aceites esenciales, combustible, gomas, materiales para construcción rural, miel, plantas de uso ritual, productos medicinales, resinas, taninos, tutores y espalderas.
		Servicios	Bienestar ecológico, conservación de la biodiversidad, control de la deforestación, control de contaminantes atmosféricos, control de la erosión, control de ruido, ecoturismo, eficacia del ciclo nutrimental, fitorremediación, protección de cuencas, recuperación de tierras degradadas, regulación del microclima y captura de CO ₂ .
	Largo plazo (8-100 años)	Productos	Combustibles, maderas finas y productos medicinales.
		Servicios	Aprovechamiento intensivo del suelo, bienestar ecológico, conservación de la biodiversidad, cosecha de agua, ecoturismo, preservación de la herencia cultural, recuperación de tierras degradadas, captura de CO ₂ .

5.2.3. Dinámica espacial y temporal de los componentes

Varias características pueden ser identificadas como atributos deseables para los árboles, pero frecuentemente no es posible seleccionarlos con todas estas características porque las metas de producción favorecen la elección de otras especies. La ordenación o arreglo en espacio puede ser vertical (monoestrato o multiestrato) u horizontal (zonal o mixto) y se describe con base en el árbol.

El éxito de la agroforestería radica fuertemente en la explotación de las interacciones y la disposición de componentes; sin embargo, hay que tomar en cuenta la complejidad y duración máxima de cada sistema. Lo que hace que los mecanismos y procesos sean extremadamente difíciles, aunque no es imposible generalizar y extrapolar los resultados de un estudio a condiciones similares en otros lugares (Nair, 1997).

La disposición de los componentes se refiere a la manera y el lugar que va a ocupar cada especie vegetal dentro de lo que conforma el sistema y de esta manera hacer efectiva su utilidad para una necesidad específica. Por otro lado, las interacciones se refieren a la influencia de una especie sobre el desempeño de las otras especies y por ende del sistema mismo como un todo.

Es apropiado considerar a las interacciones con base en resultados netos como positivas (benéficas o mejoradoras de la producción) y negativas (dañinas o disminuidoras de la producción). Los procesos de estas interacciones se representan en dos tipos: Interfase Cultivo-Árbol (ICA) e Interfase Animal-Árbol (IAA) (Rao *et al.*, 1998).

Krishnamurthy (1999) indica que existen diversos efectos en las interfases, estos son:

Efectos negativos en la ICA son: alelopatía, competencia por agua, competencia por nutrientes y competencia por luz.

Efectos positivos en la ICA son: conservación del agua, conservación del suelo, contribuciones de biomasa y árboles de sombra (reducción de estrés).

Efectos negativos en la IAA son: pisoteo, daño por ramoneo, fitotoxinas y hospedero plaga/enfermedad.

Efectos positivos en la IAA son: deposición de abono y sombreado.

Krishnamurthy (1999) afirma que la magnitud de los efectos interactivos entre los árboles y otros componentes de los sistemas agroforestales depende de las características de las especies, su densidad de plantación, arreglo espacial y el manejo de los árboles. Manipular densidades y arreglos, es probablemente el método más poderoso de capitalizar los efectos benéficos de los árboles, mientras que simultáneamente se pueden reducir los efectos negativos.

En algunos casos es más importante seleccionar el espaciamiento adecuado entre árboles con copas grandes; sobre todo cuando se asocian con cultivos porque el conocimiento de las características de transmisión de luz a través de las copas puede ser más importante para el óptimo desarrollo de los cultivos, que otras opciones de manejo (Nair, 1997).

5.2.4. Productividad

Para lograr un incremento en el crecimiento de los componentes en agroforestería (productividad) se requiere de prácticas como: fertilizar, aplicar acolchado/abono, regar, manejar la labranza del suelo, manejar eficazmente las plagas, enfermedades y maleza, elegir especies adaptadas y útiles (Nair, 1997).

Rao *et al.* (1998) indican que hay puntos importantes que se consideran dentro de la productividad, tales como:

* **Relación árbol-selva.** Desde el punto de vista ecológico la selva está compuesta por una mezcla de especies más o menos frágiles que le sirven de sostén, que forman parte de un sistema complejo según la zona geográfica donde se encuentren y que tiene la capacidad de renovarse.

*** Funcionalidad.** Al ser la selva un sistema ecológico con una larga vida y con una gran capacidad de renovación, resiste una amplia gama de alteraciones naturales relacionadas con el clima (ej.: sequías, exceso de humedad y heladas) o desastres naturales (ej.: incendios, ciclones, plagas y enfermedades). Estas alteraciones forman parte de la dinámica de este ecosistema; además, tiene una función determinante en su salud, vitalidad, reemplazo de especies y renovación, todo lo cual conlleva a una evolución en el tiempo. La estructura en mosaicos refleja precisamente estas alteraciones pasadas atribuibles a causas naturales.

Sarukhán y Mass (1990) coinciden en que el principio fundamental del desarrollo sostenible, desde el punto de vista biológico, es reconocer la limitación de los cambios que se pueden imponer en la naturaleza y organizar las actividades humanas de modo que produzcan los máximos beneficios posibles dentro de esos límites.

En la agroforestería, se busca llevar a cabo el concepto de sostenibilidad, partiendo del reconocimiento de dos elementos clave que son:

1. Capacidad para producir. En términos generales, la productividad está en función del número de especies y de individuos del sistema, de la fertilidad del suelo, de la reserva de nutrientes, de la biomasa y del clima. El factor que se refiere a la biomasa, puede ser muy relevante en el momento de la extracción del recurso natural debido a que impacta la reserva de nutrientes. Si se cuenta con un suelo pobre como en la selva tropical, la cosecha siguiente se reducirá notablemente (Krishnamurthy, 1999).

2. Capacidad para renovarse. La renovabilidad de un ecosistema, una vez que ha sufrido alguna alteración, depende de la naturaleza e intensidad de la misma y del modo de reproducción de las especies en cuestión. Hay ecosistemas más frágiles que otros y cada bosque o selva puede reaccionar de manera diferente, dependiendo de si rebasan o no los límites de tolerancia. A este respecto, Krishnamurthy (1999) indica que se conocen tres tipos de reacción:

a) Autorenovación. En el momento en que una degradación moderada es eliminada, el ecosistema puede renovarse por sí solo, más o menos rápidamente y alcanzar el estado en que se encontraba antes de la intervención humana.

b) Rehabilitación. Si la degradación es más fuerte, el sistema natural puede exigir tiempos más prolongados de recuperación natural susceptibles de ser acortados por la intervención del hombre.

c) Restauración. Cuando la alteración ha degradado severamente el ambiente, el cambio que se produce es irreversible al menos en términos de una vida humana; se caracteriza por perder la cubierta forestal, de especies y de suelo. Se necesitan criterios bien definidos para evaluar los méritos y las ventajas de un sistema agroforestal en comparación con otros sistemas de uso de la tierra. En otras palabras, el desarrollo de criterios y procedimientos de evaluación son importantes para el desarrollo de la agroforestería (Somarriba, 1998).

5.3. Sistemas agroforestales relacionados

Krishnamurthy (1999) señala que dentro de los sistemas agroforestales, se pueden diferenciar las palabras “sistema”, “práctica” y “tecnología” se usan frecuentemente en forma de sinónimos dentro de la literatura agroforestal; sin embargo, se pueden hacer distinciones:

* **Sistema agroforestal.** Es un ejemplo local específico de una práctica, caracterizada por el ambiente, las especies vegetales, su arreglo, manejo y funcionamiento socioeconómico.

* **Práctica agroforestal.** Es un arreglo característico de los componentes vegetales y animales en espacio y tiempo.

* **Tecnología agroforestal.** Es la innovación o mejoramiento de un sistema o práctica existente a través de una intervención científica.

La aparición de la agroforestería como nuevo paradigma, con énfasis en la producción integral, la conservación de los recursos con prioridad en el bienestar de los productores de escasos recursos y como consecuencia del reconocimiento de algunas limitaciones tecnológicas, ha generado un gran interés entre los investigadores, extensionistas y políticos.

En la Figura 8 se aprecia una manifestación secuencial con una intervención agroforestal en vegetación primaria a través de una combinación interdisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables.

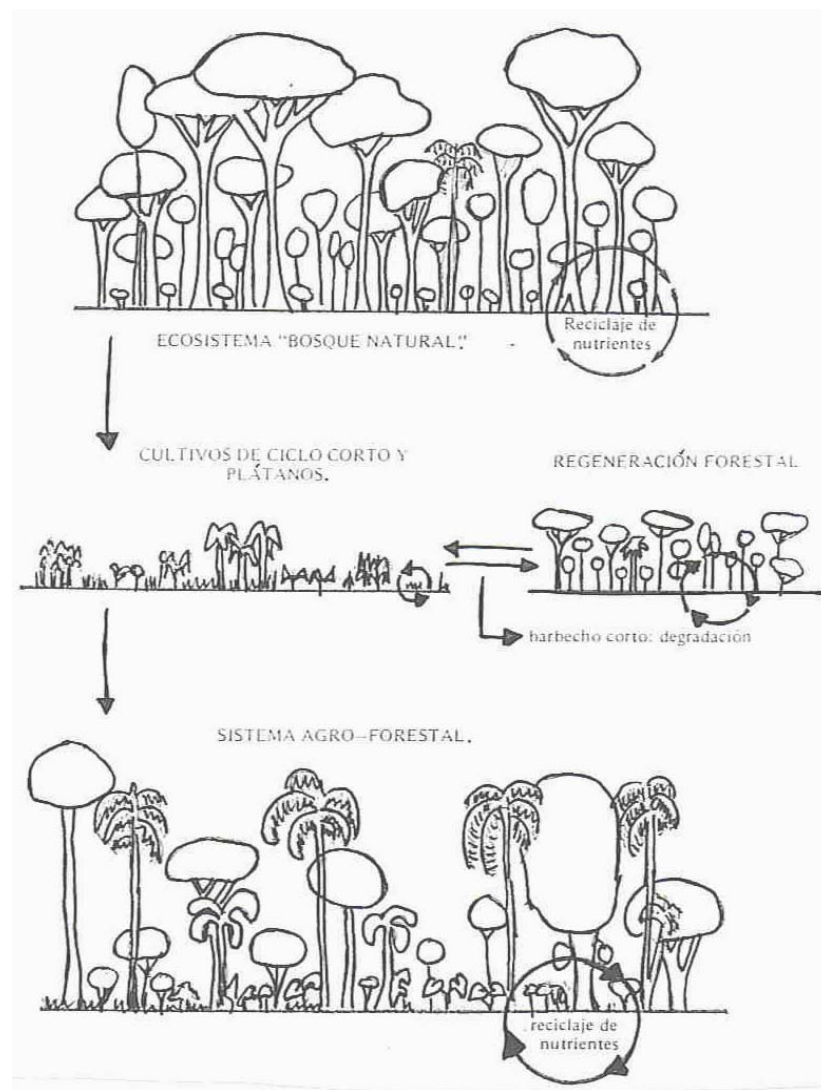


Figura 8. Estructura de distintos sistemas de producción forestal, agrícola y agroforestal (Dubois, 1987).

5.3.1. Prácticas agroforestales mayas

Las selvas son a menudo fuente importante de productos alimenticios, particularmente en épocas de sequía y hambre cuando se pierden los cultivos agrícolas básicos como lo fue en la cultura maya. La civilización maya utilizó al máximo sus recursos selváticos a través de las siguientes prácticas:

* **Solares.** Aún existen hoy en día, aunque no en todas las localidades. Mucha de la cultura maya se perdió o se fragmentó al final del último período de esplendor, en parte, debido a guerras; estos jardines de cocina son muy similares a los huertos familiares de Europa y a otros huertos de los pueblos zapotecos y huastecos. Como se aprecia en la Figura 9, consisten en sembrar cerca de las casas hortalizas, plantas medicinales y árboles frutales con la posible inclusión de animales domésticos (De Clerck y Negreros, 2000).

Un aspecto de las especies nativas, es que están desapareciendo de los solares, como resultado de la tendencia a la mercantilización de ellas y por tanto a su especialización con frutales convencionales.

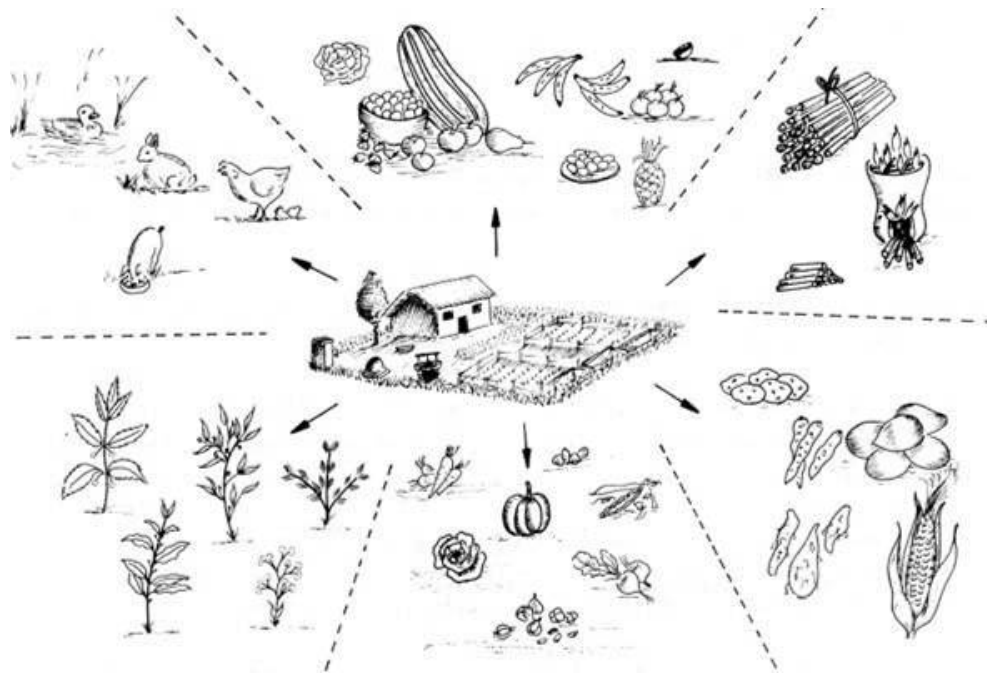


Figura 9. Elementos clave de un solar (De Clerck y Negreros, 2000).

* **Pet Kot.** Se encontraron varios de ellos en los años '70, '80 y '90. Son áreas cercadas con muros de piedra que protegen huertos controlados; la función de estos muros es tanto de delimitaciones de propiedad como de protección contra depredadores o fuego, encontrándose componentes clave, como se aprecia en la Figura 10.

Los vestigios físicos de los muros son una evidencia clara; inclusive, se han aprovechado restos de bardas antiguas (de 600 ó 700 años) como base para edificar nuevas; todavía es muy común el uso de bardas de piedra alrededor de casas y huertos caseros, pero más bien para delimitar propiedades (Medrano, 1997).

En otros casos, se utilizaban los muros o albarradas como sostén de la pitahaya *Hylocereus undatus*, la cual es una suculenta que produce frutos de gran potencial en la zona, las hay de diferentes tamaños y colores, tiene posibilidad de industrialización en pulpas y mermeladas.



Figura 10. Componentes clave de un *pet kot* del área maya.

Dentro de los *Pet Kot* se tenían ocasionalmente algunos animales semidomesticados como el guajolote ocelado, el venado cola blanca y el jabalí de collar; estos últimos eran alimentados con las hojas del ramón.

* **Campos cultivados.** Son similares a los de algunas culturas mesoamericanas como las de Tenochtitlán y también a los cultivos actuales, aunque más sostenibles. Se asemejan a las chinampas, ya que hacían canales para sembrar y los cubrían de fango, abasteciendo así de materia orgánica y nutrimentos al suelo (Medrano, 1997).

* **Tolché.** Se llama así a los cinturones de árboles que rodean campos de cultivo para protegerlos, entre otras cosas, de la desecación excesiva y la erosión causadas por el viento. Los árboles que formaban esos cinturones eran de especies utilizadas por los mayas y aún en nuestros días persisten esos cuadros de árboles que llamaron la atención de los investigadores.

* **Plantaciones de árboles.** Ésta fue la evidencia que confirmó la idea de que dichas plantaciones incluyen especies que no existen naturalmente en la Península de Yucatán, sino en zonas muy retiradas de los Altos de Chiapas o en Guatemala; pero como tenían comunicación entre sus diferentes poblaciones, los mayas pudieron transplantar aquellas especies que les eran útiles y adaptarlas a nuevos sitios.

5.3.2. Roza-tumba-quema

La agricultura de roza-tumba-quema (R-T-Q) es practicada ampliamente en los trópicos de todo el mundo y es otro ejemplo de la tradición agroforestal. Los agricultores rozan, tumban, pican, dejan secar y queman la vegetación, luego plantan cultivos o el terreno lo convierten en potrero utilizando las cenizas como fertilizantes para enriquecer el suelo (Nair, 1997).

Este sistema se practica en condiciones de escasa mano de obra y capital pero bajo un contexto productivo y ecológico incierto. Este sistema se puede volver improductivo e inadecuado con el crecimiento de las poblaciones humanas y cambio en el uso de la tierra, con el consecuente acorte del período de descanso, y con esto la infertilidad y pérdida del suelo (Nair, 1997).

Influencia del sistema en el suelo tropical: se aumenta la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y cationes intercambiables temporalmente; mejora el pH; reduce la cantidad de hierro y aluminio temporalmente; disminuye la población de plagas, enfermedades y maleza temporalmente; aumenta el riesgo por erosión y lixiviación (Smyth y Bastos, 1984).

La roza-tumba-quema comprende sistemas de subsistencia para satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación; ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingresos a través del excedente de algunos productos; este sistema de producción es el más extendido en las regiones tropicales y se estima que es practicado en aproximadamente el 30% de los suelos agrícolas del mundo (Terán y Rasmussen, 1992).

Este sistema es practicado por aproximadamente cinco millones de familias anualmente antes de la época de lluvias; a nivel mundial se pierden 17 millones de hectáreas de vegetación. El resultado de este sistema son tierras ecológicamente degradadas y económicamente improductivas; porque cuando se realiza la quema es como si el suelo se encalara, por eso en los primeros años las cosechas son muy buenas (FAO, 1985).

Problemática actual de la roza-tumba-quema: en este sistema la selva se corta, quema y la tierra se cultiva de 2 - 5 años, continuándole un período de descanso muy corto (aspecto distintivo de muchos sistemas agroforestales secuenciales), con baja productividad por deficiencias en nutrición, problemas con enfermedades, maleza y plagas.

Este período sirve para restaurar los depósitos de nutrimentos en la nueva vegetación, pues con la quema los nutrimentos que se encontraban en ella se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo. Luego de 2 a 5 años de cultivo, se empobrecen los suelos, aumentan los costos de desmalezado y disminuye la productividad de los cultivos. El período de descanso permite que se reestablezca el reciclaje de nutrimentos al ser colonizada la parcela por la vegetación secundaria.

Diversas estimaciones coinciden en señalar que la producción de maíz bajo este sistema fluctúa entre el 90 y 95% del total de la producción para el estado de Yucatán (Morales, 1988; Flores, 1991), porcentajes que representan un volumen de producción de 90 000 a 170 000 toneladas. Aunque por diversos motivos se calcula que la cantidad de maíz producida en la entidad no alcanza a cubrir ni siquiera la mitad de la que demanda la población (Cortina, 1991).

Actualmente ya hay opciones para minimizar los riesgos que la agricultura de milpa trae consigo (ej.: el sistema de roza-tumba-pica y el sistema de roza y mulch), donde no hay quema y donde se ofrece un incremento de la materia orgánica; aumento de la actividad biológica en el suelo; control de la maleza; disminución de plagas y enfermedades. El mejoramiento del sistema incluye el uso de árboles de madera de alto valor comercial, así como la transformación de estos sistemas secuenciales en simultáneos (Rocheleau *et al.*, 2000).

El problema de la sostenibilidad de la milpa se ha enfocado desde varios frentes (ej.: el control de maleza por medios mecánicos y químicos; diversos niveles de fertilización química para suelos en descanso; la fertilización con abonos orgánicos y el empleo de variedades mejoradas) (Ayala, 2002).

Así también, se tienen guías de control de maleza para la Península de Yucatán, las que sugieren aplicaciones de herbicidas específicos en dosis determinadas; pero por otro lado se han sugerido fórmulas de fertilización de acuerdo a la categorización local del suelo, que incorpora niveles moderados de nitrógeno y fósforo más no potasio.

Aun cuando existen alrededor de 15 variedades locales adaptadas a las características y necesidades locales, algunas organizaciones como el Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y del Trigo han diseñado también híbridos de buena respuesta; aunque las características que debe reunir una variedad de maíz en las circunstancias mayeras son: ciclo corto, tolerancia a la sequía temporal, baja fertilidad y resistencia a diferentes enfermedades (Ayala, 2002).

5.3.3. Huertos caseros

Es un sistema agrosilvopastoril con sus respectivas variantes; todos presentan una estructura vertical y horizontal así como una funcionalidad en espacio y tiempo.

Un huerto casero es un sistema agroforestal que presenta una estructura compleja que se asemeja a la de la selva tropical, por la diversidad de especies vegetales que en él se encuentran. El huerto es una agrupación de árboles, arbustos, frutales, diversas herbáceas de ciclo corto, plantas medicinales y ornamentales, crianza de animales en cautiverio o en libertad y establecidos sin orden aparente (Krishnamurthy, 1990).

Es un sistema complejo con una gran diversidad de especies debidamente organizadas y manejadas por las familias productoras; este sistema se combina generalmente en un área pequeña alrededor de la casa-habitación y se utiliza de manera muy intensa para las necesidades de la familia y bajo su manejo (Scherr, 1991a).

Algunos nombres que a nivel mundial recibe este sistema agroforestal, llamado así por poseer especies herbáceas y perennes leñosas, son: horticultura mixta, huertos mixtos, huerto familiar de Java, agricultura de solar, jardín de cocina, huerto de finca, huertos caseros, huerto de árboles multiestratos, Pekarangan, Talenkebun, patio, solar, homegarden, huerta familiar, huertos caseros mixtos, huertos kandy, huertos compuestos, huertos caseros chagga, huertos Ka/Fuyo, fincas compuestas, huertos de cocina, dooryard gardens, Kitchen gardens, house gardens, jardin potager, orto, huerto, jardín, tecorral y farm forestry (Soemarwoto y Conway, 1991; Nair, 1997; Aguilar, 2001).

Poseen una larga tradición en muchos países tropicales, donde la palabra se ha usado más bien descuidadamente para describir prácticas, desde cultivar hortalizas detrás de la casa, hasta sistemas complejos con multiestratos, muchas veces involucrando ganado (Niñez, 1985).

Como se observa en la Figura 11, son sistemas de alta diversidad de especies, con producción durante todo el año y juegan un papel primordial en la producción de alimentos básicos a nivel familiar.

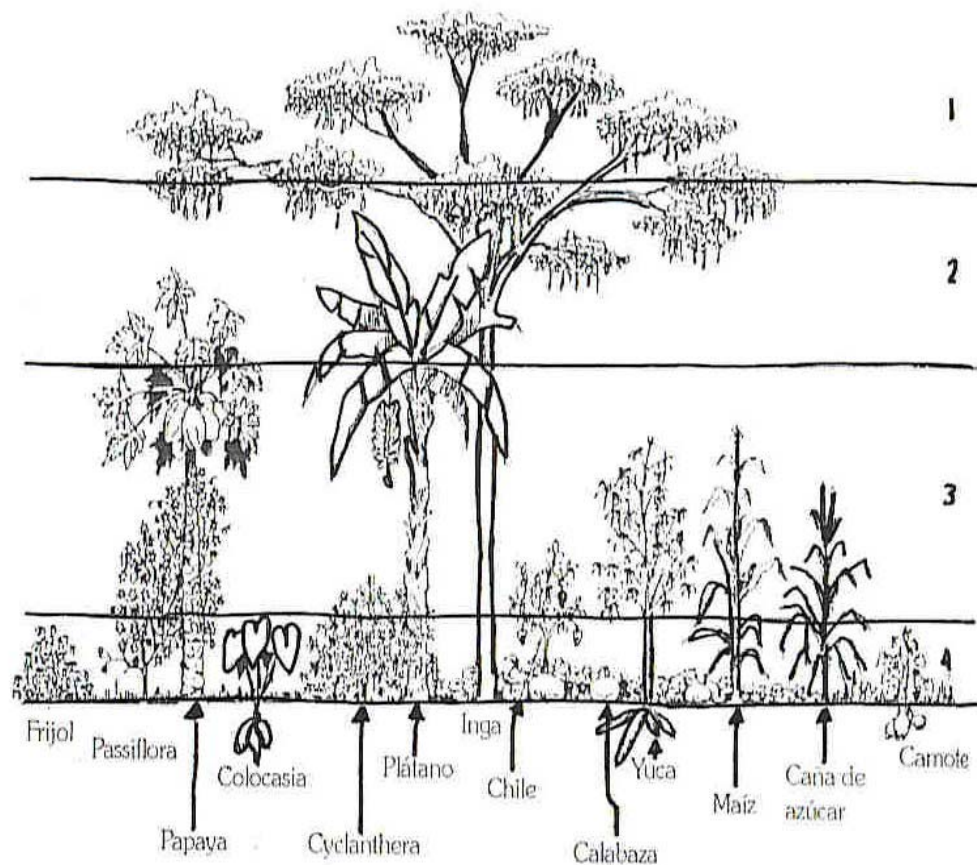


Figura 11. Composición de especies y estructura vertical de un huerto casero en el sureste de México (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

La magnitud y tasa de producción, así como también la facilidad y ritmo de mantenimiento del sistema, dependen de la composición de sus especies; aunque la selección de especies está determinada en gran parte por los factores ambientales y socioeconómicos. Así como también por los hábitos dietéticos y la demanda del mercado local, hay una notable similitud con respecto a la composición de especies entre diferentes huertos caseros en varios lugares, especialmente con respecto a los componentes herbáceos (Niñez, 1985).

El huerto ejemplifica muchas características agroforestales; es decir, la mezcla entre cultivos agrícolas y de árboles multipropósito que satisfacen la mayoría de las necesidades básicas de la población local mientras que la configuración de multiestratos ayuda a reducir el deterioro ambiental asociado comúnmente a los sistemas de producción del monocultivo (Gispert *et al.*, 1992).

Por otra parte, se han estado produciendo unidades sostenidas de manejo de una manera más eficiente, las cuales a pesar del tamaño pequeño a medio, se caracterizan por la alta diversidad de las especies y generalmente 3 - 4 estratos verticales que dan lugar a asociaciones íntimas entre plantas (Lok, 1998).

Características de sus componentes: gran variedad de especies con estrategia flexible de manejo; contrasta con el monocultivo; cada nicho ecológico es ocupado por diversas especies; no es homogéneo; permite la difusión de materiales genéticos; los componentes son contados como valores de la producción; proveen de insumos nutrimentales y permiten un ingreso económico; la cosecha es escalonada a lo largo del año (Nair, 1997).

Un rasgo conspicuo del componente cultivo-árbol en los huertos caseros es el predominio de los árboles frutales y otros árboles productores de alimentos, donde además de proveer un suministro constante de varios tipos de productos comestibles, estos árboles de frutas y alimentos son también compatibles biológica y ambientalmente con otros componentes del sistema (Aguilar, 2001).

A nivel comunitario, si la organización de las familias lo permitiese, los excedentes de producción de cada huerto, principalmente para las especies frutales, ofrecerían perspectivas de comercialización y hasta de exportación de los productos para obtener mayores ingresos económicos (House, 1995).

Sin embargo, aunque es mucha la importancia de los huertos caseros para las poblaciones de bajos recursos, no se conocen esfuerzos serios de apoyo institucional ni político que fortalezcan la investigación sobre estos sistemas, debido a su complejidad extrema (Budowski, 1990; Nair, 1993).

Este sistema es mantenido por los miembros de la casa y sus productos son para el consumo en el hogar (ej.: proveen de alimento, medicinas y materiales de construcción, cumplen funciones sociales, estéticas y culturales).

Este sistema tropical tiene muchas cosas en común a la agricultura sostenible. Su proceso finaliza con un nuevo mejoramiento del sistema, en el cual los miembros de la unidad familiar deciden qué y cómo se debe adoptar lo aprendido (Castillo, 1998).

El huerto puede producir varios alimentos como: frutas, nueces, legumbres, hortalizas, condimentos, fibras, madera, plantas medicinales, ornamentales, cerdos, gallinas, ovinos y bovinos (Sunderlin y Rodríguez, 1996).

Ochoa (1998) asevera que para establecer un huerto casero existen dos modalidades, las cuales son:

1. Mejorar lo que han hecho las familias productoras, quienes se basan en las experiencias locales y los conocimientos empíricos desarrollados por años; en este tipo de huertos no existe un orden establecido en los componentes (agrícola, animal y forestal), éstos se ubican al libre albedrío de la familia productora de acuerdo a las condiciones, conocimientos y necesidades que tengan.
2. Partir de cero, pues da la posibilidad de ordenar los diversos componentes para tener un mejor uso del espacio disponible y de su estratificación.

Krishnamurthy (1990) señala que los huertos se clasifican en:

* **Huertos de subsistencia.** Están presentes en todas las condiciones ecológicas y situaciones económicas, son manejados por la familia usando herramientas simples con bajos insumos; los productos contribuyen solo a la ingesta nutricional pero con ningún ingreso monetario para la economía familiar.

* **Huertos semicomerciales.** Además de proveer seguridad nutricional son la principal fuente de ingresos monetarios para las familias de bajos recursos.

* **Huertos comerciales.** Son manejados intensivamente con grandes cantidades de insumos, el propietario generalmente se especializa en un solo producto; el hábitat, la diversidad de especies, fenología, prácticas de manejo y técnicas de comercialización de estos huertos son similares a aquellas de la producción agrícola de monocultivo.

El papel de la mujer y los hijos en la evolución de los huertos ha sido de gran importancia; su función se arraiga a la producción de alimentos y es por ello que su incorporación hay que tomarla más en cuenta en nuevas actividades relacionadas con los sistemas agro y silvopastoriles (Scherr, 1991a).

Tópicos importantes son:

* **Beneficio económico.** Son importantes en las economías de subsistencia; sus productos proveen proteínas, vitaminas y minerales para la alimentación; las plantas medicinales que se cultivan en él, sirven para tratar algunas enfermedades; muchas veces se generan excedentes de producción, que deben contabilizarse como ingresos, como en los frutales (Simons, 1998).

* **Beneficio social.** Son múltiples y tienen que ver con la satisfacción de las necesidades más arraigadas de la población rural que practica la economía de subsistencia, entre estos: las principales labores de establecimiento, mantenimiento, renovación y cosecha la realizan las mujeres y los niños lo que promueve la integración familiar y permite el desarrollo con perspectiva de género (Simons, 1998).

* **Beneficio ambiental.** Se refiere al buen uso del espacio horizontal y vertical, y redundando en una mayor rentabilidad ecológica; donde al diversificar la producción se conserva un microclima favorable (ej.: menos erosión, menos viento, conservación de la humedad y control de la maleza) (Simons, 1998).

* **Seguridad alimentaria.** Tal como lo define la FAO (1997) “la seguridad alimentaría es el acceso para todos en todo momento a una comida suficiente para una vida sana y activa”. Esta definición hace referencia por consiguiente a nociones importantes de cantidad y calidad de comida, pero también de continuidad y regularidad de abastecimiento.

Un huerto bien planeado tiene posibilidades de suministrar una buena parte de los alimentos básicos que necesita la familia durante el año (ej.: raíces, tubérculos, hortalizas, frutas, legumbres, hierbas, especias, huevo, carne y leche). Y cada vez más se están convirtiendo en fuente importante de alimentos e ingresos para las familias pobres de las zonas periurbanas y urbanas (Zúñiga y Marsh, 1994).

Las raíces y tubérculos contienen mucha energía. Las legumbres son importantes fuentes de proteínas, grasa, hierro y vitaminas. Las hortalizas y la fruta de color amarillo o anaranjado proporcionan vitaminas y minerales esenciales en particular ácido fólico y vitaminas A, E y C; son un elemento vital de una dieta saludable y deben consumirse a diario, ver la Figura 12.



Figura 12. Algunos productos del huerto casero.

5.3.4. Multiestratos

El sistema multiestrato es un sistema agroforestal que trata de simular a la selva natural, donde pueden coexistir árboles y arbustos en asociación, el cual se diferencia por la selección y ordenamiento de las especies arbóreas en el espacio y la producción en el tiempo de cada uno de los diferentes estratos; a diferencia del huerto casero éste no se encuentra junto a la casa-habitación (Aguilar, 2003).

En general, con el multiestrato se pretende diversificar la producción; también lograr aumentos en la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo. En esta categoría se encuentran varios sistemas de explotación comercial (ej.: las plantaciones de cocoteros, hule o palma africana en asociación con cultivos, plantaciones de árboles maderables con café y cacao).

Varios estudios han demostrado que los multiestratos son sistemas agroforestales o agrosilvopastoriles y son los procesos locales del ecosistema los que se pueden utilizar para proveer el bienestar de los productores mientras protegen y preservan los recursos y la biodiversidad del bosque. Tanto es así, que se afirma que los multiestratos son los sistemas más agroforestales que hay (Krishnamurthy, 1999).

Las especies perennes adaptadas a suelos ácidos y de baja fertilidad natural que pueden utilizarse en este sistema por su alto potencial económico son: achiote, caimito, camote, caoba, carambola, cedro rojo, chicozapote, cítricos, guaya, litchi, marañón, yuca, zapote domingo y muchas más especialmente adaptadas a las condiciones de la zona (Aguilar, 2003).

Probablemente el efecto del reciclaje de nutrientes de rastrojo es efectivo en plantaciones mixtas de frutales como el zapote domingo, el zapote negro, maracuyá, chicozapote, marañón y la guanábana lo que les permite captar con mayor eficiencia los nutrientes, producto de la mineralización del rastrojo (Duch, 1995).

El ciclaje de nutrientes también se ve favorecido con este tipo de sistemas, donde además se utilizan con frecuencia especies fijadoras de nitrógeno como árboles para sombra, lo cual influye sobre las características del ciclo y la magnitud de la tasa de circulación de nutrientes (Aguilar, 2003).

De Clerk y Negreros (2000) señalan que en el establecimiento del multiestrato existen tres factores que se deben considerar, éstos son:

1. Textura del suelo. Esta propiedad física del suelo, es importante por ser muy variable. En las selvas de Quintana Roo, a cortas distancias es posible encontrar áreas arenosas, arcillosas o francas, las que afectan el crecimiento y rendimiento, tanto de los cultivos anuales como de los cultivos perennes.

El conocimiento de la distribución de la textura del suelo de una parcela, permitirá seleccionar adecuadamente las especies a sembrar dentro del sistema. De no conocer este parámetro, se tendrán problemas con la heterogeneidad de la plantación y su potencial económico será limitado, razón por la cual el productor pierde interés en el sistema.

2. Propiedades químicas. Los suelos de las selvas de Quintana Roo, cuando son desprovistos de vegetación, tienden a ser ácidos y con baja fertilidad natural; la presencia de una alta concentración de aluminio (Al) en el complejo de cambio, es la responsable de la acidez y la baja fertilidad se debe a la poca disponibilidad de los elementos nutritivos más comunes como el N, P, K, Ca y Mg, debido al alto grado de meteorización de estos suelos.

Existen suelos con una moderada a alta fertilidad natural, en los cuales se pueden desarrollar otros sistemas de agricultura como el maíz, arroz y caña de azúcar, donde también se puede usar maquinaria agrícola y agroquímicos; estos tipos de suelos se encuentran localizados generalmente, en las aguadas y alrededor de algunas lagunas. Existen cultivos que están adaptados a condiciones de suelos ácidos e infértiles, algunos de ellos son: cítricos, guaba, palmito, yuca, zapote domingo y zapote negro.

Pero requieren para su establecimiento, de un enriquecimiento inicial en el suelo, el cual se consigue, con la quema de la selva; así la cantidad de nutrimentos adicionados al suelo depende de la biomasa vegetal a ser quemada (selva virgen o vegetación secundaria).

3. La vegetación. La cobertura que protege el suelo muestra el potencial de la misma en función al volumen de biomasa y la cantidad de cenizas que se depositan en el suelo como consecuencia de la quema. Ésta es utilizada como un abono natural al inicio de la actividad agroforestal y de la cual va depender el estado nutrimental y velocidad de crecimiento de los cultivos.

En oposición a los huertos que rodean las casas, el multiestrato se encuentra alejado de la casa, aunque en muchos casos forma parte de una misma finca, siendo las características y funciones muy similares; aunque la importancia relativa puede cambiar. Generalmente las especies que aquí dominan son los árboles frutales y los árboles maderables (Krishnamurthy, 1999).

Los estratos que podemos encontrar en el sistema agroforestal de multiestratos son:

- * **Estrato inferior o bajo.** Se denomina así a las especies arbóreas que soportan un alto sombreado y a pesar de las limitaciones de luz a que están expuestas, presentan rendimientos cuantificables en términos económicos (de 0 a 7 m de altura).

- * **Estrato intermedio.** Comprende árboles de porte mediano (menos de 20 m de altura). En este estrato, se puede encontrar eritrina, mango, neém, pimienta negra, zapote domingo, zapote negro y otros más.

- * **Estrato alto o superior.** Este estrato se caracteriza por estar poblado por especies forestales comerciales y durante su permanencia en el espacio, las copas ocupan la parte más alta del dosel selvático recibiendo directamente la radiación solar (son heliófitas por excelencia) para alcanzar volúmenes altos de madera (más de 20 m de altura).

Negreros *et al.* (1995) coinciden que de acuerdo al tipo de rendimiento, el multiestratos se puede dividir en dos grupos:

- * **El primero.** Se da en los cultivos de ciclo corto, durante el primer año de establecimiento de la plantación permanente.
- * **El segundo.** Se da en el componente arbóreo ya sea como fruta, leña, madera de construcción, látex u otros productos, como se ve en la Figura 13.

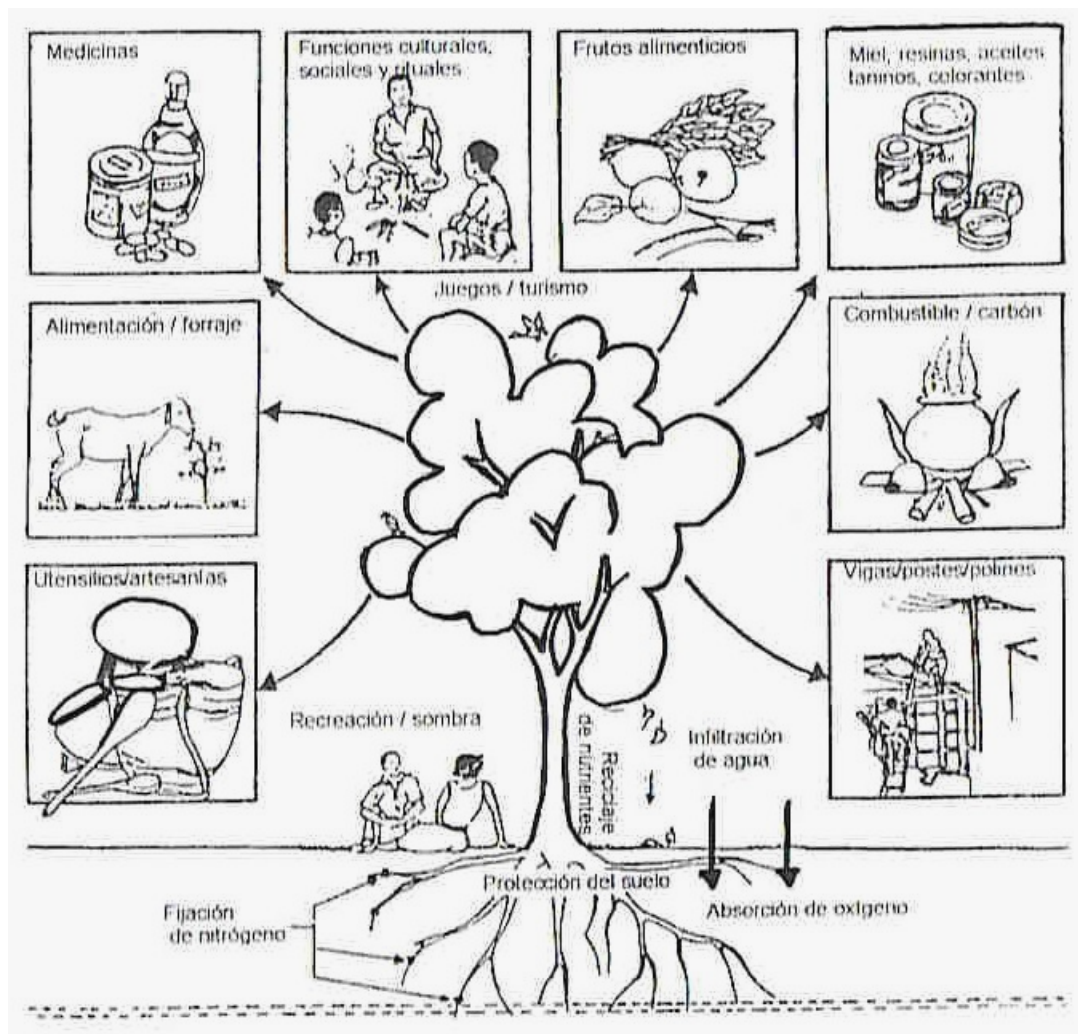


Figura 13. Productos y servicios que proveen los árboles en sistemas agroforestales (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Quintana Roo se localiza al sureste del país en la zona oriental de la Península de Yucatán. Las coordenadas extremas que lo limitan son los 18° 00' y 21° 31' N y los 86° 40' y 89° 30' O. El clima regional es cálido subhúmedo con un incremento en las precipitaciones dentro de la zona de colindancia con Belice y Guatemala.

Como se distingue en la Figura 14 la división política del estado incluye ocho municipios en tres regiones: la zona norte, que comprende los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas; la centro, que comprende los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Solidaridad y Cozumel; por último la zona sur que incluye a Othón Pompeyo Blanco.

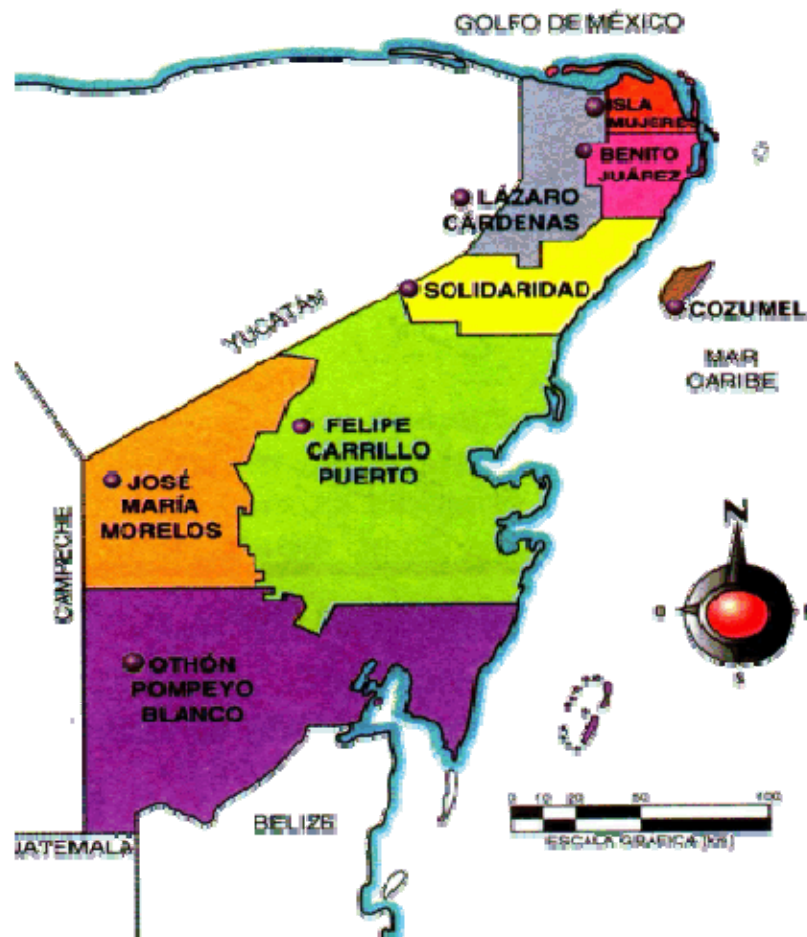


Figura 14. Mapa geográfico del estado de Quintana Roo.

6.1. Ubicación geográfica

Noh-Bec, se ubica al sur del municipio Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo. Se llega avanzando 82 Km sobre la carretera federal 307 Chetumal-Felipe Carrillo Puerto y tomando la desviación hacia el oeste por la carretera vecinal a Petcacab. A la altura del Km 7 se encuentra el núcleo de población, el cual se encuentra fusionado con el ejido Cuauhtémoc. Colinda al norte con el ejido Petcacab, al sur con el ejido Chacchoben, al este con el ejido Cuauhtémoc y al oeste con el ejido Los Divorciados y el ejido Díaz Ordaz. El ejido Noh-Bec se ubica entre los paralelos 19° 02' 30" y 19° 12' 30" N y los meridianos 88° 13' 30" y 88° 27' 30" O.

El poblado Noh-Bec comparte la zona con el ejido Cuauhtémoc, por lo que el núcleo de población tiene cerca de 3 500 habitantes. Primero lo poblaron veracruzanos, después llegan yucatecos y por último chiapanecos (Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo, 1990). El predio donde se realizó la intervención agroforestal en el huamil, se ubica del kilómetro 5 al 5.4 de la carretera vecinal Noh Bec-Chacchoben, en la parcela llamada "Mulsay" a una altitud promedio de 60 m.

6.2. Clima

Es cálido subhúmedo con un período de lluvias en verano y otro período corto de lluvias ligeras en febrero y marzo denominado "cabañuelas". La temperatura media anual varía entre 24 y 27°C, la precipitación media anual varía entre 1 100 y 1 300 mm como se aprecia en la Tabla 3; según la clasificación de climas de Köppen modificada por Enriqueta García, esta zona corresponde al tipo Aw (x') i.

La precipitación pluvial varía de 1 100 a 1 300 mm; el verano y el invierno son los periodos en los que la diversidad climática es más evidente, debido a que se presentan lluvias escasas, medias y abundantes (Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo, 1990).

Tabla 3. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación y humedad relativa en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo (promedios de 1980 al 2003).

Mes	Temperatura promedio (°C)	Precipitación anual (mm)	Evaporación anual (mm)	Humedad relativa (%)
Enero	23.3	51.5	101.7	75
Febrero	24.3	56.6	130.5	75
Marzo	25.8	34.2	165.9	70
Abril	28.2	31.9	188.4	64
Mayo	29.0	82.9	196.1	69
Junio	28.7	186.8	139.8	75
Julio	28.6	168.3	140.5	75
Agosto	28.4	139.8	124.8	76
Septiembre	28.0	188.4	101.2	78
Octubre	27.0	162.2	100.9	79
Noviembre	25.7	104.7	94.4	77
Diciembre	24.3	55.1	86.3	77
Anual	26.7	1 262	1 570	74

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

En Noh-Bec se encuentran dos tipos de aguas superficiales, estos son:

1. Mantos de agua. Resultan de la acumulación de las aguas que traen los corrientales que vienen del sur en la época de lluvias. Así se forma la "Aguada el Resbalón" y la "Laguna de Noh-Bec". Esta última tiene una longitud aproximada de 12 km y un ancho máximo de 8 Km.

2. Afloraciones de agua. Resultan del desplome de la bóveda calcárea descubriendo corrientes de agua subterránea; éstos son los característicos cenotes de la Península de Yucatán. De estos cuerpos de agua, solo se tiene uno en la zona de estudio conocido como "El Cenote Noh-Bec".

Al mismo tiempo, los pozos construidos dentro de las parcelas constituyen una buena fuente de abastecimiento de agua, una gran parte de los productores en la zona cuentan con pozo. La importancia de ellos se hace más acentuada en la época seca del año, dado que al establecer nuevas plantas o sembrar algunas hortalizas fuera de la época de lluvias, la demanda de agua para que las plantas prosperen es muy grande.

Los pozos son y seguirán siendo de gran ayuda para el productor, pues su construcción no es muy costosa, aunque lo que si se debe prever en alguna medida, es que el agua de este pozo sea apta para el riego de las plantas; pues las corrientes subterráneas traen consigo distintos tipos de agua desde la salada y sucia, hasta la dulce y limpia. Por lo anterior, se debe tener cuidado de no contaminar los mantos freáticos, principalmente atendiendo al uso adecuado de insumos agrícolas y la construcción apropiada de las fosas para uso humano.

6.3. Suelo

El ejido Noh-Bec está dentro de la formación geológica de la Península de Yucatán denominada "Carrillo Puerto". Al igual que toda la Península es parte de una placa calcárea de origen marino que emergió a causa de una serie de movimientos epirogénicos que se iniciaron desde el cretácico superior (Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo, 1990).

Se caracteriza porque sus niveles inferiores están constituidos por coquinas de alrededor de 1 m de espesor cubiertas por calizas impuras y arcillosas que originan suelos de color amarillento a rojizo por la oxigenación del fierro.

El hecho de que el material parental de los suelos sea solamente de tipo calcáreo hace que la variación de los suelos dependa de las condiciones topográficas y de los factores de intemperización. Esto significa que los tipos de suelo que se presentan, tienen una relación directa con las escasas variaciones del relieve que hay en la zona, así como de la precipitación media anual (Consejo Regional Agropecuario Forestal y de Servicios de Xpujil, 1993)].

Duch (1988) indica que en las lomas se presentan los suelos más delgados (menos de 15 cm) y va aumentando su profundidad conforme llegan a las zonas más bajas (más de 40 cm); esto es resultado de la acumulación del material arrastrado en la época de lluvias. Según la clasificación de FAO, los suelos de esta zona se pueden dividir en tres grupos:

Grupo 1. Aquí se encuentran suelos que solamente presentan horizontes AC y en algunos casos el horizonte B que inicia su formación, tiene escasa capacidad de retención de agua y fuerte riesgo de erosión cuando se ubican en las partes más altas del relieve. Se encuentran aquí los suelos litosoles, regosoles, rendzinas y cambisoles.

Grupo 2. En este grupo los suelos tienen los horizontes ABC bien desarrollados, ricos en arcilla, que los hacen relativamente pesados, con capacidad de drenaje moderado sin peligro de erosión. En las planadas y laderas de débil pendiente se localizan luvisoles y en la orilla de los bajos en donde se inician los procesos de acumulación de material de arrastre se localizan los vertisoles.

Grupo 3. En este grupo se localizan los gleysoles, que son suelos muy arcillosos, ubicados en las zonas más bajas del relieve, tienen baja capacidad de drenaje por lo que acumulan agua en la temporada de lluvias.

En la región, es muy común entre los campesinos y los técnicos el uso de la clasificación hecha por los mayas.

Como se observa en la Tabla 4 esta clasificación fue desarrollada con fines agrícolas por lo que se utiliza como criterio de clasificación los accidentes del relieve, relacionándolos con la fertilidad y la productividad agrícola (Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo, 1990).

Tabla 4. Clasificación de suelos forestales.

Tradicional maya	FAO - UNESCO	pH promedio
Tsek'el	Rendzina	7.2
Ka' Kab	Cambisol lítico	7.5
K'áanKab	Vertisol crómico	6.7
Yaaxhom	Vertisol gleico	6.4
Áak'alché	Gleysol	6.5

Fuente: (Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo, 1990).

De acuerdo a la Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo (1990), se presenta la descripción por serie de los suelos, abordando sus características utilizadas en campo:

* **Suelos tsek'el.** Se originan *in situ*, a partir de la disolución mecánico-química de la roca madre. Se localizan en los lomeríos, las laderas con pendiente y en las partes más altas del relieve. La roca madre aflora en partes y es típica la superposición de rocas sueltas que se separan de la roca madre; presentan un gran contenido de piedras superficiales. Su textura es arcillosa con una elevada proporción de humus y un contenido de nutrimentos equilibrado; el rendimiento se ve restringido debido a la tasa de infiltración y porque el poco desarrollo del suelo está asociado a una escasa capacidad de retención de agua.

Esto significa que en las temporadas secas, estos suelos agotan rápidamente sus posibilidades y cuando falta la cubierta vegetal presentan un alto riesgo de erosión; este riesgo naturalmente aumenta cuanto mayor es la pendiente (especialmente luego de lluvias intensas) pero existe aun en superficies llanas, debido a la erosión eólica.

* **Suelos Ka' Kab.** Estos suelos también se originan *in situ*, pero presentan un grado de desarrollo más avanzado que los suelos tsek'el; están próximos a las rendzinas y se localizan en pendientes ligeras pero relativamente elevadas (lomas y lomeríos) pero no en las crestas. Desarrollan un horizonte B de escasa potencia, por procesos de intemperización. Se distinguen por una alta proporción de rocas y por el rápido escurrimiento (drenaje excesivo); presentan una textura arcillosa y un buen contenido de materia orgánica aunque en estos suelos existe gran riesgo de erosión cuando falta la cubierta vegetal.

* **Suelos K'áanKab.** Son suelos coluviales, originados a partir del material de erosión arrastrado por el agua desde las partes más elevadas que presentan cierta inclinación. Se encuentran en zonas de relieve bajo; son muy arcillosos pero no obstante son moderadamente permeables y con una regular capacidad de retención de agua.

Su color rojo se debe a un elevado contenido de hematita, el contenido de nutrientes es satisfactorio pero el contenido de materia orgánica es bajo y la disponibilidad de fósforo y nitrógeno es menor que en los suelos anteriores; cuando falta la cubierta vegetal estos suelos se secan rápidamente, se forman a continuación grietas de contracción y casi inmediatamente se endurecen.

* **Suelos yaaxhom.** Son suelos coluviales formados a partir de sedimentos arcillosos acarreados por el agua, con proporción dominante de caolinita. Estos suelos constituyen la zona de transición hacia los bajos y pueden considerarse como fértiles pero con una economía del agua inestable siendo de gran labilidad. A pesar de la alta capacidad de retención de agua, ante la falta de cubierta vegetal tienden a perder rápidamente la humedad.

* **Suelos áak'alché.** Son suelos coluviales, ubicados en las partes más bajas del relieve y se originan a partir de sedimentos arcillosos que son arrastrados desde las partes superiores, pero hay una mezcla mayor de arcillas que en los suelos yaaxhom; en estos suelos se produce una nueva formación de arcillas y debido al drenaje deficiente se inundan en la época de lluvias.

De acuerdo a la Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo (1990) en la zona se presentan una economía del agua y aire muy perturbados; la proporción de materia orgánica es relativamente alta y se distingue por la carencia de potasio. El ejido de Noh-Bec es dueño de una superficie de 23 100 hectáreas y abajo se presentan los datos con los diferentes usos del suelo.

* Selva mediana (régimen de manejo forestal).....	18 000 ha
* Selva mediana y baja (régimen de reserva ejidal).....	300 ha
* Selva baja no comercial.....	1 377 ha
* Matorral y sabana.....	107 ha
* Área para uso agropecuario.....	2 800 ha
* Área utilizada por caminos permanentes.....	300 ha
* Cuerpos de Agua.....	106 ha

6.4. Vegetación

Se localiza en la zona de estudio la "Selva alta o mediana subperennifolia con chicozapote *Manilkara sapota*, pukté *Bucidas buceras* y huano kum *Chrysophylla argentea*". Macario (1991) dice que ésta a su vez se subdivide en varios tipos de los cuales se encuentran en la zona los siguientes:

- * Selva con chicozapote *Manilkara sapota* y caoba *Swietenia macrophylla*.
- * Selva subperennifolia con abundante chicozapote *Manilkara sapota*.

* Selva de pukté *Bucidas buceras* y caoba *Swietenia macrophylla*.

* Huano kum *Chrysophylla argentea* y pukté *Bucidas buceras* en la vegetación.

Las especies más abundantes en la zona de estudio son el ramón y el chicozapote, ambas llegan a formar comunidades en donde son dominantes, a las cuales se les conoce como "ramonales" y "zapotales" respectivamente y la principal especie comercial es la caoba. Una clasificación que reviste importancia para identificar los tipos de vegetación del área de estudio es:

* **Selva alta o mediana subperennifolia.** Flores y Espejel (1994) la definen como una comunidad muy densa, con gran cantidad de especies arbóreas, abundantes bejucos y trepadoras. Los árboles dominantes son de alturas mayores a 15 m y del 25 - 50% de los árboles pierden las hojas en la época de sequía (marzo-mayo); además de que dentro de este tipo de selva se distinguen tres estratos: de 4 a 12 m, de 12 a 22 y de 22 a 35 m. Este tipo de vegetación cubre aproximadamente el 85% de los terrenos de Noh-Bec.

* **Selva baja subperennifolia.** Ésta repite las características de la anterior, pero se diferencia porque los árboles dominantes no alcanzan alturas mayores a 15 m. La especie emergente más característica es el pukté *Bucidas buceras*. Este tipo de selva forma dos franjas que corren de SO a NE siguiendo las zonas inundables por las que corre el agua durante la época de lluvias; representa aproximadamente el 2% de la superficie de Noh-Bec.

De acuerdo con Flores y Espejel (1994), en la Península de Yucatán la vegetación dominante es aquella que tiene un origen secundario y señalan que la vegetación primaria está en vías de desaparecer, tomando ese lugar la vegetación secundaria. Las causas que han afectado a la vegetación natural son variadas, en algunos casos pueden ser atribuidas a fenómenos naturales (ej.: el impacto de huracanes y la presencia de incendios forestales) o a las zonas desmontadas con otros fines con desmontes furtivos que han quedado en abandono y en donde no se lleva a cabo ninguna actividad productiva.

También se han realizado algunas afectaciones por la creación de nuevos centros de población; además la actividad forestal ha afectado la vegetación natural, en este sentido se debe mencionar que en algunas localidades los efectos de estos eventos han sido devastadores en la estructura de las comunidades naturales.

De cualquier manera, en el área la vegetación con desarrollo secundario corresponde a una comunidad densa, en algunas zonas de tipo impenetrable y constituida por numerosas especies propias de lugares perturbados como son: guarumbo *Cecropia peltata*, laurelillo *Nectandra coriacea*, margarita de monte *Montanoa atriplicifolia*, papaya cimarrona *Carica papaya*, pixoy *Trema micrantha*, tulipán de monte *Malvaviscus arboreus*, uña de gato *Celtis iguanea* (Pennington y Sarukhán, 1998). Estas especies presentan alturas entre los 2 y 5 m con tallos de hasta 8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP = 1.30 m).

En muchas situaciones, las especies anteriores se encuentran distribuidas de manera entremezclada con algunos individuos arbóreos de especies propias del dosel original como son: bohón *Cordia gerascanthus*, chechém negro *Metopium brownei*, chicozapote *Manilkara sapota*, tadzi *Neea tenuis*, yaaxnik *Vitex gaumeri*, entre muchos otros (Pennington y Sarukhán, 1998). Estas especies pueden presentar alturas de hasta 20 m y tallos de 30 cm de DAP.

En general, la presencia de estas especies se relaciona con la sobrevivencia a los aprovechamientos realizados y en algunas situaciones se puede atribuir al rápido crecimiento que algunas especies pueden tener como es la chacáh *Bursera simaruba* o el tzalám *Lysiloma latisiliquum*. En la zona diversas especies tienen múltiples usos, los campesinos tienen bien diferenciadas las características de cada una de ellas y las mantienen en sus campos por los beneficios que les proporcionan, identificando así, los siguientes grupos:

*** Para miel las más importantes son:** tajonal *Viguiera dentata*, jabín *Piscidia piscipula*, pucté *Bucidas buceras* y siricote *Cordia dodecandra*.

*** Para forraje las más importantes son:** ramón *Brosimum alicastrum*, madero negro *Gliricidia sepium*, guácimo *Guazuma ulmifolia* y huaxím *Leucaena leucocephala*.

*** Los frutales que sobresalen son:** chicozapote *Manilkara sapota*, el mamoncillo *Meliococa bifugatus*, caimito *Chrysophyllum cainito*, guaya *Talisia olivaeformis* y siricote *Cordia dodecandra* (Contreras, 2000).

*** Para uso medicinal son:** tancasché *Santhoxylum kellermanii*, elemuy *Malmea depressa*, maguey morado *Rhoeo discolor*, chacchacáh *Bursera simaruba*, cocolmea *Smilax spinosa*, X-tabentuun *Turbina corymbosa*, guarumbo *Cecropia peltata* y zacate limón *Cymbopogon citratus* (Pennington y Sarukhán, 1998).

6.5. Fauna

Existe una gran variedad de fauna silvestre, siendo más común en la parte selvática del ejido, donde se pueden encontrar jaguares, pumas, tigres, ocelotes, tigrillos, dantos, cercucos, mapaches, tejones, venados, temazate, jabalíes, tepezcuintle, ardillas y en menor escala se encuentra el saraguato, mono araña, oso hormiguero, armadillo y algunos más (Contreras, 2000).

Entre los animales acuáticos y semiacuáticos que se pueden encontrar en la laguna Noh-Bec, son: lagarto, cocodrilo, tortuga, iguana, toloques, víboras (siendo una de las más peligrosas la "cuatro narices" ya que su mordedura es mortal), mojarra, róbalo, pejelagarto y tilapia. De entre las aves existe la chachalaca, paloma, cigüeña, ocofaisán, pájaro gato, estuón real, chuparrosa, mirlo, gavián, zopilote real, golondrinas, gaviotas, garzas, lechuzas, tecolotes, loros, pericos, halcones y muchos otros. De los insectos, es muy vasta la gran variedad, siendo los más importantes: mosca chiclera, mosca de la fruta, mosca del mediterráneo, mosca del caribe, mosquitos, zancudos, mosca doméstica, abeja africana, abeja europea y melipona, diversas avispas, diversas hormigas, termitas, cucarachas, entre otros.

6.6. Contexto socioeconómico

El ejido fue fundado por 43 familias provenientes del estado de Veracruz, quienes tramitaron y obtuvieron en 1937 la resolución presidencial que ampara una dotación ejidal de 18 480 hectáreas. Posteriormente, en 1942 les fue concedida una ampliación para incluir a 11 ejidatarios con una superficie adicional de 4 620 hectáreas, sumando la dotación y la ampliación obteniendo así 23 100 ha, que fueron entregadas en posesión legal a 54 ejidatarios para uso forestal.

La dotación *per capita* de 427.7 hectáreas obedeció a que se trataba de un ejido chiclero; la aceptación por parte de la asamblea ejidal de integrar al ejido a los hijos de los ejidatarios y algunos avecindados, ha hecho que en la actualidad sumen 216 ejidatarios con derechos agrarios (Secretaría de la Reforma Agraria, 1990].

Noh-Bec es un ejido formalmente constituido y reconocido por la Secretaría de la Reforma Agraria, donde el conjunto de los ejidatarios son los dueños legítimos de la tierra y tienen todos los derechos de hacer un uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Los 216 ejidatarios se reúnen en asamblea general mensualmente siendo el órgano de representación del ejido el comisariado de bienes comunales que está conformado por el presidente, secretario y tesorero y un comité de vigilancia. Estos cargos de representación son electos en asamblea y tienen una duración de tres años. Las 23 100 hectáreas son consideradas en su totalidad, como terrenos de uso común.

Dentro de esta área, están definidas 2 800 hectáreas que son destinadas a la producción agropecuaria (ganado y cultivos principalmente) y que se trabajan en forma individual/familiar. La economía de los ejidatarios de Noh-Bec se basa principalmente en actividades productivas ligadas a la selva ya que este recurso es común, todas las actividades están reguladas por decisiones de la asamblea general de ejidatarios; de esta manera es la asamblea, la que determina las condiciones en que los ejidatarios acceden al recurso.

Los ejidatarios tienen varias opciones alrededor de la selva que, entre las más importantes están: construcción y mantenimiento de caminos; aperturas y limpieza de brechas; industria forestal (aserradero comunal y taller de carpintería); derribo y extracción de madera en rollo; servicios técnicos forestales; extracción de hoja de palma para techos; extracción de palizada; extracción de brazuelo; manejo y mantenimiento de equipo de extracción y transporte; pesca en la laguna; extracción de látex para chicle.

Con relación a esta última actividad en la extracción del chicle es importante destacar que el conjunto de "ejidatarios chicleros" están organizados en una cooperativa; la cual se reúnen en tiempos de la cosecha y nombran a un comité directivo que se encarga de representar a la cooperativa ante el Plan Piloto Chiclero, ante los compradores y ante instancias gubernamentales. Este comité además es el encargado de acopiar la producción (marquetas), verificar su calidad, concentrarla en la bodega ejidal y realizar el embarque.

Noh-Bec se encuentra compartiendo su zona urbana con el ejido Cuauhtémoc y se ubica fuera de los terrenos ejidales; la población cuenta con servicios educativos de jardín de niños, primaria, secundaria técnica y colegio de bachilleres. Por otro lado cuenta con servicio de teléfono, energía eléctrica, agua potable y clínica rural. Finalmente el acceso a la zona urbana se realiza por carretera pavimentada y la mayor parte de los caminos principales y secundarios dentro de área forestal son de terracería.

Dentro del ejido Noh-Bec se cuenta con un plan de manejo forestal, además de la actividad cultural de recolección del chicle:

1. Plan de manejo forestal. En 1998 el ejido de Noh-Bec salió de la organización de ejidos forestales del estado de Quintana Roo y decidió elaborar un programa de manejo para los próximos 10 años que es el tiempo que hace falta cumplir el ciclo de corta de 25 años; el programa de manejo retoma en general todo el esquema planteado en el plan de manejo de 1983 aunque introduce algunos cambios como:

- a) Designación de un área forestal permanente (AFP): 18 000 hectáreas.
- b) Inventario forestal con muestreo sistemático y sitios circulares de 500 m².
- c) Plan de corta anual de 10 áreas y ajuste cada 5 años.
- d) Pronóstico de volúmenes por especie para los próximos 10 años.
- e) Ciclos de corta de 25 años, con un turno de 75 años.
- f) Diámetro mínimo de corta y diámetro meta.
- g) Siembras de enriquecimiento de caoba y cedro rojo en las aperturas creadas por las bacadillas, brechas de extracción y claros de los árboles cosechados; así como plantas producidas en viveros locales.
- h) La caoba se usa como especie guía, aunque ahora se ha agregado la sacchacáh dentro del plan de cortas y se ha balanceado su cosecha anual.
- i) Tratamientos de regeneración y tratamientos intermedios.

Actualmente, se ha convertido en una empresa forestal bien organizada y con buena solvencia económica. Sus maderas más importantes son: caoba *Swietenia macrophylla*, cedro rojo *Cedrela odorata*, chacktecock *Dalbergia stevensoni*, chackteviga *Caesalpinia violacea*, chechém negro *Metopium brownei*, chicozapote *Manilkara sapota*, granadillo *Platymiscium yucatanum*, jabín *Piscidia piscipula*, katalox *Swartzia cubensis*, negrito *Simarouba glauca*, sacchacáh *Dendropanax arboreus*, siricote *Cordia dodecandra* y tzalám *Lysiloma latisiliquum*.

2. Recolección del chicle. Martín del Campo (1999) dice que “la cultura del chicle es empírica y la propia experiencia del chiclero es la que dicta, si el zapote tiene una pica de 5, 10 ó 15 años se respeta. Eso depende de si la cicatriz en la corteza está aún rojiza y es reciente, o se mira tiznadita y antigua”; en promedio son ocho los años que dejan descansar al chicozapote, porque ese árbol representa un sustento y hay que cuidarlo.

Actualmente el chicle natural ha sido relevado por el chicle sintético, que es un derivado del petróleo; se empezó a producir masivamente por la compañía Adams de EE.UU. y es que la relación de precios es abismal: un kilo de chicle natural cuesta 4.70 dólares contra 60 centavos de dólar del chicle sintético.

El chiclero también realiza otras actividades; en la época de secas, son madereros, ya sea monteando, tumbando, tableando o arrastrando troncos; de modo que seis meses se desempeña como asalariado de la empresa forestal maderable dentro del ejido y en los seis meses de lluvia siembra la milpa, hortalizas, algunos sacan pimienta y en primer lugar sangran el chicozapote.

El chicozapote es la especie que más abunda en el monte; tiene un proceso de regeneración natural y crece bajo doseles cerrados, es decir, no necesita luz como la caoba y el cedro para desarrollarse. Por eso se encuentran zapotales de hasta 40 individuos por hectárea, cuando en esa misma superficie solamente se halla un palo de caoba, uno o dos de cedro rojo y algunos pocos de siricote.

El chicle sigue siendo la segunda actividad forestal en Quintana Roo, después de la maderera; su producción oscila entre las 250 y las 500 toneladas anuales. La producción individual de chicle varía de 200 - 600 kg de goma y depende de la cantidad de trabajo invertido, pero también de la habilidad y conocimientos del chiclero como se aprecia en la Figura 15.



Figura 15. Pica y cocina del látex para la producción de chicle.

7. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el presente proyecto es la de diagnóstico y diseño (D&D), ésta es una adaptación de metodologías viejas o actuales para las necesidades y condiciones específicas de la agroforestería, para una evaluación y análisis holístico de los sistemas de uso de la tierra; se basa en metodologías como: Farming Systems Research and Extension (FSR/E) (Investigación y Extensión de los Sistemas Agrícolas, I/ESA) (Shaner *et al.*, 1982; Hildebrand, 1986) y Land Evaluation Methodology (Metodología de Evaluación de Tierras) (FAO, 1976).

El D&D surgió, en las palabras de J. B. Raintree, quien dirigía su desarrollo en el ICRAF dando un especial interés a las restricciones y oportunidades relacionadas con la agroforestería dentro de los actuales sistemas de uso de la tierra, poniendo de relieve los potenciales de la agroforestería que pudieran ser pasados por alto por otras metodologías (ej.: para la mayoría de los practicantes de otras metodologías los árboles dentro del sistema agrícola tienden a ser invisibles) (Raintree, 1987).

Los procedimientos básicos de D&D consisten en cinco etapas que son: *prediagnóstico, diagnóstico, diseño, planeación e implementación*. Cada una de estas etapas se puede dividir posteriormente en pasos más pequeños según las circunstancias lo necesiten. La naturaleza de los datos y la información que se va a recabar, así como los tipos de cuestionamientos a realizar y la búsqueda que se va a conducir en cada etapa, muestran una retroalimentación pronta y complementaria entre los componentes del proyecto, llegando a ser el D&D autocorrectivo (Raintree, 1987).

El proceso de D&D hace énfasis en un diagnóstico comprensible del problema, seguido por el diseño y la instrumentación; el cual se repite durante todo el proyecto para refinar el diagnóstico original y mejorar el diseño a la luz de una nueva investigación proporcionada por los experimentos de la investigación en finca o en estación. Los rasgos prominentes de D&D son:

* **Flexibilidad.** El D&D es un proceso de descubrimiento que puede ser adaptado a las necesidades y recursos de una amplia variedad de usuarios del suelo.

* **Velocidad.** El D&D ha sido diseñado para permitir una aplicación de "rápido avalúo" en la etapa de planeación del proyecto con un análisis en profundidad que ocurre durante la instrumentación del mismo.

* **Repetición.** El D&D es un proceso de aprendizaje de terminación abierta, puesto que los diseños iniciales pueden ser mejorados, el proceso de D&D no necesita terminar sino hasta que los mejoramientos posteriores no sean ya necesarios.

De acuerdo a la clasificación agroforestal propuesta por Nair (1997), la perspectiva metodológica de esta investigación, fue con una base a nivel organizacional, con categoría de finca siendo la unidad operacional la parcela; es decir, en el campo agrícola, con investigación aplicada con categoría adaptativa, porque se refiere al desarrollo de una tecnología en un lugar específico para resolver problemas prácticos de forma inmediata.

7.1. Etapa de prediagnóstico

7.1.1. Potencial del uso de la tierra

Para determinar el uso actual de la tierra se aplicaron entrevistas a los productores tomando como guía el cuestionario que se presenta más adelante. Este cuestionario es una herramienta metodológica preliminar que toma un enfoque rápido de evaluación, usando información secundaria; la cual permitió hacer el diagnóstico de los principales problemas y los potenciales del uso de la tierra en Noh-Bec. Aunque la confiabilidad de los datos no está de acuerdo con las normas de otros métodos, este estudio informal resultó bastante efectivo en la contribución al diseño y establecimiento del sistema agroforestal en el huamil.

Cuestionario para diagnosticar los problemas y potenciales del uso de la tierra
en Noh-Bec, Quintana Roo.

Encuestador:

Fecha:

Comienzo:

Fin:

Nombre del productor:

Ubicación de la parcela:

¿Desde hace cuántos años maneja usted esta parcela?

¿Además del trabajo en la parcela, tiene usted otro empleo?

¿Su parcela cuenta con algún huamil?

¿Cuántos años tiene su huamil?

¿Cuántas hectáreas de huamil serían las más adecuadas para trabajar?

¿Cómo utiliza su huamil?

¿Le gustaría mejorar su huamil?

¿Cómo mejoraría ese huamil?

¿Qué especies frutales recomendaría para incorporarlas al huamil?

¿Qué especies maderables recomendaría para incorporarlas al huamil?

¿Qué especies herbáceas recomendaría para incorporarlas al huamil?

¿Qué especies animales recomendaría para incorporarlas al huamil?

¿Qué cultiva en su parcela?

¿Tiene usted ganado?

¿Tala usted árboles?

¿Qué le motiva a talar árboles?

¿Observa problemas con el suelo de su parcela?

¿Observa problemas con los insectos?

¿Observa problemas con la maleza?

¿Cree que los sistemas agroforestales son una buena opción?

¿Le gustaría tener apoyo económico en la producción agropecuaria?

¿Quisiera ofrecer sus productos en otros mercados?

El cuestionario se aplicó a 40 productores de la zona, los cuales pasaban de los 45 años de edad y cuya actividad se relaciona con el medio agropecuario y forestal, 30 entrevistas fueron aplicadas en la parcela del propio productor y las otras 10 entrevistas se aplicaron en el hogar de los productores, dado que por cuestiones personales ellos así lo prefirieron.

La manera de entablar el cuestionario fue de una forma semiestructurada a manera de charla abierta, evitando de esta manera una pérdida de interés, cansancio o falta de motivación para responder las preguntas.

7.1.2. Selección del área de estudio

En el capítulo 6 de este trabajo se describen las características más generales de la zona de estudio; la cual sin duda representa bien la importancia de los huamiles en México por su abundancia y por la escasa investigación que se tiene al respecto. Noh-Bec refleja además, la importancia socioeconómica del problema en su ámbito racional por: la contribución a la producción alimentaria e ingresos; la población total que soporta; la urgencia de restricciones o potencial no explotado para la producción y el nivel de desarrollo con respecto a otras áreas.

El predio donde se realizó el experimento se ubica a las afueras del núcleo de población Noh-Bec, y se eligió éste por representar fielmente las características de un huamil típico de la zona y en general del estado de Quintana Roo; procurando que no estuviera muy alejado del núcleo de población para implementar y supervisar de la mejor manera el establecimiento del sistema agroforestal.

El predio consta de 41 hectáreas y se llama "Mulsay"; el tamaño de la parcela de trabajo fué de cuatro hectáreas, dado que para los productores entrevistados es el área más adecuada para manejar un huamil al cual se le pretenda hacer una intervención agroforestal, mejoramiento o enriquecimiento, ver Figura 16.

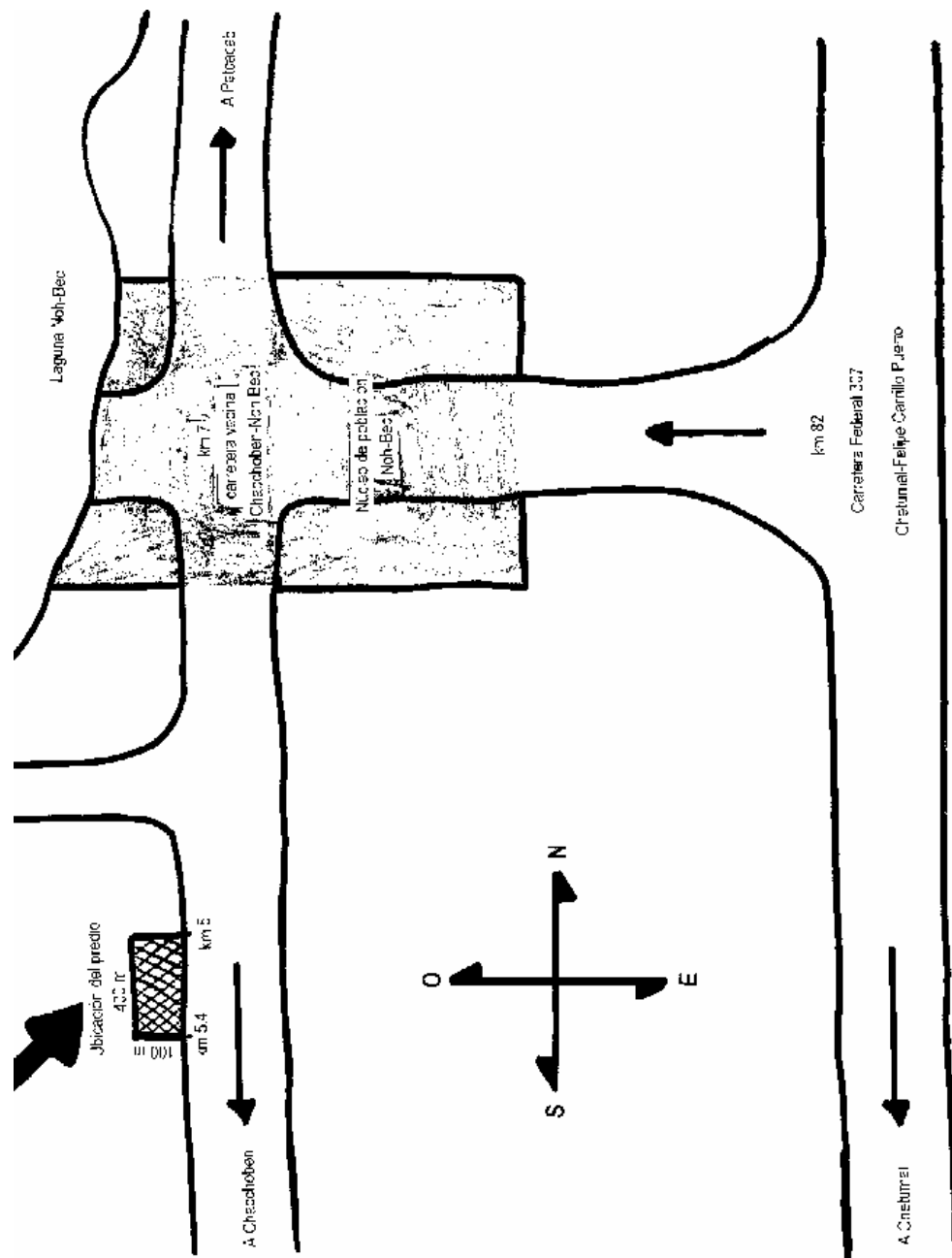


Figura 16. Ubicación y tamaño de parcela.

7.2. Etapa de diagnóstico

7.2.1. Entrevistas

En esta etapa se analizan los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a través de las entrevistas de diagnóstico, lo cual arroja datos muy importantes y una vez capturada toda la información, se prosiguió a presentarla de una manera resumida y simplificada en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis comparativo del uso de la tierra.

Tipo de sistema	Tamaño de parcela	Mejor especie frutal	Mejor especie forestal	Principal producto	Perspectiva de adopción
A	2-4 Ha	Ninguno	Ninguno	Maíz	Baja
B	3-5 Ha	Ninguno	Ninguno	Maíz y hortalizas.	Baja
C	3-7 Ha	Plátano, coco, mango, papaya, chicozapote y marañón.	Ninguno	Frutas	Media
D	45 Ha	Ninguno	Ninguno	Carne	Alta
E	40 Ha	Mango, coco, limón, naranja, noni y papaya.	Ramón, caoba y cedro rojo.	Carne, madera y frutas.	Alta
F	2-7 Ha	Ninguno	Ninguno	Miel	Baja
G	4-10 Ha	Coco, papaya, limón, mango, guanábana, ciruela, chicozapote, caimito, tamarindo, piña, plátano, anona y zapote	Caoba, cedro rojo, siricote, ramón, achiote y pimienta negra.	Frutas y madera.	Alta
H	2-5 Ha	Coco, mamey, limón, mango, guanábana, marañón, caimito, tamarindo, nance, naranja y plátano.	Ninguno	Frutas	Alta
I	3-5 Ha	Kanisté, higo, caimito, chicozapote, nance blanco y zapotillo.	Chacáh blanca y roja, amapola, jabín, tzalám, chacté, pucté y negrito.	Materiales para construcción.	Baja
J	4 Ha	Kaniste, chicozapote, caimito, mango, aguacate, piña, mamey y saramuyo.	Chacáh blanca y roja, amapola, jabín, tzalám, cheché, ramón y negrito.	Materiales para construcción y frutas.	Media
K	100 Ha	Ninguno	Caoba, cedro rojo, chacáh roja y blanca, tzalám, cheché, jabín, zapote, negrito, pucté, chactekok y chacteviga.	Madera	Alta

Tipo de sistema: A= Milpa, B= Milpa con hortalizas; C= Milpa con frutales; D= Ganadería; E= Ganado con árboles; F= Milpa con abejas; G= Multiestratos; H= Frutales; I= Huamil; J= Huamil con frutales; K= Forestería.

Perspectiva de adopción: Baja= El productor no muestra interés en el sistema y preferiría cambiarlo Media= El productor desea mantener este sistema porque le deja beneficios económicos y por el momento no lo cambiaría. Alta= El productor se siente a gusto con su sistema porque es muy productivo, pensaría en aumentarlo y no lo cambiaría.

Esta forma de análisis comparativo permitió obtener datos como el tamaño de parcela más adecuado para ser manejado en huamil, las mejores especies forestales y frutales en cada sistema de uso de la tierra, los principales productos y la perspectiva de adopción que tiene cada sistema.

7.2.2. Recorridos de campo

Los recorridos de campo permitieron hacer un reconocimiento general de la región y particular de las características de los huamiles del área de estudio. Estos recorridos incluyeron en los huamiles la observación de las principales especies forestales y en los huertos caseros o solares la observación de las principales especies frutales y herbáceas; sustentando gran parte de esta información a través del uso de la cámara digital.

Los recorridos de campo, tanto en huamiles como en los huertos se presentaron constantemente durante el año para apreciar los cambios que se manifiestan con el transcurrir de las estaciones, incorporando en varios de estos recorridos las entrevistas informales aplicando los cuestionamientos al productor.

7.2.3. Identificación de especies forestales en un huamil

La identificación se realizó en áreas con huamil, definiendo estas zonas por su edad en dos tipos principales: huamil joven (menos de 15 años de edad) y huamil maduro (más de 15 años de edad).

Se realizaron 10 recorridos de campo con 10 diferentes productores de la zona en áreas con huamil para identificar las principales especies arbóreas y arbustivas, así como la importancia potencial por sus posibles usos. Sólo fueron 10 productores porque son 30 los que cuentan en sus predios con huamil, entonces como muestra se consideró 1/3 de los productores con este recurso.

En los recorridos con los productores conocedores se proporcionó el nombre común de la especie, misma a la que se le tomó fotografía para posteriormente hacer la identificación de su nombre científico, tomando como referencia a los siguientes autores: Gómez-Pompa (1987), Macario (1991), Longman (1993), Flores y Espejel (1994), Pennington y Sarukhán (1998).

La información permitió hacer un compendio de 139 especies, las cuales se presentan en una tabla en el capítulo de resultados. La identificación de árboles y arbustos que se encuentran de manera natural en un huamil típico del área de estudio son de gran valor, pues permitió decidir a través de un índice de importancia cultural (que se describe en la etapa de planeación) qué especies son las más importantes para el productor y de ellas seleccionar cuáles son las especies que al final fueron dejadas en campo.

7.2.4. Identificación de especies frutales y herbáceas en la zona

La identificación de especies frutales y herbáceas se realizó a través de visitas a los solares de la zona porque es donde mayormente se pueden observar las especies frutales y herbáceas de valor económico que predominan en la zona. Aquí se observó y preguntó cuáles eran las especies que con mayor frecuencia dominaban estos sistemas.

Se visitaron 50 solares o huertos caseros de un total aproximado de 200 que existen en la zona y que reúnen las siguientes características: presencia de frutales y herbáceas, tamaño mayor a 100 m², ubicación junto a la casa y disponibilidad por los dueños a ser entrevistados. Resultando en promedio 41 especies frutales y herbáceas diferentes, las cuales se presentan en una tabla en el capítulo de resultados. En las visitas a los huertos caseros, las personas responsables proporcionaron el nombre común de la especie, misma a la que se le tomó fotografía para posteriormente hacer la identificación de su nombre científico, tomando como referencia a los siguientes autores: Budowski (1990), Gispert *et al.* (1992), Lok (1998), De Clerck y Negreros (2000), Aguilar (2001).

La identificación de los frutales y herbáceas en los solares del área permitió decidir a través del índice de importancia cultural (que se describe en la etapa de planeación) qué especies son las más importantes para las familias y de ellas seleccionar cuáles son las que al final fueron incorporadas al huamil. Indicando por su presencia y abundancia en los solares, una preferencia por parte de la gente hacia su consumo y valor económico esperado.

7.3. Etapa de diseño

De acuerdo a la perspectiva de investigación agroforestal propuesta por Nair (1997), éste diseño indica que es de tipo *metodológico* porque incluye el desarrollo de tecnologías para emprender investigación en áreas y temas específicos; es *aplicado* porque incluye la puesta en práctica de los resultados para resolver problemas específicos; es *adaptativo* porque se refiere al desarrollo de una tecnología en un lugar específico para resolver problemas prácticos de naturaleza inmediata; con un nivel organizacional a nivel de *parcela*, es decir, en el campo del productor.

No se trata de un experimento de campo como tal, porque debido a la complejidad y a su diversidad de componentes no cumple con los procedimientos de la investigación en campo: *aleatorización*, *repetición* y *bloqueo*. Debido a esta complejidad puede evitar la rigurosa prueba de validez estadística de los resultados y se acepta simplemente como necesaria y útil (Barrow, 1991; Rao y Coe, 1991; Scherr, 1991b).

7.3.1. Materiales utilizados

Machete, pico, pala, carretilla, cinta métrica, azadón, cal agrícola, herbicidas, enraizador para estacas leñosas, tijeras de podar, forcípula, motosierra, serrote para especies leñosas, bolsas de vivero de polietileno negro, costales de rafia, semillas y estacas de distintas especies, navaja para hacer cortes finos, mochila aspersora y equipo de protección, camioneta, computadora, bitácora de campo y cámara digital.

7.3.2. Selección de las especies

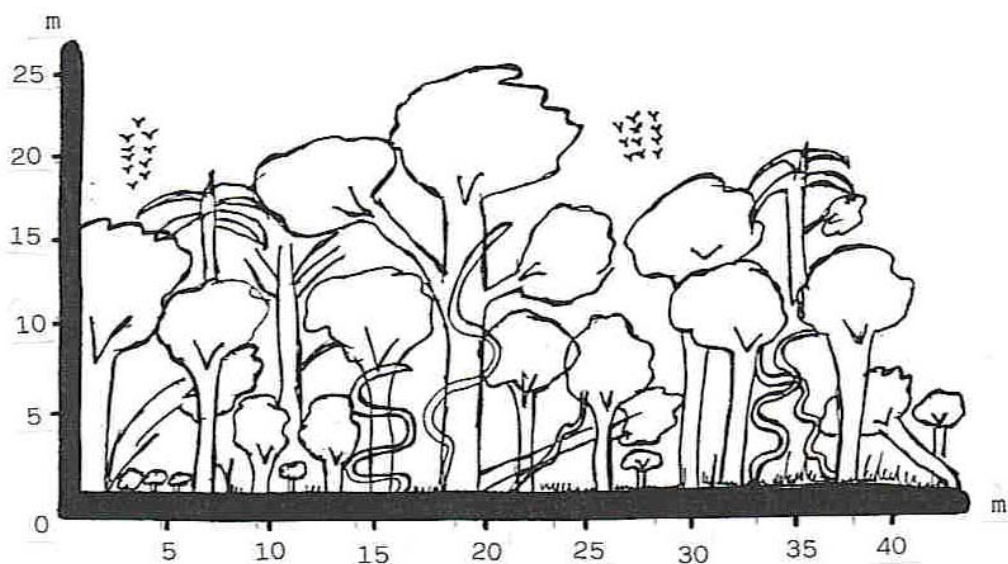
La selección definitiva de las especies vegetales que formaron parte del sistema agroforestal en huamil, fue el resultado de la aplicación del Índice de Valor Cultural a las especies forestales identificadas en los huamiles del área de estudio, así como de las especies frutales y herbáceas identificadas en los huertos caseros de la zona.

La primera identificación permitió seleccionar a 15 de las 139 especies forestales (*Azadirachta indica*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Coccoloba diversifolia*, *Cordia dodecandra*, *Dendropanax arboreus*, *Erythrina standleyana*, *Lysiloma latisiliquum*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias radlkefari* y *Swietenia macrophylla*).

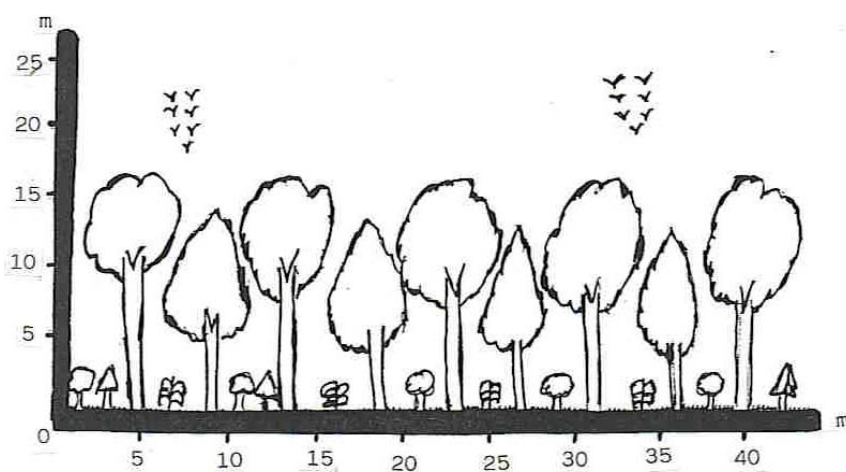
La segunda identificación permitió seleccionar a dos especies herbáceas (*Annanas comosus* y *Pasiflora edulis*) y 11 frutales (*Anacardium occidentale*, *Anona muricata*, *Anona squamosa*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Cocos nucifera*, *Diospyros digyna*, *Mammea americana*, *Mangifera indica* y *Manilkara sapota*) de las 41 seleccionadas.

El decidir que fueran 28 especies y no 15, 20, 40 o más, responde a que en los solares o huertos de la zona se tienen en promedio 28 especies que son de mayor importancia para las familias, lo cual sirvió de parámetro, aunque pueden existir en el solar más de 28 pero sin un uso específico. Se consideró que cada especie tuviera adaptación a las condiciones que prevalecen en los huamiles, principalmente en cuanto a la presencia de sombra, la competencia por agua, espacio y nutrimentos; además que hubiera disponibilidad para adquirirla.

El arreglo de las especies se presenta en el capítulo de resultados a manera de módulo y la cantidad de especies en el sistema así como su estimación técnica se presenta en el mismo capítulo en forma de tabla. En la Figura 17, se presenta esquemáticamente a las especies en el huamil antes y después de la intervención agroforestal.



huamil sin intervención



huamil con intervención

Figura 17. Presentación esquemática del huamil sin intervención y con intervención agroforestal.

7.3.3. Prácticas agronómicas

En la Tabla 6, se calendarizan las principales prácticas agronómicas que fueron necesarias en la ejecución del trabajo de campo y que seguirán siendo importantes para la continuidad de este sistema agroforestal; pueden ser mayores u omitir alguna cuando a futuro se tengan otro tipo de condiciones y etapas de evaluación; estas actividades se realizaron en diferentes momentos y tiempos de acuerdo a la temporada.

Tabla 6. Calendario de trabajo durante un año para los diferentes componentes en el sistema agroforestal de huamil.

Componente/ Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Herbáceo												
Deshierbe				X	X							
Siembra						X	X	X	X	X		
Riego	X	X	X	X	X							X
Cosecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Frutal												
Deshierbe				X	X							
Plantación						X	X	X	X	X		
Riego	X	X	X	X	X							X
Podas		X	X	X								
Chapeo			X				X				X	
Cosecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Forestal												
Chapeo					X						X	
Podas		X	X	X								
Cosecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* **Deshierbe.** Dentro del trópico húmedo, el problema de la maleza es constante, la labor del deshierbe es indispensable para mantener limpias las partes donde se establecen las herbáceas y los frutales; esta actividad consiste en eliminar de raíz las plantas no seleccionadas en el huamil.

* **Chapeo.** El chapeo, a diferencia del deshierbe se refiere a la eliminación de plantas indeseables pero solo de su parte aérea, dejando intactas las raíces y un pequeño tallo. Esta práctica permite que el suelo conserve humedad y con ello se mantiene su estructura.

* **Siembra.** Una vez limpias las áreas del huamil destinadas a la siembra de las especies herbáceas, se realizó esta actividad en la época de lluvias.

* **Riego.** Es el suministro de agua a las plantas frutales y herbáceas recién establecidas durante la época seca del año; dado que por los largos períodos de sequía que se han presentado en los últimos años, ha habido muerte y marchites en varias plantas ya establecidas.

* **Plantación.** Para las especies frutales, la plantación en su plantación se siguieron los siguientes pasos: distribuir las plantas en los sitios definitivos (remitirse al módulo); cortar la base de las bolsas podando las raíces de las plantas; retirar el resto de la bolsa de polietileno; colocar la planta en el hoyo, cuidando que el cuello de la planta quede a nivel del suelo; cubrir el resto del hoyo con la tierra que había sido extraída, compactar bien, para evitar que queden cámaras de aire junto a las raíces y recolectar las bolsas de polietileno para reciclar.

* **Podas.** Actividad realizada en la época seca del año para prevenir enfermedades fungosas y facilitar la cicatrización, se realizaron las podas de formación a las especies forestales y frutales; con ello se mejoró la estructura de la planta, se estimuló la floración y fructificación, se controlaron plagas y enfermedades, además de permitir el ingreso de aire y luz a la plantación. Al efectuar la poda, no se deben realizar cortes defectuosos y se deben proteger con pasta cúprica para evitar el ingreso de patógenos.

* **Podas de formación.** Eliminación de los brotes que crecen en el tallo principal y exceso de ramas laterales; este tipo de poda se debe realizó una vez por año. Frutales como los cítricos, la guanábana, el mango y el zapote negro necesitan una poda de descope, la cual tiene la finalidad de regular la altura requerida de la planta para facilitar el mantenimiento y la cosecha.

* **Podas fitosanitarias.** Se cortan todas las ramas enfermas o muertas de la planta y se queman en un lugar adecuado. De esta forma se evitan focos de infección, que producen plagas o enfermedades; esta actividad se realiza cuando se presenta el daño.

* **Podas de mantenimiento.** Consiste en eliminar chupones, que son brotes (ejes ortotrópicos) que crecen a lo largo del tallo principal y que se aprovechan de la savia de la planta, disminuyendo la producción; se debe eliminar también el exceso de ramas.

* **Cosecha.** Es escalonada a lo largo del año, con diferentes productos y subproductos, es manual; para especies con demasiada altura se utiliza una vara larga que en su extremo lleva un gancho afilado para la cosecha de frutos muy altos. Se debe tratar de no dejar frutos tirados en el suelo, para evitar problemas con mosca de la fruta. En el caso de los maderables se utiliza motosierra y se trató de dirigir la caída para evitar el daño a otras especies.

7.3.4. Especies del sistema y su propagación

Al comienzo de este proyecto, se llevó a cabo un curso-taller sobre la propagación de las especies del sistema como actividad complementaria de este trabajo junto con los productores interesados; en el cual se les explicó la importancia de este trabajo, las actividades a realizar y los beneficios a obtener.

La actividad consistió en propagar sexual y asexualmente las especies que más adelante serían utilizadas en la implementación del sistema; previniendo de alguna manera la disponibilidad suficiente de planta en caso de ser insuficiente la adquirida por otros medios.

Para lo anterior se tomaron como base los trabajos realizados por varios autores con las especies de interés, presentando en la Tabla 7 las diferentes formas de propagación descritas por esos autores, obteniendo en algunos casos un gran porcentaje de éxito.

Tabla 7. Especies del sistema y su forma de propagación.

Especie	Fase de crecimiento	Forma de propagación	Referencia
<i>Anacardium occidentale</i>	Adulto	Semillas, acodos aéreos e injerto.	Clement y Villachica, 1994.
<i>Annanas comosus</i>	Adulto	Coronas, micropropagación y otras partes vegetativas.	Hartmann et al., 1990.
<i>Anona muricata</i>	Juvenil/adulto	Semillas, acodos aéreos e injerto.	Leakey y Jaenicke, 1995.
<i>Anona squamosa</i>	Juvenil/adulto	Semillas, acodos aéreos e injerto.	Leakey y Jaenicke, 1995.
<i>Azadirachta indica</i>	Adulto	Semillas, acodos aéreos y estacas.	Chander et al., 1996.
<i>Brosimum alicastrum</i>	Adulto	Semillas y estacas.	Leakey y Simons, 1997.
<i>Bursera simaruba</i>	Juvenil/adulto	Estacas y chupones de raíz.	Martin, 1997.
<i>Cedrela odorata</i>	Adulto	Semillas.	Leakey y Simons, 1997.
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Juvenil/adulto	Semillas e injerto.	Clement y Villachica, 1994.
<i>Citrus aurantifolia</i>	Juvenil/adulto	Injerto, semillas y micropropagación	Hartmann et al., 1990.
<i>Citrus sinensis</i>	Juvenil/adulto	Injerto, semillas y micropropagación	Hartmann et al., 1990.
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Adulto	Semillas.	Leakey y Simons, 1997.
<i>Cocos nucifera</i>	Adulto	Semillas y micropropagación	Clement y Villachica, 1994.
<i>Cordia dodecandra</i>	Adulto	Semillas.	Leakey y Simons, 1997.

<i>Dendropanax arboreus</i>	Adulto	Semillas y chupones de raíz.	Newton y Jones, 1993.
<i>Diospyros digyna</i>	Juvenil/adulto	Semillas, acodos aéreos e injerto.	Leakey <i>et al.</i> , 1990.
<i>Erythrina standleyana</i>	Juvenil/adulto	Estacas y semillas.	Brennan, 1992.
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Adulto	Semillas.	Leakey y Simons, 1997.
<i>Mammea americana</i>	Adulto	Semillas y acodos aéreos.	Clement y Villachica, 1994.
<i>Mangifera indica</i>	Juvenil/adulto	Injerto, semillas, acodo aéreo y micropropagación.	Hartmann <i>et al.</i> , 1990.
<i>Manilkara sapota</i>	Adulto	Semillas e injerto.	Leakey <i>et al.</i> , 1990.
<i>Pasiflora edulis</i>	Juvenil/adulto	Semillas, acodos aéreos y estacas.	Hartmann <i>et al.</i> , 1990.
<i>Pimenta dioica</i>	Adulto	Semillas.	Longman, 1993.
<i>Piscidia piscipula</i>	Adulto	Semillas.	Newton y Jones, 1993.
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Juvenil/adulto	Semillas, estacas y chupones.	Longman, 1993.
<i>Simarouba glauca</i>	Adulto	Semillas.	Leakey y Simons, 1997.
<i>Spondias radlkefari</i>	Adulto	Estacas.	Martin, 1997.
<i>Swietenia macrophylla</i>	Adulto	Semillas.	Tchoundjeu y Leakey, 1996.

7.4. Etapa de planeación

En esta etapa se planeó cuales serían las especies más adecuadas para hacer la intervención agroforestal en el huamil; estimando con ello su “valor cultural” a través del índice propuesto por Figueroa (2000), donde:

* La intensidad de uso (I_{uz}) se considera como el porcentaje de usos en los que aparece una especie z.

- * La frecuencia de mención (Fm_z) es el porcentaje de menciones para la especie z del total de menciones, considerando el uso para el productor.
- * El valor de uso total para la especie z (Vu_{tz}) es la sumatoria de todos los valores de uso de la especie z en la categoría de uso x (Vu_x) a (Vu_n).

El IIC tiene la siguiente expresión matemática: $IIC = \Sigma (lu_z + Fm_z + Vu_{tz})$

Donde:

$$lu_z = \frac{\text{No. de usos de la especie z para los productores}}{\text{No. total de usos para las especies y los productores}} \quad (100)$$

$$Fm_z = \frac{\text{No. de menciones de la especie z para los usos y los productores}}{\text{No. total de menciones de todas las especies para los usos y los productores}} \quad (100)$$

$$Vu_z = \frac{\text{No. de menciones de la especie z para un uso x para los productores}}{\text{No. total de menciones de las especies para un uso x y para los productores}} \quad (100)$$

$$Vu_{tz} = \Sigma (Vu_x + Vu_y + Vu_z \dots + Vu_n)$$

7.4.1. Especies forestales

Una vez definidas las especies forestales del huamil mejorado, se muestrearon cinco plantas de cada especie por hectárea, a las cuales se les midió su altura para determinar el largo aprovechable, utilizando para ello a una persona que escaló los árboles más altos y una cinta métrica de 30 m.

Para sacar el área transversal se siguió el método descrito por Tuset (1986), primeramente se estima el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las muestras, para lo cual se midió el diámetro tomado aproximadamente a 1.30 m desde el nivel del suelo, incluyendo la corteza; para hacerlo se uso el instrumento llamado forcípula forestal o calibre forestal.

El dato del DAP se multiplica por un valor constante (0.7854) y así se obtiene el área transversal, o sea la superficie del círculo ubicado en el árbol a 1.30 m desde el suelo. En el capítulo de resultados se presentan en una tabla los valores obtenidos para el componente forestal en el huamil.

Vea el siguiente ejemplo para un árbol de *Bursera simaruba*.

Si su DAP con forcípula = 40 cm.

$$\text{Área transversal (AT)} = 0.40 \times 0.40 \times 0.7854 = 0.125 \text{ m}^2$$

Dado que existe una gran heterogeneidad en cuanto a especies, alturas y diámetros en el SAF, el cálculo del volumen total de madera es una estimación y se prosiguió de la siguiente manera:

1. Para los árboles con DAP de - 10 cm y considerando un largo aprovechable de 5 m = $0.10 \times 0.10 \times 5 \times 0.7854$ (valor constante) $\times 155$ (árboles con ese DAP) = 6.08 m^3

2. Para los árboles con DAP de 10 a 25 cm y considerando un largo aprovechable de 12 m = $0.17 \times 0.17 \times 12 \times 0.7854$ (valor constante) $\times 192$ (árboles con ese DAP) = 52.29 m^3

3. Para los árboles con DAP de 25 a 40 cm y considerando un largo aprovechable de 15 m = $0.32 \times 0.32 \times 15 \times 0.7854$ (valor constante) $\times 83$ (árboles con ese DAP) = 100.12 m^3

4. Para los árboles con DAP de + 40 cm y considerando un largo aprovechable de 18 m = $0.40 \times 0.40 \times 18 \times 0.7854$ (valor constante) $\times 21$ (árboles con ese DAP) = 47.50 m^3

7.4.2. Especies frutales y herbáceas

Una vez definidas las especies frutales y herbáceas del huamil mejorado, se muestrearon cinco plantas de cada especie en producción provenientes de los solares o huertos tropicales de la zona. Se tomaron los datos de los solares o huertos caseros porque representan fielmente las preferencias del productor y su familia hacia determinada especie, ya sea por su sabor, adaptabilidad a la zona, valor económico o simplemente por el gusto.

Se pidió permiso a los dueños de los solares para cuantificar la producción de fruta mediante una balanza, estimando los rendimientos por planta por año; preguntando al mismo tiempo la edad a la que comenzaron a producir, dado que la mayor parte de estas especies provienen de semilla y son locales.

Esta estimación del rendimiento de las especies frutales permitirá mediante las adecuadas prácticas de manejo, obtener beneficios económicos de una gran cantidad de productos, al mismo tiempo, de programar a futuro otras actividades como la comercialización.

7.4.3. Utilización y frecuencia

La utilización expresa la importancia de cada especie seleccionada para el huamil mejorado en cuanto a su funcionalidad para el productor; es decir, si es muy utilizada, medianamente utilizada o poco utilizada.

La frecuencia indica la repetición de una especie ya sea en el huamil para el caso de los forestales, o en los solares que fueron tomados como referencia para el caso de los frutales y las herbáceas.

Los datos se obtuvieron en los recorridos de campo hechos a los huamiles junto con los productores y los realizados a los solares o huertos tropicales.

En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos sobre la utilización que representa cada especie así como la frecuencia con la que se le puede encontrar en el huamil mejorado; lo cual resultó por una selección (a través del índice de importancia cultural) de las mejores especies arbóreas y arbustivas que fueron identificadas previamente en un huamil, la selección de las mejores especies frutales y herbáceas identificadas en los solares del área de estudio y la disponibilidad de éstas.

Tabla 8. Utilización y frecuencia de las especies.

Especie	Utilización	Frecuencia
<i>Anacardium occidentale</i>	2	3
<i>Annanas commosus</i>	1	3
<i>Anona muricata</i>	1	3
<i>Anona squamosa</i>	1	1
<i>Azadirachta indica</i>	2	1
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	2
<i>Bursera simaruba</i>	2	3
<i>Cedrela odorata</i>	3	3
<i>Chrysophyllum cainito</i>	2	2
<i>Citrus aurantifolia</i>	2	2
<i>Citrus sinensis</i>	2	2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	1
<i>Cocos nucifera</i>	2	1
<i>Cordia dodecandra</i>	2	3
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	1
<i>Diospyros digyna</i>	2	2
<i>Erythrina standleyana</i>	2	2
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	1
<i>Mammea americana</i>	1	1
<i>Mangifera indica</i>	3	2

<i>Manilkara sapota</i>	3	3
<i>Pasiflora edulis</i>	1	1
<i>Pimenta dioica</i>	1	1
<i>Piscidia piscipula</i>	1	2
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	3
<i>Simarouba glauca</i>	2	2
<i>Spondias radlkafari</i>	2	1
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	3

Utilización. Expresa la importancia de la especie en cuanto a su utilización para el productor:

- (3) Muy utilizada, especie con más de tres usos.
- (2) Medianamente utilizada, especie con dos usos.
- (1) Poco utilizada, especie con un uso.

Frecuencia. Representa la repetición de la especie:

- (3) Alta frecuencia (70 - 100%)
- (2) Media frecuencia (31 - 69%)
- (1) Baja frecuencia (1 - 30%)

7.5. Etapa de implementación

Primero, las especies no seleccionadas del huamil, así como las enfermas, mal formadas o con algún tipo de daño correspondientes a la vegetación secundaria, se eliminaron; no en su totalidad ni de una sola vez, sino paulatinamente; dejando pequeños claros de manera aleatoria y respetando la presencia de componentes de importancia económica, lo cual se aprecia mejor en el módulo que se ubica en el capítulo de resultados.

Segundo, se seleccionaron las especies que formaron parte de los 28 componentes del sistema; las que de manera natural se encontraban en el huamil y las que fueron adquiridas o propagadas; aunque presentaran distintos tamaños de desarrollo.

Quinto, el tiempo para el desarrollo de este proyecto de manera inicial o cuando menos para el establecimiento definitivo no duró más de dos años; aunque se sabe que varios de los productos y servicios a obtener son en el mediano y largo plazo.



7.5.1. Importancia de las asociaciones

Puesto que los árboles son especies importantes en el huamil mejorado, uno se puede referir a su manejo para propósitos prácticos, como su asociación en el sistema con los frutales y herbáceas. Desde el punto de vista académico, se puede decir que este manejo de asociación representa procesos que se encuentran dentro de la interfase cultivo-árbol (anteriormente descritas) y que éstas pueden ser positivas o negativas.

El buscar un equilibrio entre una especie y otra de manera que no se vean afectadas por la presencia de alguna es el manejo de asociaciones; sus manifestaciones buscan la compatibilidad de componentes, las necesidades diferentes de nutrimentos del suelo a diferentes niveles, distintos requerimientos de agua y zonas de exploración del manto freático, diferentes tiempos en que se puede encontrar en el área de producción dando un efecto sucesional, diferentes épocas de producción y diferentes plagas y enfermedades que lo atacan. Todo en el huamil con intervención agroforestal.

La magnitud de los efectos interactivos entre los árboles y otras especies del huamil dependen de: las características de las especies, su densidad de plantación, arreglo espacial y el manejo de los árboles. Manipular densidades y arreglos, es probablemente el método más poderoso de capitalizar los efectos benéficos de los árboles, mientras que simultáneamente se reducen los negativos.

Las metas prácticas de manejo buscaron aumentar el rendimiento de los productos deseados, disminuyendo su crecimiento y por ende, la competencia de los componentes indeseables; en muchos casos, la operación de manejo pudo lograr ambas metas simultáneamente. Las opciones de manejo para lograr un crecimiento incrementado fueron: mejoramiento del clima, fertilización, aplicación de abono, riego, labranza del suelo y especies adaptadas. Las opciones de manejo para lograr un crecimiento disminuido fueron: poda, desmoche, poda de raíz, surcado, sombra excesiva y herbicidas.

7.5.2. Importancia de las interacciones

Las interacciones se refieren a la influencia de una especie del huamil mejorado sobre el desempeño de las demás, así como en el huamil como un todo; su importancia ha sido bien reconocida pero su conocimiento es más bien limitado.

El éxito del huamil deberá radicar fuertemente en la explotación de las interacciones ecológicas y económicas; aunque la duración máxima de vida (más de 25 años) hace que los mecanismos y procesos sean extremadamente difíciles. Sin el conocimiento de estos mecanismos es imposible generalizar y extrapolar resultados de un estudio a condiciones similares en otros lugares.

El dejar especies útiles en la parcela, ofreció cierto grado de sombra que fue benéfico para varias especies, lo cual asemeja en alguna medida la condición natural de la selva; con ello varias especies se vieron más beneficiadas que cuando son establecidos a pleno sol, la bifurcación que presentan así como el ataque de plagas es mucho mayor (ej.: caoba, cedro rojo, chacáh roja y blanca, chicozapote, maracuyá, negrito y siricote), ver Figura 19.



Figura 19. Árbol sin bifurcación y con bifurcación.

8. RESULTADOS

8.1. Identificación de especies forestales en un huamil

En la Tabla 9 se muestran los resultados de 139 especies forestales y su importancia para los productores que cuentan con huamil en sus parcelas.

Tabla 9. Identificación de especies forestales.

Especie	Huamil joven (menos de 15 años)	Huamil maduro (más de 15 años)	Importancia para el productor
<i>Acacia collinsii</i>	X		Nula
<i>Acacia gaumeri</i>	X		Nula
<i>Acacia glomerosa</i>	X		Nula
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	X		Nula
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	X		Nula
<i>Aechmea bracteata</i>	X		Nula
<i>Ardisia ascallonioides</i>	X		Nula
<i>Asemnanthe pubescens</i>	X		Nula
<i>Astronium graveolens</i>	X		Nula
<i>Ayenia pusilla</i>	X		Nula
<i>Azadirachta indica</i>	X		Alta
<i>Bauhinia divaricata</i>	X		Baja
<i>Bauhinia unguolata</i>	X		Baja
<i>Bravaisia tubiflora</i>	X		Nula
<i>Brosimum alicastrum</i>		X	Alta
<i>Bucidas buceras</i>		X	Media
<i>Bumelia celastrina</i>	X		Nula
<i>Bursera simaruba</i>		X	Alta
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>		X	Baja

<i>Caesalpinia gaumeri</i>		X	Media
<i>Caesalpinia platyloba</i>		X	Alta
<i>Caesalpinia violacea</i>		X	Alta
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>		X	Media
<i>Callicarpa acuminata</i>		X	Nula
<i>Camaravia latifolia</i>		X	Nula
<i>Cecropia insignis</i>	X		Nula
<i>Cecropia obtusifolia</i>	X		Nula
<i>Cedrela odorata</i>		X	Alta
<i>Ceiba aesculifolia</i>		X	Baja
<i>Ceiba pentandra</i>		X	Media
<i>Ceratophytum tetragonolobum</i>	X		Nula
<i>Chiococca alba</i>	X		Nula
<i>Chrysophyllum cainito</i>		X	Alta
<i>Clethra mexicana</i>	X		Nula
<i>Coccoloba diversifolia</i>		X	Alta
<i>Coccoloba spicata</i>	X		Nula
<i>Coccothrinax readii</i>	X		Nula
<i>Cordia dodecandra</i>		X	Alta
<i>Cordia sebestana</i>		X	Nula
<i>Cosmocalyx spectabilis</i>		X	Alta
<i>Croton glabellus</i>	X		Nula
<i>Croton nivens</i>	X		Nula
<i>Dalbergia glabra</i>	X		Nula
<i>Dalbergia stevensonii</i>		X	Alta

<i>Dendropanax arboreus</i>		X	Alta
<i>Diospyros cuneata</i>	X		Nula
<i>Diospyros verae-crucis</i>	X		Nula
<i>Diphyssa carthagenensis</i>		X	Media
<i>Drypetes laterifolia</i>	X		Nula
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		X	Baja
<i>Erythrina standleyana</i>	X		Alta
<i>Erythroxylum confusum</i>		X	Media
<i>Esembeckia berlandierii</i>	X		Nula
<i>Eugenia axillaris</i>	X		Nula
<i>Eupatorium albicaule</i>	X		Nula
<i>Exothea diphylla</i>		X	Nula
<i>Ficus yucatanensis</i>		X	Nula
<i>Guazuma ulmifolia</i>	X		Baja
<i>Guettarda combsii</i>	X		Nula
<i>Guettarda elliptica</i>	X		Nula
<i>Gymnanthes lucida</i>	X		Nula
<i>Gymnopodium floribundum</i>	X		Nula
<i>Hampea trilobata</i>		X	Baja
<i>Helicteres baruensis</i>	X		Nula
<i>Hemiangium excelsum</i>	X		Nula
<i>Hura crepitans</i>		X	Nula
<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	X		Nula
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	X		Nula
<i>Jatropha gaumeri</i>		X	Nula
<i>Krugiodendron ferreum</i>		X	Nula

<i>Lasiacis divaricata</i>	X		Nula
<i>Leucaena glauca</i>	X		Baja
<i>Leucaena leucocephala</i>	X		Baja
<i>Licaria peckii</i>	X		Nula
<i>Lonchocarpus castilloi</i>		X	Media
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		X	Nula
<i>Lonchocarpus xul</i>		X	Nula
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>		X	Baja
<i>Luehea speciosa</i>	X		Nula
<i>Lysiloma latisiliquum</i>		X	Alta
<i>Malmea depressa</i>		X	Baja
<i>Malpighia emarginata</i>	X		Nula
<i>Manilkara sapota</i>		X	Alta
<i>Martinia annua</i>	X		Nula
<i>Mastichodendron foetidissimum</i>		X	Baja
<i>Matayba oppositifolia</i>		X	Nula
<i>Metastelma schlechtendalii</i>	X		Nula
<i>Metopium brownei</i>		X	Alta
<i>Mimosa bahamensis</i>	X		Nula
<i>Mimosa hemiendyta</i>	X		Nula
<i>Neea tenuis</i>	X		Nula
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	X		Nula
<i>Orbignya cohume</i>		X	Nula
<i>Otopappus guatemalensis</i>	X		Nula
<i>Phitecellobium leucospermum</i>		X	Nula

<i>Pimenta dioica</i>		X	Alta
<i>Piscidia comunis</i>		X	Media
<i>Piscidia piscipula</i>		X	Alta
<i>Pithecellobium albicans</i>		X	Nula
<i>Pithecellobium mangense</i>		X	Nula
<i>Pithecellobium ungis-cacti</i>	X		Nula
<i>Platymiscium yucatanum</i>		X	Baja
<i>Pouteria campechiana</i>		X	Media
<i>Pouteria reticulata</i>		X	Baja
<i>Pouteria unilocularis</i>		X	Media
<i>Pseudobombax ellipticum</i>		X	Alta
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>		X	Nula
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	X		Nula
<i>Psychotria nervosa</i>	X		Nula
<i>Randia aculeata</i>		X	Nula
<i>Randia longiloba</i>		X	Nula
<i>Rhacoma gaumeri</i>	X		Nula
<i>Sabal mexicana</i>		X	Media
<i>Santhoxylum kellermanii</i>		X	Baja
<i>Sapium caribaeum</i>		X	Nula
<i>Schizolobium parahybum</i>		X	Nula
<i>Sebastiana adenophora</i>		X	Nula
<i>Sebastiana longicuspis</i>		X	Nula
<i>Senna obtusifolia</i>	X		Nula
<i>Senna racemosa</i>	X		Nula

<i>Simarouba glauca</i>		X	Alta
<i>Spondias radlkefari</i>		X	Alta
<i>Swartzia cubensis</i>		X	Alta
<i>Swartzia panamensis</i>		X	Alta
<i>Swietenia macrophylla</i>		X	Alta
<i>Talisia floresii</i>	X		Nula
<i>Tetrapteria laurifolia</i>		X	Nula
<i>Thevetia ahouai</i>	X		Nula
<i>Thevetia gaumeri</i>	X		Media
<i>Thouinia paucidentata</i>		X	Nula
<i>Thrinax radiata</i>	X		Baja
<i>Trema micrantha</i>	X		Nula
<i>Trophis racemosa</i>		X	Nula
<i>Turbina corymbosa</i>		X	Media
<i>Vitex gaumeri</i>		X	Baja
<i>Vitex kuylenni</i>		X	Nula
<i>Vochysia hondurensis</i>		X	Nula
<i>Zanthoxylon kellermanii</i>		X	Nula
<i>Zuelania guidonia</i>	X		Nula

Importancia para el productor: Nula= especie sin valor económico. Baja= especie sin valor económico pero que puede ser medicinal. Media= especie con poco valor económico y que sirve para construcciones rurales, puede ser maderable, frutal o medicinal. Alta= especie maderable o frutal de gran valor económico.

Aplicando el “Índice de Importancia Cultural” a las 139 especies forestales, resultaron las siguientes para la intervención agroforestal: *Azadirachta indica*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Coccoloba diversifolia*, *Cordia dodecandra*, *Dendropanax arboreus*, *Erythrina standleyana*, *Lysiloma latisiliquum*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias radlkefari* y *Swietenia macrophylla*.

8.2. Identificación de especies frutales y herbáceas en la zona

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de los recorridos de campo y las entrevistas en los solares de Noh-Bec resultando en total 41 especies frutales y herbáceas; así como su importancia para el productor.

Tabla 10. Identificación de especies frutales y herbáceas.

Nombre científico	Nombre común	Importancia para el productor
<i>Aloe barbadensis</i>	Sábila	Baja
<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	Alta
<i>Annanas comosus</i>	Piña	Alta
<i>Anona muricata</i>	Guanábana	Alta
<i>Anona reticulata</i>	Anona	Media
<i>Anona squamosa</i>	Saramuyo	Alta
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Baja
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	Media
<i>Calocarpum mammosum</i>	Mamey	Media
<i>Capsicum frutescens</i>	Chile	Baja
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Media
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	Epazote	Baja
<i>Chnidoscolus chayamansa</i>	Chaya	Media
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Alta
<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón	Alta
<i>Citrus limettoides</i>	Lima	Baja
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	Media

<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Alta
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Baja
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Alta
<i>Coriandrum annum</i>	Cilantro	Baja
<i>Cymbopogon citratus</i>	Zacate limón	Baja
<i>Diospyros digyna</i>	Zapote negro	Alta
<i>Hylocereus undatus</i>	Pitahaya	Baja
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Jitomate	Media
<i>Mammea americana</i>	Zapote domingo	Alta
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Alta
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	Media
<i>Manilkara sapota</i>	Chicozapote	Alta
<i>Meliococcus bifugatus</i>	Mamoncillo	Media
<i>Mentha piperita</i>	Menta	Baja
<i>Musa spp.</i>	Plátano	Media
<i>Nopalea gaumeri</i>	Nopal	Baja
<i>Origanum berlandieri</i>	Orégano	Baja
<i>Pasiflora edulis</i>	Maracuyá	Alta
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Media
<i>Phaseolus lunatus</i>	Frijol	Media
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Baja
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela	Media
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	Media
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Media

Importancia para el productor: Baja= autoconsumo con poco valor económico. Media= autoconsumo y algunas veces venta. Alta= autoconsumo pero principalmente venta.

Aplicándoles el “Índice de Importancia Cultural” a las 41 especies que fueron identificadas en los solares, resultaron las siguientes para la intervención agroforestal: *Anacardium occidentale*, *Annanas commosus*, *Anona muricata*, *Anona squamosa*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Cocos nucifera*, *Diospyros digyna*, *Mammea americana*, *Mangifera indica*, *Manilkara sapota* y *Pasiflora edulis*.

8.3. Especies seleccionadas para el huamil mejorado

En la Tabla 11 se mencionan las 28 especies vegetales definitivas que conformaron el sistema agroforestal en el huamil; su presencia o ausencia en el transcurso de los años, dependerá del tipo de componente, la tolerancia a cierto grado de sombra, disponibilidad de agua en épocas secas, ataque de plagas y enfermedades o simplemente la preferencia por otro tipo de especie.

Tabla 11. Especies vegetales seleccionadas.

Especie	Nombre común	Forma de vida
<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón, pajuil, cashú, caja, espavel y mijao.	Arbusto
<i>Annanas comosus</i>	Piña.	Herbácea
<i>Anona muricata</i>	Guanábana, catoche, graviola y tak'oop.	Arbusto
<i>Anona squamosa</i>	Saramuyo y anona.	Arbusto
<i>Azadirachta indica</i>	Neém, árbol de nim y margosa.	Árbol
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón, capomo, ojite, O'ox, osh, nazareno, ojoche, mujú, mojo, jinocuabe, ox, masico, feguó y guaimaro.	Árbol
<i>Bursera simaruba</i>	Chacchacáh, palo mulato, indio pelado, jinocuabe, quiote y chaca.	Árbol
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo, cedro amargo, red cedar, ku'ulché y cedro tropical.	Árbol
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito y Chi'keej.	Árbol
<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón, zuudtz y limón agrio.	Arbusto
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja, Chu'juk pa'kal y china.	Arbusto
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Saklop, carnero, uvero, papaturro, bobillo, sakloop, ubero, bob y bobo.	Árbol
<i>Cocos nucifera</i>	Coco y cocoó.	Palma

<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote, cópite, trompillo, copté, palo de asta, k'ópté y cupape.	Árbol
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchacáh, chaca blanca, palo santo, carne de pescado y mano de león.	Árbol
<i>Diospyros digyna</i>	Zapote negro, zapote prieto, totocizapoti y ta'uch.	Arbusto
<i>Erythrina standleyana</i>	Colorín, poró y pichoco.	Arbusto
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalám y salam.	Árbol
<i>Mammea americana</i>	Zapote domingo, mamey amarillo, zapote de niño, zapote, zapote amarillo, mamey de Santo Domingo, ruri, abricateira, mamey de Cartagena, abricotier, mami, abricot des Antilles, mamaya, mamaja, mamieboom y abricot pays.	Árbol
<i>Mangifera indica</i>	Mango, manguier, manga, mangó, mangot, mangotine, mangue, manja, kajanna, bobbie manja y mangaboom.	Árbol
<i>Manilkara sapota</i>	Chicozapote, zapotillo, chicle, níspero, zapote chico, ya', zapote, sapotillier, sapodilla, yaá, cochitzapoti, iztactzapoti, ccaxmuttza, mispu, muyazapot, mispel, sapotille, sapatija, mispelboom y chico.	Árbol
<i>Pasiflora edulis</i>	Maracuyá y fruta de la pasión.	Herbácea
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta, pimienta negra, pimienta de Tabasco, pimienta gorda, pimentón, malaguete, patolote, xocoxóchitl y pimienta de Jamaica.	Árbol
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín, chijol, habin y ja'bin.	Árbol
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Amapola, clavelina, lele, amapola blanca, fromagier y ponchote.	Árbol
<i>Simarouba glauca</i>	Negrito, aceituno, pasa'ak y pasak'.	Árbol
<i>Spondias radlkafari</i>	Jobo, ciruelo y abal.	Árbol
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba, Mahoni, mahogany, Mahok, pu'una'ab y acajou.	Árbol

En la Figura 20, se presenta esquemáticamente la ubicación de las especies vegetales en el módulo agroforestal demostrativo de huamil mejorado.

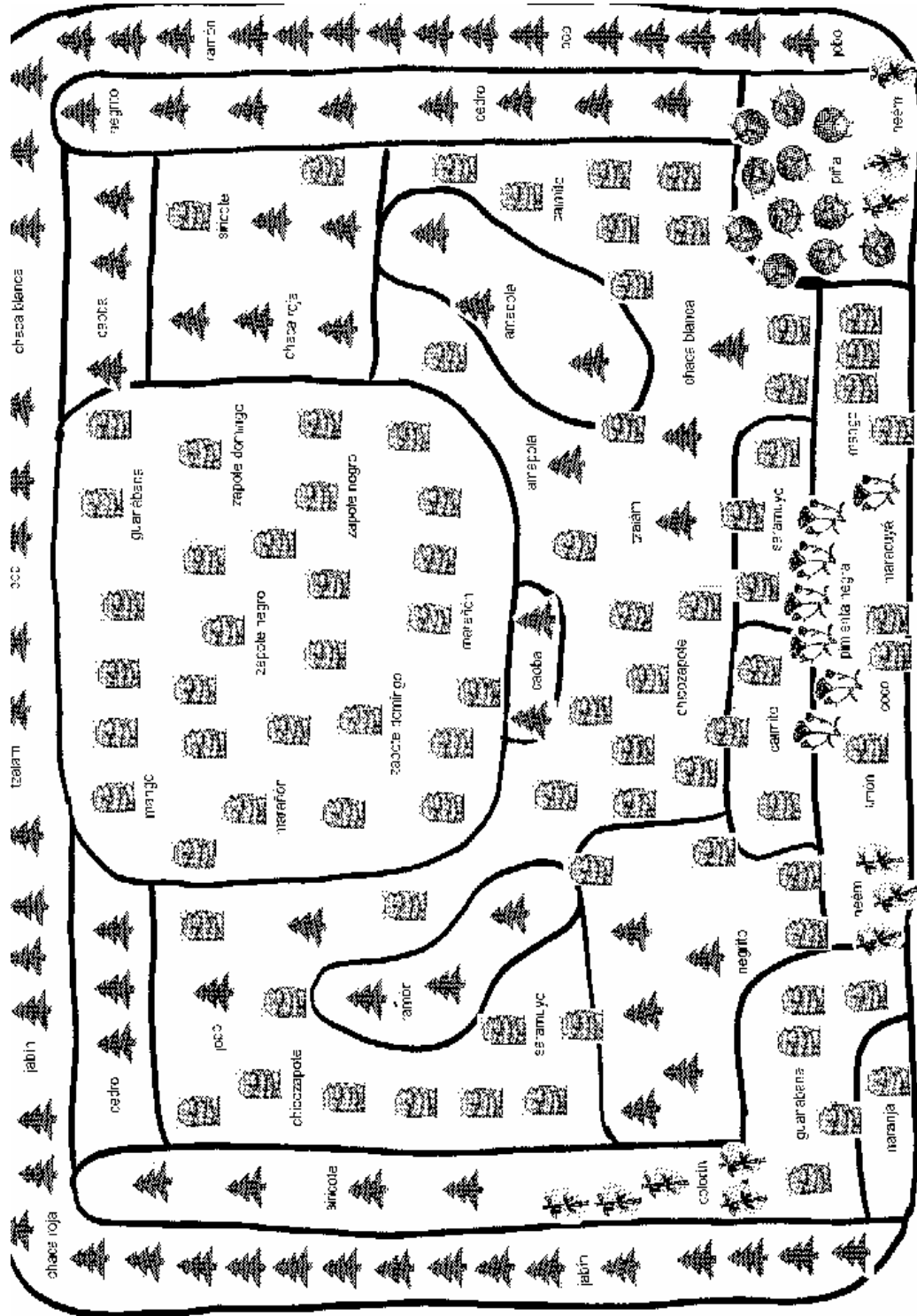


Figura 20. Módulo agroforestal en el huamil.

8.4. Productos y servicios de las especies del huamil

En la Tabla 12 se presentan los diversos productos y servicios de las especies vegetales para el sistema agroforestal de huamil mejorado.

Tabla 12. Productos y servicios de las especies.

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Anacardium occidentale</i>	X				X	X	X						X	X		X		X
<i>Annanas commosus</i>	X					X	X						X		X			
<i>Anona muricata</i>	X				X		X	X						X	X			X
<i>Anona squamosa</i>	X				X	X	X			X								X
<i>Azadirachta indica</i>	X	X	X		X			X		X			X	X				X
<i>Brosimum alicastrum</i>	X	X	X		X	X	X		X	X	X			X				X
<i>Bursera simaruba</i>	X		X		X	X				X	X			X				X
<i>Cedrela odorata</i>	X	X			X					X	X	X		X			X	X
<i>Chrysophyllum cainito</i>	X	X			X		X		X	X			X	X				X
<i>Citrus aurantifolia</i>	X	X			X		X			X			X	X	X			X
<i>Citrus sinensis</i>	X	X			X		X			X			X	X	X			X
<i>Coccoloba diversifolia</i>	X	X			X					X	X	X		X			X	X
<i>Cocos nucifera</i>	X				X		X							X				X
<i>Cordia dodecandra</i>	X	X			X		X			X	X	X		X			X	
<i>Dendropanax arboreus</i>	X				X					X	X			X				X
<i>Diospyros digyna</i>	X				X		X							X				X
<i>Erythrina standleyana</i>	X		X		X	X								X				X

<i>Lysiloma latisiliquum</i>	X	X			X					X	X	X		X			X	X
<i>Mammea americana</i>	X				X		X							X				X
<i>Mangifera indica</i>	X				X		X			X				X	X			X
<i>Manilkara sapota</i>	X	X			X		X		X		X	X		X			X	X
<i>Passiflora edulis</i>	X						X	X										
<i>Pimenta dioica</i>	X	X		X	X					X				X				X
<i>Piscidia piscipula</i>	X	X			X					X	X	X		X			X	X
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	X				X					X	X			X	X			X
<i>Simarouba glauca</i>	X				X		X			X	X			X	X			X
<i>Spondias radlkefari</i>	X		X		X					X	X			X				X
<i>Swietenia macrophylla</i>	X	X			X					X	X			X				X

1) Captura de carbono. 2) Carbón. 3) Cerca viva. 4) Condimento. 5) Conservación del agua. 6) Forraje. 7) Fruta. 8) Insecticida. 9) Látex. 10) Leña. 11) Madera para aserrar. 12) Madera para construcción. 13) Medicinal. 14) Mejoramiento del suelo. 15) Miel. 16) Nuez. 17) Postes para casa. 18) Sombra.

Esta diversificación permitió ir obteniendo paulatinamente diversos productos, los cuales principalmente fueron destinados al consumo familiar, excepto los maderables, pues ya tienen un mercado definido aunque hay que precisar que para poderlos aprovechar en diámetros comerciales los permisos de aprovechamiento son laboriosos y un poco tardados.

8.4.1. Características de las especies forestales

En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos sobre el rendimiento de las especies forestales presentes en el módulo agroforestal de huamil.

Tabla 13. Características del componente forestal.

Especie	Plantas / ha	Tipo de madera	Altura prom. (m)	Área Transversal por planta
<i>Azadirachta indica</i>	4	Sin valor	1	*
<i>Brosimum alicastrum</i>	8	Exótica	0.6	*
<i>Bursera simaruba</i>	30	Blanda	15	DAP = 40 cm AT = 0.125 m ²
<i>Cedrela odorata</i>	15	Preciosa	1	*
<i>Coccoloba diversifolia</i>	3	Dura	12	DAP = 25 cm AT = 0.049 m ²
<i>Cordia dodecandra</i>	16	Exótica	1	*
<i>Dendropanax arboreus</i>	5	Blanda	20	DAP = 30 cm AT = 0.070 m ²
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5	Dura	20	DAP = 40 cm AT = 0.125 m ²
<i>Erythrina standleyana</i>	7	Sin valor	1	*
<i>Pimenta dioica</i>	2	Dura	0.6	*
<i>Piscidia piscipula</i>	7	Dura	25	DAP = 40 cm AT = 0.125 m ²
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	30	Blanda	18	DAP = 40 cm AT = 0.125 m ²
<i>Simarouba glauca</i>	10	Blanda	15	DAP = 15 cm AT = 0.017 m ²
<i>Spondias radlkefari</i>	6	Blanda	10	DAP = 18 cm AT = 0.025 m ²
<i>Swietenia macrophylla</i>	15	Preciosa	0.8	*

* AT no cuantificada por ser arbolitos muy pequeños de menos de 1m de altura.

8.4.2. Características de las especies frutales y herbáceas

En la Tabla 14 se muestran resultados sobre una perspectiva de rendimiento de las especies frutales y herbáceas presentes en el módulo agroforestal de huamil, en relación a la edad que tienen y en la que comienzan a producir.

Tabla 14. Características del componente frutal y herbáceo.

Especie	Plantas / ha	Edad promedio (años)	Edad a que producen (años)	Rend. Estim. (Kg. / planta / año)
<i>Anacardium occidentale</i>	6	1	6	8
<i>Annanas comosus</i>	12	0.7	2	0.5
<i>Anona muricata</i>	6	0.5	6	10
<i>Anona squamosa</i>	1	1	6	10
<i>Chrysophyllum cainito</i>	10	10	8	4.5
<i>Citrus aurantifolia</i>	4	1	6	25
<i>Citrus sinensis</i>	4	1	6	30
<i>Cocos nucifera</i>	1	2	4	10
<i>Diospyros digyna</i>	2	0.5	8	7.5
<i>Mammea americana</i>	2	0.5	20	50
<i>Mangifera indica</i>	2	0.5	10	35
<i>Manilkara sapota</i>	12	3	15	35
<i>Passiflora edulis</i>	2	1	3	5

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la estrategia seguida para el mejoramiento de los huamiles en Noh-Bec se manifiesta la importancia de este recurso natural principalmente por los productos que se pueden obtener (ej.: materiales para construcción, animales de caza, miel, látex y productos medicinales) al mismo tiempo que por los servicios ofrecidos (ej.: captura de carbono, conservación del suelo, recarga de mantos acuíferos y hábitat para la fauna silvestre).

Aunque los cambios de uso del suelo en la zona manifiestan que los huamiles como parte del sistema de roza-tumba-quema ya no ofrecen a los productores los mismos rendimientos como en tiempos pasados por lo cual ha habido una sustitución hacia actividades más remunerativas; esto como consecuencia de la demanda de más productos para los habitantes locales, así como la apertura de nuevas áreas para cultivos monoespecíficos demandados por la creciente poblacional.

Los huamiles sin un esquema de manejo, ofrecen pocas expectativas para su evolución hacia selva clímax en el futuro, por lo cual se deben mejorar utilizando como base las especies que de manera natural se encuentran en él. Este mejoramiento se logra al reemplazar especies silvestres de poca importancia económica para el productor por especies frutales y/o maderables de mayor interés económico; tratando de mantener la estructura del sistema natural.

A través de la agroforestería se puede vislumbrar un esquema de manejo adecuado para el mejoramiento de estos huamiles, dado que, además de incluir factores técnicos de producción, reconocen a los factores sociales como una medida mucho más importante de éxito para una tecnología agroforestal que para una simple tecnología silvícola o agrícola de alta inversión y con orientación comercial. En este sistema de huamil mejorado se manejaron tres componentes diferentes (forestales, frutales y herbáceas), pero hubo una importante dominancia del forestal sobre el frutal y herbáceo.

¿Por qué fue de esta manera? Porque la mayoría de ellos son muy abundantes en el huamil, no requieren de mayores cuidados y tardan mucho tiempo para ser aprovechados; en tanto que los frutales y herbáceas fueron plantados y muchos de ellos tenían 1m de altura. Aunque lo anterior provocó un efecto de sombreado que influyó en el desarrollo de los componentes recién establecidos.

Los frutales forman parte importante en la alimentación, además generan sombra y forraje; cuando se tienen algunos excedentes, los ingresos económicos permiten amortiguar el gasto familiar. En cuanto a la producción de los árboles frutales, se dio de manera escalonada a lo largo del año, fue muy diversa y muy constante cuando el árbol entró en plena producción; pero el problema con la mosca de la fruta, ocasionó pérdidas considerables en las siguientes especies: caimito, chicozapote, cítricos, guanábana, jobo, mamey, mango, saramuyo y zapote negro.

Aunque el problema del rendimiento, sobre todo para el componente frutal y herbáceo es claramente notorio, pues disminuye con la presencia de un sombreado en algunas partes excesivo. Esta baja del rendimiento puede apreciarse sobre el crecimiento más no sobre la calidad final del producto; por ello solo fueron incluidos el maracuyá y la piña en este sistema.

Bajo estas condiciones hubo más diversidad de productos que forman parte de la alimentación diaria del productor en épocas del año de poca abundancia sobre todo de las frutas regionales. Así, existe la opción de poder comercializar frutas de mayor valor económico y de seguir manteniendo especies maderables que a futuro son fuente de ingresos.

Cabe mencionar que el huamil debe seguir estrategias de conservación y aprovechamiento y no quedar aislado; aunque los logros parciales que pudieran estarse alcanzando, siempre deben desembocar en un intercambio de experiencias, en el diseño de nuevas propuestas y estrategias que integren los logros acumulados, para ahorrar camino a quienes se inician en los sistemas agroforestales.

10. CONCLUSIONES

El huamil como parte tradicional de la roza-tumba-quema, es un sistema biológico muy complejo con diferentes etapas de sucesión hacia monte alto. Con una gran diversidad de especies vegetales que se pueden manejar y aprovechar a través de una adecuada intervención agroforestal para un mayor beneficio económico; mostrando en sus componentes un gran potencial para el desarrollo de nuevos sistemas agroforestales.

Los huamiles de Noh-Bec, representan una fuente de trabajo que debe alentarse aún más entre los productores que cuentan con este tipo de vegetación, pues dados los múltiples productos y servicios que ofrece puede convertirse en un detonante importante para el desarrollo económico de la región.

La idea de que el huamil es una zona improductiva se rechaza, porque aun sin intervención alguna este tipo de vegetación ofrece productos (ej.: materiales para construcción, animales de caza, miel, látex y productos medicinales) y servicios (ej.: captura de carbono, conservación del suelo, recarga de mantos acuíferos y hábitat para la fauna silvestre).

A través de la intervención agroforestal en el huamil, se logró sustituir especies de poco o ningún valor para el productor y sin esquema de manejo, por especies que ellos mismos seleccionaron de sus solares o huertos caseros; con ello el manejo no se complicó dado que existía un conocimiento previo sobre las mismas.

De acuerdo a la metodología de diagnóstico y diseño (D&D) se identificaron todas las especies arbóreas y arbustivas de un huamil, reconociendo así 139 especies en este tipo de vegetación; así como las especies frutales y herbáceas más aceptadas en los solares o huertos caseros, reconociendo así 41 especies de importancia económica.

Mediante la aplicación del índice de importancia cultural a las 139 especies identificadas del huamil, así como a las 41 especies de los solares, se seleccionaron para la intervención agroforestal las siguientes: *Anacardium occidentale*, *Annanas comosus*, *Anona muricata*, *Anona squamosa*, *Azadirachta indica*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Coccoloba diversifolia*, *Cocos nucifera*, *Cordia dodecandra*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros digyna*, *Erythrina standleyana*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mammea americana*, *Mangifera indica*, *Manilkara sapota*, *Pasiflora edulis*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias radlkafari* y *Swietenia macrophylla*.

Con las 28 especies seleccionadas se estableció exitosamente el módulo demostrativo en el huamil; seleccionando primeramente sus mejores componentes e incorporando posteriormente los mejores frutales identificados en los solares, para obtener así una gama diversificada de productos y servicios, con una mayor aceptación por parte de los usuarios de la tierra.

Los resultados sobre el rendimiento del componente forestal maderable en el huamil mejorado indican que sus componentes cuentan con un volumen de 206 m³ lo que representa para el mediano plazo un buen ingreso económico por concepto de la venta de madera. Para el componente frutal se esperan rendimientos aproximados a 1000 kg de fruta por año en el mediano y largo plazo.

El interés en el mejoramiento de los huamiles debe motivar un involucramiento cada vez mayor en la actividad agroforestal, el cual debe seguir una estrategia con un método que vaya de menos a más, adoptando al final este sistema bajo un nuevo paradigma con visión de futuro, el cual buscará resolver un problema y no encontrar una respuesta *per se* porque saber mejorar los huamiles puede ser menos importante que lo que se puede hacer con ellos a futuro.

11. LIMITANTES Y RECOMENDACIONES

La intervención agroforestal en el huamil solo fue desarrollada durante un periodo corto (2 años) y en una zona específica (Noh-Bec) por lo que se requiere de estudios más amplios al respecto dado que el sistema de huamil es muy complejo.

En el presente estudio no se realizó una investigación experimental dado las limitantes del tiempo y la complejidad misma del sistema; aunque debe servir de motivación e inicio para la realización de otro tipo de trabajos que permitan obtener mayores datos.

Para poder aprovechar al máximo los huamiles, es preciso enriquecerlos o mejorarlos, para obtener de ellos un mayor número de satisfactores para el ser humano; una manera práctica de lograrlo es incorporando componentes con alto valor comercial, los cuales pueden estar integrados por maderas preciosas tropicales u otros árboles frutales.

Pero al mismo tiempo se deben buscar nuevos mercados para la comercialización de estos productos para muchos desconocidos, dado que la falta de mercados propicia de alguna manera que estas especies no sean aprovechadas y si sean destruidas.

Para lo cual se requiere de generar conciencia a diferentes niveles políticos: local, municipal y estatal para generar políticas adecuadas y promover lo que aquí se ha recomendado.

No hay necesidad ni es conveniente regresar al sistema original (selva clímax), sino que hay que llevarla al máximo aprovechamiento posible (huamil mejorado) y una manera de lograrlo es a través de la agroforestería.

12. LITERATURA CITADA

- Aguilar L., J. M. 2001. Agroforestería de finca en Noh-Bec, Quintana Roo. Tesis de licenciatura. FES-C, Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.
- Aguilar L., J. M. 2003. Sistema agroforestal con árboles multiestratos en Cuauhtémoc, Quintana Roo. *In: Memorias del Congreso Nacional Agronómico*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 7 pp.
- Altieri, M. 1993. Agroecología, conocimiento tradicional y desarrollo rural sustentable. pp: 671 - 681.
- Ayala, A. 2002. Barbechos cultivados para el mejoramiento de la agricultura maicera de roza, tumba y quema en el sur de Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 137 pp.
- Bandy, E. D., P. D. Garrity, and P. Sanchez. 1993. The worldwide problem of slash and burn agriculture. *Agroforestry Today* 5 (3): 2 - 6.
- Barrera-Bassols, N., S. Medellín M., and B. Ortiz E. 1984. Exceptional abundance: traditional resource management in the totonac community of Plan de Hidalgo, Veracruz. United Nations Research Institute for Rural Development (UNRISD) Centro Tepoztlán. Transformation of Rural Mexico Series, Number 2. D. F., México. pp: 69 - 80.
- Barrow E., C. W. 1991. Evaluating the effectiveness of participatory agroforestry extension programmes in a pastoral system, based on existing traditional values: a case study of the Turkana in Kenya. *Agroforestry Systems* 14: 1 - 21.
- Bellón, M. 1993. Conocimiento tradicional, cambio tecnológico y manejo de recursos: saberes y prácticas productivas de los campesinos en el cultivo de variedades de maíz en un ejido de Chiapas. p. 321.

- Brennan E., B. 1992. A new grafting technique for *Erythrina*, *Leucaena*, and possibly other nitrogen fixing tree species. N-Fixing Tree Research Reports 10: 83 - 85.
- Brown, S., and A. Lugo. 1990. Tropical secondary forests. Journal of Tropical Ecology 6: 1 - 32.
- Brown, D., and K. Schreckenberg. 1998. Shifting Cultivators as Agents of Deforestation: assessing the evidence, natural resource perspective number 29, April 1998. Overseas Development Institute, London. p. 55.
- Budowski, G. 1990. Homegardens in tropical America, a review. *In: Tropical homegardens*. Landauer K., and Brazil M. (eds.). Selected papers from an international workshop held in Bandung, Tokyo. pp: 3 - 8.
- Buschbacher, R. 1990. Natural forest management in the humid tropics. Ecological, social, and economic considerations. AMBIO 19(5): 253 - 258.
- Caballero, J. 1990. El uso de la diversidad vegetal en México: tendencias y perspectivas. *In: Leff y Carabias*. (coord.). pp: 203 - 208.
- Castillo E., J. R. 1998. Evaluación socioeconómica *ex ante* de una plantación agroforestal mixta para el norte de Quintana Roo. Tesis de Maestría. UADY. Mérida, Yucatán. 146 pp.
- Chander, H., R. Singh, and B. Mandal. 1996. Effect of auxin on number of leaves per cutting and length of main branch in neem *Azadirachta indica*. Ann. Biol., 12: 50 - 57.
- Clement, C., and H. Villachica. 1994. Amazonian fruits and nuts: potential for domestication in various agroecosystems. *In: Tropical Trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources*. Leakey, R. B., and Newton, A. C. (eds.). HSMO, London. pp: 230 - 238.

- Consejo Regional Agropecuario Forestal y de Servicios de Xpujil. 1993. Bosque Modelo para Calakmul. Ecología Productiva. SARH. Campeche, Campeche, México. 65 pp.
- Contreras G., A. 2000. Evaluación y Manejo de especies arbóreas de uso múltiple con productores en la Zona Maya de Quintana Roo y la Reserva de Calakmul, Campeche. INIFAP e ICRAF. Quintana Roo, México. 18 pp.
- Conway, G. 1995. The depletion of natural resources: the impact of food. *In: A 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment*. IFPRI and National Geographic Society. Washington, D. C., USA. p. 18.
- Cortina V., H. S. 1991. Efectos de los planes de desarrollo sobre la producción de maíz en el ejido de Becanchén, Yucatán. Tesis de maestría en ciencias (Bot.). Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. pp: 10 - 40.
- De Clerck, A., and P. Negreros C. 2000. Plant species of traditional Mayan homegardens of Mexico as analogs for multistrata agroforest. *Agroforestry Systems* 48 (3): 303 - 317.
- Del Amo R., S. 1991. Management of secondary vegetation for artificial creation of useful rain forest in Uxpanapa, Veracruz, Mexico. An intermediate alternative between transformation and modification. *In: Rain Forest Regeneration and management*. Gómez-Pompa, T. C. Whitmore, and M. Hadley. (eds.). Man and the Biosphere Series 6: 336 - 343.
- Del Amo R., S., and J. M. Ramos. 1993. Use and management of secondary vegetation in a humid tropical area. *Agroforestry Systems* 21: 27 - 42.
- Del Amo R., S. 1994. Desarrollo Sostenible. Serie Cuadernos de Conservación. PRONATURA, A. C. 48 pp.

- Dirección Técnica Forestal de la Sociedad de Productores Forestales del Estado de Quintana Roo S. C. 1990. Plan de manejo integral forestal para los bosques de la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo S. C. Chetumal, México. 559 pp.
- Dirección Técnica Forestal de la Organización de Ejidos Forestales de la Zona Maya. 1998. Programa de manejo de los bosques del ejido Santa María. Documento Interno. Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México. 30 pp.
- Dubois L., J. 1987. Impacto de los sistemas agroforestales en el desarrollo integral de las comunidades rurales del trópico americano. *In: Memorias de la Reunión Nacional de Silvicultura*. Bogotá, Colombia. pp: 172 - 184.
- Duch G., J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. SCRUI. UACH. Chapingo, Estado de México. pp: 4 - 10.
- Duch G., J. 1995. Disturbio Forestal y Agricultura Milpera Tradicional en la Porción Central del Estado de Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. UACH, México. 314 pp.
- FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin 32. FAO, Rome, Italy. pp: 7 - 15.
- FAO. 1985. Tropical Forestry Action. Food and Agricultural Organization. Rome, Italy. p. 15.
- FAO. 1997. State of the World's Forests 1997, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. p. 200.

- Figueroa S., M. 2000. Uso agroecológico, actual y potencial de especies arbóreas en una selva baja caducifolia perturbada del suroeste del Estado de México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 120 pp.
- Flores T., J. 1991. Desarrollo disforme y conflictos campesinos en Yucatán. Los milperos frente a Banrural. ECAUADY/UACH. Mérida, Yucatán. p. 8.
- Flores, S., e I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 3: 135.
- Foundation BOS. 1993. Management of tropical secondary rain forest in Latin America. Today's challenge, tomorrow's accomplished fact? National Reference, Center for Nature, Forest and Landscape of the ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. pp: 6 - 9.
- Galleti, H. 1992. Aprovechamientos e industrialización forestal. *In*: Desarrollo y perspectivas en Quintana Roo: los retos del fin de siglo. CIQRO, A.C. Chetumal, Quintana Roo, México. pp: 101 - 153.
- Gispert, M., A. Gómez y A. Núñez. 1992. Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares. Cultura y manejo de los recursos naturales II: 575 - 623.
- Gligo, N. 1995. The present state and future prospects of the environmet in Latin America and the Caribbean. CEPAL Review 55. p. 33.
- Gómez-Pompa, A. 1987. On Maya Silviculture Mexican Studies. Regents of the University of California. Estudios Mexicanos 3(1): 1 - 17.
- Hansen, K. 1997. Final Report: draft chapter 1, background paper No. 1. World Commission on Forests and Sustainable Development. p. 8.

- Hartmann, H., D. Kester, and F. Davies. 1990. Plant Propagation-Principles and Practices. 5th edition, Prentice Hall. Englewood Cliffs, N. J. p. 647.
- Hildebrand, P. E. 1986. Perspectives on Farming Systems Research and Extension. Lynne Rienner, Boulder, CO, USA. p. 6.
- House P., R. 1995. Estudio botánico 1. La biodiversidad en huertos caseros del municipio de Morocelli, El Paraíso, Honduras. Proyecto Huertos Caseros, CATIE / CIID. pp: 17 - 19.
- International Centre Research Agroforestry. 1997. Redefining agroforestry-an opening Pandora's box? Agroforestry Today 9 (1): 5.
- Jiménez, J., F. Bautista., M. Ruenes., A. Mizrahí., I. Sohn y A. Mendoza. 1996. Documento de presentación del departamento de manejo y conservación de los recursos naturales tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 182 pp.
- Krishnamurthy, L. 1990. The Potential of Homegardens for Nutritional Security and Ecological Protection in Rural México. V International Congress of Ecology. Yokohama, Japan. p. 28.
- Krishnamurthy, L. 1999. Agroforestería Básica. Serie de textos básicos para la formación ambiental N°3. Red de Formación Ambiental, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. D. F., México. 340 pp.
- Krishnamurthy, L., I. Rajagopal y A. Arroyo. 2003. Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural. Alternativas productivas. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. D. F., México. pp 11 - 99.

- Leakey, R., J. Mesen, Z. Tchoundjeu, K. Longman, and P. Muthoka. 1990. Low-Technology Techniques for the Vegetative Propagation of Tropical Trees. *Common Wealth For. Rev.*, 69: 243 - 247.
- Leakey, R., and H. Jaenicke. 1995. The domestication of indigenous fruit trees: opportunities and challenges for agroforestry. *In: Proceedings 4th International BIO-REFOR Workshop*. Suzuki, K., Sakurai, S., Ishii, K., and Norisada, M. (eds.). Tokyo, Japan. pp: 15 - 26.
- Leakey, R., and A. Simons. 1997. When does vegetative propagation provide a viable alternative to propagation by seed in forestry and agroforestry in the tropics and sub-tropics? *In: Problem Forestry in Tropical and Sub-Tropical Countries-The Procurement of Forestry Seed-The Example of Kenya*. p. 21.
- Leff, E., J. Carabias y A. Batis. 1990. Recursos naturales, técnica y cultura. Estudios y experiencias para un desarrollo alternativo. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades. UNAM, México. 145 pp.
- Leff, E. 1993. La cultura y los recursos naturales en la perspectiva del desarrollo sustentable: una nota introductoria. *In: Leff y Carabias. (coord.)*. pp: 39 - 53.
- Lok, R. 1998. Huertos Caseros Tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 233 pp.
- Longman K., A. 1993. Tropical trees: propagation and planting manuals. Rooting cuttings of tropical trees. Common Wealth Science Council. London. pp: 3 - 10.
- Lowe J., J., K. Power, and S. L. Gray. 1994. Canada's Forest Inventory 1991, Information Report PI-X-115, Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forest Service. p. 67.

- Macario P., A. 1991. La repoblación natural en una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo bajo aprovechamiento forestal. Tesis de Maestría en Ciencias en Botánica. Colegio de Postgraduados, México. pp: 39 - 45.
- Martin F., W. 1997. The Living fence, its role on the small farm. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO), World Wide Web, [http: // www.xc.org/echo/tnfentbl.htm](http://www.xc.org/echo/tnfentbl.htm)
- Martín del Campo, D. 1999. Los artistas del machete: chicle. Crónica de las empresas sociales. SEDESOL y FONAES. D. F., México. 107 pp.
- Medrano, H. 1997. Estudio de los sistemas agroforestales del Municipio de Escárcega, Campeche. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. pp: 48 - 114.
- Morales V., C. 1988. Identificación de una zona de agricultura de subsistencia y sus perspectivas de integración regional en la Península de Yucatán. México. p. 12.
- Musálem S., M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 120 pp.
- Nair, P. K. R. 1993. Do tropical homegardens elude science, or is it the other way around? *Agroforestry Systems* 53 (2): 239 - 245.
- Nair, P. K. R. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH. Chapingo, Edo. de México. 543 pp.
- Negreros-Castillo, P., M. Ávila y M. Magaña. 1995. Fallow vegetation in the tropics: an opportunity for sustainable management through agroforestry. *Women in Nat. Res.*, 17: 32 - 53.

- Newton A., and A. Jones. 1993. The water status of leafy cuttings of four tropical tree species in mist and non-mist propagation systems. *J. Hort. Sci.*, 68: 680 - 683.
- Niñez, V. 1985. Introduction: household gardens and small-scale food production. Editorial. *Food and Nutrition Bulletin* 7(3): 1 - 5.
- Ochoa, L. 1998. Conocimiento de mujeres y hombres sobre las especies de uso medicinal y alimenticio en los huertos caseros de Nicoya, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas Vol. 5 N° 17 - 18*. CATIE e ICRAF. Turrialba, Costa Rica. pp: 4 - 11.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. 2da edición. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. D. F., México. 521 pp.
- Raintree J., B. 1987. The state-of-the-art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems* 5: 219 - 250.
- Raintree J., B. 1991. Socioeconomic attributes of trees and tree planting practices. *FAO, Rome*. pp: 7 - 15.
- Ramos, J., and S. Del Amo R. 1992. Enrichment planting in a tropical secondary forest in Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management* 54: 289 - 304.
- Rao R., M., and Coe R. D. 1991. Measuring crop yields in on-farm agroforestry studies. *Agroforestry Systems* 15: 275 - 289.
- Rao R., M., P. K. R. Nair, and K. Ong C. 1998. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 38: 3 - 50.

- Rocheleau, D., L. Ross., J. Marrobel y R. Hernández. 2000. Sistemas Agroforestales en Zambrana-Chacuey en la República Dominicana: un enfoque de género. *Agroforestería en las Américas* Vol. 7 N° 25. CATIE, ICRAF y USDA. Turrialba, Costa Rica. pp: 15 - 22.
- Rowe, R., N. Sharma, and J. Browder. 1992. Deforestation: problems, causes and concerns. *In: Managing the World's Forests: looking for balance between conservation and development.* Narendra P. Sharma, Kendall / Hunt Publishing Co., Iowa. pp: 33 - 45.
- Sarukhán, J. y J. Maas. 1990. Bases ecológicas para un manejo sostenido de los ecosistemas: el sistema de cuencas hidrológicas. *In: Leff y Carabias.* (coord.). pp: 10 - 12.
- Secretaría de la Reforma Agraria. 1990. Depuración censal carpeta básica del Ejido Noh-Bec, Delegación Agraria de Q. Roo. Chetumal, México. pp: 5 - 45.
- Scherr, S. 1991a. On-farm research: the challenges of agroforestry. *Agroforestry Systems* 15: 95 - 110.
- Scherr, S. 1991b. Methods for participatory on-farm agroforestry research: summary proceedings of an international workshop. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Nairobi, Kenya. 77 pp.
- Shaner, W. W., Philip, P. E., and Schmel, W. R. 1982. *Farming Systems Research and Development.* West view Press, Boulder, CO, USA. p. 8.
- Simons, L. 1998. Indonesia: plague of fires. *National Geographic Magazine*, August 1998. pp: 100 - 119.
- Smyth, T. J., and J. B. Bastos. 1984. Alteracoes na fertilidade em un latossolo amarelo alico pela queima de vegetacao. *Revista Brasileira de Ciencia de Solo* 8: 127 - 132.

- Sodeik, E. 1999. El diseño de estrategias participativas para proyectos forestales en África occidental: dos estudios de caso en Benin. Documento de la Red 24e. Red Forestal para el Desarrollo Rural. Reino Unido. pp: 1 - 12.
- Soemarwoto, O., and G. R. Conway. 1991. The Javanese homegarden. *Farming Systems Research-Extension* 2(3): 95 - 117.
- Somarriba, E. 1998. Diagnóstico y diseño agroforestal. *Agroforestería en las Américas* Vol. 5 N° 17 - 18. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF). Turrialba, Costa Rica. pp: 8 - 22.
- Steffen, L., B. Walker., I. Ingram, and G. Koch. 1992. Global Change and Terrestrial Ecosystems: the operational plan. IGBP Report 21 Stockholm. p. 5.
- Sunderlin, W., and J. Rodriguez. 1996. Cattle, Broadleaf Forests, and the Agricultural Modernization Law of Honduras: the case of Olancho, occasional paper No.7, CIFOR, Indonesia. p. 20.
- Terán, C. S. y Rasmussen, H. C. 1992. La milpa bajo roza-tumba-quema en el siglo XVI. *In: La Modernización de la Milpa en Yucatán: utopía o realidad.* Zizumbo, V. D., H. C. Rasmussen, R. L. M. Arias y S. C. Terán. (eds.). Centro de Investigación de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp: 29 - 64.
- Tchoundjeu, Z., and R. Leakey. 1996. Vegetative propagation of African Mahogany: effects of auxin, node position, leaf area and cutting length. *New Forests* 11: 125.
- Toledo, M., E. Cortes., P. Moguer, and J. Ordoñez. 1994. The Ethnic Groups of Tropical Zones in Mexico. Estudio de Diagnóstico del Programa de Acción Forestal Tropical. pp: 3 - 7.

- Torquebiau, E. 1990. Los conceptos de la Agroforestería: una introducción. ICRAF, Nairobi, Kenya. 45 pp.
- Tuset, R. 1986. Forestación para productores agropecuarios. Estimación de la madera existente en un bosque. B. A. Argentina. pp: 133 - 151.
- World Commission on Forests and Sustainable Development. 1998. Our Forests, Our Future, Summary of Draft Report, WCFSD Sec., Winnipeg. p. 41.
- Young M., K., and S. A. Ryan. 1992. Using Environmental Indicators to Promote Environmentally, Ecologically and Socially-Sustainable Resources Use: a policy-orientated methodology, EPAT/MUCIA, manual. The Environmental and Natural Resources Policy and Training Project. pp: 1 - 34.
- Zúñiga, J. y R. Marsh. 1994. Estudio Nutricional del Proyecto Huertos Caseros AVRDC, en Centroamérica. Proyecto Huertos Caseros AVRDC, San José, Costa Rica. pp: 4 - 18.