



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**AGROFORESTERIA DE FINCA EN NOH-BEC,
QUINTANA ROO.**

708635

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA**

ASESOR DE TESIS: M.C. EDVINO JOSAFAT VEGA ROJAS

CUAUTITLAN IZCALLIEDO. DE MEX., 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ATN. Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Agroforestería de finca en Noh - Bec, Quintana Roo."

que presenta el pasante Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna
con número de cuenta: 09301013-9 para obtener el título de
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 8 de enero de 2001

PRESIDENTE M.C. Edvino Josafat Vega Rojas

VOCAL M.C. Jesús M. Gamboa González

SECRETARIO Biol. Elva Martínez Holguin

PRIMER SUPLENTE Q. Celia E. Valencia Islas

SEGUNDO SUPLENTE Biol. Marcos Espadas Resendiz

A G R A D E C I M I E N T O S .

A Dios Nuestro Señor y a la Santísima Virgen María de Guadalupe.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, me permitió realizar la carrera de Ingeniero Agrícola.

A todos los productores del sector agropecuario y forestal, porque a través de sus experiencias y conocimientos transmitidos, clarifican la condición del campo mexicano.

Al ejido Noh - Bec, por brindarme recursos y permitir la realización de este trabajo.

Al grupo agroforestal del ejido Cuauhtémoc, por las entrevistas sostenidas y apoyo técnico.

A la familia Benitez Reyes, por su valiosa ayuda, amistad y confianza.

Al Sr. Benjamín Castillo Aké, por su confianza, valiosa colaboración y aportaciones al presente trabajo.

Al Ph.D. Lamski Krishnamurthy, por sus grandes enseñanzas y experiencias transmitidas para hacer de este trabajo algo muy significativo.

Al M. en C. Edvino Josafat Vega Rojas y a los H. miembros del jurado, por las atenciones y dirección profesional de esta tesis.

J M E A L .

DEDICATORIAS .

A Dios Nuestro Señor y a la Santísima Virgen María de Guadalupe.

A mi padre, Lic. Jesús Apolonio Aguilar Gutiérrez; con gratitud y respeto porque con su apoyo incondicional he logrado formarme profesionalmente.

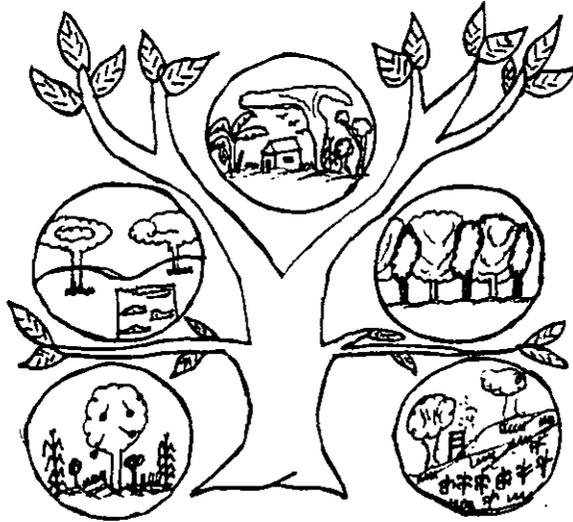
A mi madre, Sra. Graciela Luna Bringas; porque con su cariño las dificultades de la vida se hacen menos.

A mi hermano, San Juan Itzcóatl Aguilar Luna; dado que de alguna manera contribuyó a la culminación de este trabajo.

A mi hermana, Guadalupe Ixchel Viridiana Aguilar Luna; esperando que el presente sirva de ejemplo a la superación académica.

A mi hermana, Jensent Priscila Aguilar Luna; por el especial cariño que le tengo y la esperanza puesta en ella.

J M E A L .



EL DÉCIMO PRIMER MANDAMIENTO. Deberás trabajar la tierra siendo el mejor administrador, evitando su erosión y conservando su productividad de generación en generación; deberás proteger los campos cultivados contra plagas, enfermedades y maleza, los cuerpos de agua contra la desecación, los bosques y selvas contra la desolación, y demás recursos contra la sobreexplotación.

De esta manera, tus descendientes podrán tener gran abundancia toda una eternidad; pero si fallas en la sostenibilidad de recursos, los campos productivos se volverán estériles, los terrenos pedregosos o barrancos inútiles y tus descendientes vivirán en la miseria desapareciendo por siempre de la Tierra.



J M E A L .



ÍNDICE.

	Pág
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
I.1. Objetivos.....	3
I.2. Hipótesis.....	3
II. LA AGROFORESTERÍA.....	4
II.1. Historia.....	4
II.2. Definiciones.....	6
II.3. Conceptos.....	6
II.3.1. Silvicultura comunitaria.....	7
II.3.2. Silvicultura en tierras agrícolas.....	7
II.3.3. Silvicultura social.....	7
II.4. Clasificación.....	8
II.4.1. Estructural de sistemas.....	9
II.4.2. Por función de los sistemas.....	9
II.4.3. Ecológica.....	10
II.4.4. Por criterios socioeconómicos.....	10
III. SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL TRÓPICO.....	11
III.1. Agroforestales secuenciales.....	12
III.1.1. Agricultura migratoria.....	12
III.1.2. Sistema Taungya.....	13
III.2. Agroforestales simultáneos.....	14
III.2.1. Árboles en asociación con cultivos perennes.....	14
III.2.2. Árboles en asociación con cultivos anuales.....	14
III.2.3. Huertos caseros mixtos.....	15
III.3. Silvopastoriles.....	17
III.3.1. Árboles en asociación con pastos.....	17
III.3.2. Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.....	18
III.3.3. Árboles forrajeros.....	18

IV. AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.....	19
IV.1. Principios ecológicos para el desarrollo de agroecosistemas.....	22
IV.2. Origen y conceptos de agricultura sostenible.....	24
IV.3. Sostenibilidad de los huertos familiares en Quintana Roo, México.....	26
IV.4. La sostenibilidad desde el punto de vista biológico.....	27
IV.5. Impacto ambiental y seguridad alimentaria.....	30
V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
V.1. Ubicación geográfica.....	32
V.2. Características biofísicas.....	32
V.2.1. Clima.....	32
V.2.2. Suelo.....	33
V.2.3. Flora.....	34
V.2.4. Fauna.....	35
V.3. Aspectos socioeconómicos.....	36
VI. METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO.....	37
VI.1. Investigación en finca (IEF).....	38
VI.2. Características del Sistema Agroforestal (SAF).....	38
VI.3. Disposición / Interacción de los componentes.....	39
VI.4. Prácticas de manejo y calendarización.....	41
VI.5. Proceso y establecimiento.....	42
VI.6. Evaluación del Sistema Agroforestal (SAF).....	44
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
VIII. CONCLUSIONES.....	47
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	48

X. ANEXOS.....	51
1. Glosario.....	52
2. La agroforestería desarrollada como un interespacio entre la agricultura y la silvicultura en favor de los países tropicales en desarrollo.....	56
3. Principales enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales.....	57
4. Un panorama de los sistemas agroforestales en los trópicos.....	58
5. Presentación esquemática de la composición estructural de un huerto casero javanés (Pekarangan).....	60
6. Presentación esquemática de una zonación de canopia vertical que es típica de un huerto casero chagga en las laderas del monte Kilimanjaro, Tanzania.....	61
7. Principales componentes de los huertos caseros tropicales seleccionados del mundo.....	62
8. Aspectos biofísicos y socioeconómicos de huertos tropicales seleccionados del mundo.....	63
9. Árboles de uso múltiple frecuentes en los huertos caseros del trópico mexicano.....	64
10. Medidas de acción para el desarrollo forestal sostenible.....	65
11. Aspectos biológico-ecológicos a considerar para alcanzar un desarrollo ecológicamente sensato.....	66
12. Elementos de la sostenibilidad.....	67
13. Prácticas agroforestales utilizadas por los mayas.....	68
14. Diferentes usos del "osh".....	69
15. Mapa geográfico de Noh-Bec, Quintana Roo.....	70
16. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa y vientos en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. (Promedios de 1981 a 1999).....	71
17. Climodiagrama.....	72
18. Presentación esquemática de la composición estructural del huerto casero mixto. Noh-Bec, Quintana Roo, México.....	73
19. Croquis de un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto.....	74
20. Referencias técnicas de los componentes vegetales.....	75

RESUMEN.

Agroforestería de finca es un concepto que como tal, forma parte de los sistemas agroforestales; dada su diversidad e importancia en la economía familiar, ha visto una evolución del origen y elementos que lo conforman, siempre manteniendo un diseño que imita a las selvas tropicales. Para cumplir de una manera eficaz los objetivos de este sistema agroforestal, es preciso considerar los siguientes aspectos: productividad, factibilidad financiera, sostenibilidad y adoptabilidad; considerando las prácticas y sistemas que en la zona se han desarrollado a través del tiempo mediante el proceso de ensayo y error.

Bajo los conceptos anteriores, en este proyecto se conforma un módulo cuyos componentes son unidades forestales, frutales, herbáceas y animales de solar; considerando una estructura fisionómica en relación a la estratificación vertical y horizontal, así como su funcionalidad en espacio y tiempo. Los resultados indican un elevado rendimiento de cada unos de los componentes, lo que se traduce en beneficios a corto, mediano y largo plazo, con un escalonamiento de la diversidad en los productos y servicios tales como: frutas, verduras, legumbres, tubérculos, carne, condimentos, forraje, madera, leña, pieles, latex, sombra y materia orgánica para la productividad del suelo.

Dentro de las consideraciones y conclusiones finales para motivar la realización de este proyecto, se destaca la seguridad contra la pérdida de un solo cultivo, el asegurar productos para las necesidades básicas de alimentación y vivienda, la seguridad de empleo contra posibles riesgos y por último se conservan los recursos naturales y el medio ambiente, por lo que lo considero el agroecosistema más perfecto de la zonas tropicales.

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años ha habido un resurgimiento de la agroforestería; ésta es una amalgama que involucra diversas ciencias y técnicas relacionadas con la agricultura, silvicultura y ganadería, en armonía con la naturaleza y uso óptimo de los recursos naturales; es especialmente aplicable en las zonas tropicales de los países en desarrollo. En agroforestería de finca, se hacen presentes las asociaciones de árboles maderables, frutales, cultivos perennes o anuales, y animales; las prácticas y principios de manejo, tienden a hacer más eficiente el uso de la energía y el reciclaje de los recursos que se encuentran en el sistema o muy cercanos a él, manteniendo una mayor estabilidad y permanencia en el lugar.

El propósito fundamental de este trabajo, es rescatar las técnicas agroforestales tradicionales del ejido Noh-Bec, que por mucho tiempo han sido utilizadas, pero dadas algunas carencias que en ellas se presentan, es difícil reconocer que a partir de estas técnicas agroforestales los agricultores del lugar puedan desarrollar una estabilidad socioeconómica importante. Se requiere investigación científica reciente en la que las técnicas tradicionales se transformen en técnicas mejoradas útiles, de fácil asimilación y ejecución directa; para que de esta manera se satisfagan las necesidades básicas del ejido y que la difusión local permita abrir nuevas fronteras al conocimiento científico en comunidades como ésta, que realmente lo requieren, promoviendo la seguridad alimentaria y protección ambiental.

Un aspecto importante del presente trabajo, lo constituye la metodología de diagnóstico y diseño, la cual es específica en la valoración de las técnicas agroforestales, obteniendo resultados en un lapso de tiempo corto; para ello se requirió de un solar dentro del ejido mismo que se modificó para establecer el prototipo de un módulo agroforestal, el cual sirvió para trabajar y hacer las valoraciones correspondientes, considerando como variables las interacciones entre los componentes y las diferentes técnicas tradicionales.

El ejido presenta condiciones naturales favorables para el desarrollo de la agroforestería; dentro de las interacciones de los componentes, se presentaron interacciones positivas que mejoraron la producción, e interacciones negativas en la que hubo una disminución de la producción, la cual sería una limitante para la producción a gran escala. Por las principales actividades económicas que se realizan en este lugar, por el momento es poca la necesidad de tener un mejor aprovechamiento del suelo; sin embargo, se están realizando algunos experimentos importantes en este aspecto que han sido aceptados por la comunidad y que a futuro tendrán un mayor reconocimiento.

I.1. Objetivos.

1. Considerar a la agroforestería como una alternativa de aprovechamiento de los recursos naturales con aumento en la productividad vegetal y animal, asegurando la sostenibilidad alimenticia mediante el adecuado uso del suelo.
2. Desarrollar un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto, realizando un inventario de las especies y los principales usos; calendarizando actividades y prácticas de manejo.
3. Combinar lo mejor de la experiencia tradicional, con el empleo de nuevas técnicas agroforestales entre los habitantes de la comunidad, lo que se manifestará en un mejor desarrollo socioeconómico.

I.2. Hipótesis.

1. Si, se promueven adecuadamente las técnicas agroforestales mejoradas a las actualmente tradicionales; entonces, con las modificaciones a las condiciones de manejo y aprovechamiento de los recursos se obtendrán más alimentos por unidad de superficie.
2. Si, consideramos los supuestos de la metodología de diagnóstico y diseño para el desarrollo de un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto; entonces, la valoración de los componentes manifestará la importancia del sistema en la zona.
3. Si, se conjuntan las actividades de agroforestería de finca en trabajos prácticos; entonces, los beneficios con bajos requerimientos de capital y energía beneficiarán a los practicantes del sistema.

II. LA AGROFORESTERÍA.

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales, en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizados en asociaciones con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (CATIE, 1986).

Las técnicas agroforestales se utilizan en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. En regiones con suelos fértiles, los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente, estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presentan problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad en los suelos.

En general, la aplicación de técnicas agroforestales puede consolidar o aumentar la productividad de establecimientos agropecuarios y plantaciones forestales de diversas dimensiones, o por lo menos evitar que haya erosión del suelo y merma de la productividad en el curso de los años.

Los sistemas tradicionales de uso de la tierra en los trópicos, han visto más la reducción de los riesgos de las cosechas que el logro de una producción óptima. El deterioro de la capacidad productiva de la tierra, se debe en gran parte, a la deforestación y al uso inapropiado de los recursos; problemas que surgen por el aumento de la demanda en el uso de la tierra, el crecimiento demográfico y las cuestiones económicas que intensifican la producción agrícola. (CATIE, 1986). (1)

II.1. Historia.

King (1987) declara que en Europa, hasta la edad media, era costumbre general limpiar bosques degradados, quemar los residuos, cultivar plantas alimenticias por varios períodos en las áreas deforestadas, y plantar árboles, junto con, o después de sembrar cultivos anuales.

En Centroamérica, ha sido una práctica tradicional por mucho tiempo que los agricultores cultiven un promedio de dos docenas de especies de plantas en parcelas no más grandes que un décimo de hectárea. Un agricultor suele plantar cocotero o papaya con una capa inferior de plátano o de cítricos, una capa de arbustos de café o cacao, anuales de diferentes alturas tales como el maíz y finalmente una extensa superficie cubierta con calabaza. Tal mezcla tan compacta de diferentes plantas, cada una con estructura diferente, imita la configuración de las capas de los bosques tropicales mixtos (Wilken, 1977).

En el sur de Nigeria, se cultivan juntos ñame, maíz, calabaza y frijol bajo una cubierta de árboles dispersos (Forde, 1937). Los Yoruba sostienen que este sistema es un medio económico para mantener la fertilidad del suelo, así como para combatir la erosión y la filtración de nutrientes (Ojo, 1966).

En un puesto de avanzada del Imperio Británico en 1806, U. Pan Hle, un Karen de los bosques Tonze de la División Thararawaddy en Myanmar (Birmania), estableció una plantación de teca *Tectona grandis* usando un método que llamó "taungya", y lo presentó a Sir Dietrich Brandis, el Gobernador. Se reportó que Brandis dijo, "si se puede hacer que la gente haga esto, probablemente va a convertirse en la manera más eficiente de plantar teca" (Blanford, 1958). A partir de este inicio, la práctica se difundió ampliamente.

La filosofía dominante del sistema taungya era establecer plantaciones siempre que fuera posible utilizando trabajadores desempleados o sin tierra. En compensación por realizar estas tareas forestales, se permitió que los trabajadores cultivaran la tierra entre hileras de los árboles para obtener productos agrícolas.

1. Consultar, para aclaración de términos y palabras el ANEXO 1. Glosario.

Muchos de los factores y acontecimientos que durante los años setenta contribuyeron a la aceptación general de la agroforestería, como un sistema de manejo de la tierra que es aplicable tanto a la agricultura como al bosque son:

- * La re-evaluación de las políticas de desarrollo por el Banco Mundial.
- * Una re-examinación de las políticas forestales por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- * Un despertar del interés científico tanto por los cultivos intercalados como por los sistemas de fincas.
- * La deteriorada situación alimenticia en muchas áreas del mundo en desarrollo.
- * La difusión creciente de la deforestación y la degradación ecológica.
- * La crisis energética de los setenta y la consecuente escalada de precios y la escasez de fertilizantes.
- * El establecimiento por el Centro de Investigación de Desarrollo del Canadá (IDRC) de un proyecto para la identificación de las prioridades de investigación forestal tropical.

La FAO reorientó su enfoque y ayuda en dirección de los pobres del campo. Su nueva política, aunque no abandona las áreas tradicionales de desarrollo forestal, enfatizan la importancia de la silvicultura en el desarrollo rural (FAO, 1976). Los esfuerzos para diseñar programas grandes que dejaban que las comunidades locales se beneficiaran directamente de los bosques facilitó el camino para los nuevos conceptos agroforestales, tales como la silvicultura social, que fueron implantados en muchos países.

Bajo los auspicios del Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), se establecieron varios Centros Internacionales de Investigación Agrícola (IARCs) en diferentes partes del mundo para emprender investigación con el objeto de mejorar la productividad de los más importantes cultivos agrícolas (o animales) de los trópicos.

La preocupación ambiental también llegó a ser evidente, al mismo tiempo que estos cambios y desarrollos se estaban dando en los escenarios del uso de la tierra de la silvicultura y agricultura tropical. Los ecólogos dieron evidencia convincente de la influencia positiva de árboles y bosques sobre la estabilidad de los ecosistemas, y demandaron medidas para proteger el resto de los bosques, así como introducir más perennes leñosos en los sistemas de uso de la tierra y cambiar las actitudes para practicar la agricultura.

La iniciativa singular más importante, fue la que contribuyó al desarrollo de la agroforestería, vino del Centro Internacional de Investigación del Desarrollo (IDRC) de Canadá. En Julio de 1975, este Centro encomendó a John Bene, un canadiense infatigable, que emprendiera un estudio para:

- * Identificar lagunas significativas en la investigación y el entrenamiento forestal mundial.
- * Evaluar la interdependencia de silvicultura y agricultura en países tropicales de bajos ingresos y proponer investigaciones que conduzcan a la optimización de uso del suelo.
- * Formular programas de investigación forestal que prometan producir resultados de considerable impacto económico y social en los países en desarrollo.
- * Recomendar arreglos institucionales para realizar tal investigación efectiva y expeditamente.
- * Preparar un plan de acción para obtener apoyo internacional por donaciones.

El reporte del proyecto IDRC, por lo tanto, recomendaba el establecimiento de una organización internacional que apoyaría, planificaría y coordinaría, mundialmente, la investigación que combinara los sistemas del manejo de la tierra de la agricultura y la silvicultura. Esta propuesta fue generalmente bien recibida por las agencias bilaterales e internacionales; subsecuentemente, se estableció en 1977 el ICRAF (Consejo Internacional para la Investigación en Agroforestería). La antigua práctica de la agroforestería fue institucionalizada por primera vez.

Aunque desde los setenta muchos individuos e instituciones han hecho contribuciones valiosas para el entendimiento y desarrollo del concepto de la agroforestería, el ICRAF -renombrado en 1991 como el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería- ha jugado el papel líder en la recolección de información, conducción de investigaciones, disseminación de resultados, experimentación de nuevos enfoques, sistemas y en general, a través de la presentación de hechos contundentes, en el intento de reducir las dudas que todavía tienen unos cuantos escépticos.

II.2. Definiciones.

Björn Lundgren (1982) del ICRAF declaró que: Existe una confusión frecuente de definiciones, objetivos y potenciales de la agroforestería. Es bien presuntuoso definir la agroforestería como una forma exitosa del uso de la tierra que logra aumentar la producción y la estabilidad ecológica. Pero, con una selección incorrecta de combinación de especies, prácticas de manejo, falta de motivación y entendimiento de la gente, la agroforestería podría fallar exactamente como cualquier otra forma de uso de la tierra y aún sería agroforestería en el sentido objetivo de la palabra.

Una definición estrictamente científica de la agroforestería debería enfatizar dos características comunes a todas las formas de agroforestería y separarlas de las otras formas de uso de la tierra, estas son:

- * El cultivo deliberado de perennes leñosos en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de mezcla espacial o secuencial.
- * Debe haber interacción significativa (positiva y/o negativa) ecológica y/o económica entre los componentes leñosos y no leñosos del sistema.

Estas ideas fueron posteriormente refinadas en discusiones locales en el ICRAF y la siguiente definición fue sugerida:

La agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas y tecnologías del uso de la tierra donde los perennes leñosos (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) son usados deliberadamente en las mismas unidades de manejo de la tierra junto con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. En los sistemas agroforestales hay interacciones ecológicas y económicas entre los diferentes componentes (Lundgren y Raintree, 1982). (2)

II.3. Conceptos.

Al principio del siglo, los primeros edafólogos encontraron muchas dificultades para definir el concepto de suelo, visto como un sistema completo e integral. Del mismo modo, no es fácil proponer una definición de la agroforestería que abarque todos los aspectos. Sin embargo, con base en lo observado en la práctica, la agroforestería se puede considerar como la combinación interdisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local.

2. Ver ANEXO 2. La agroforestería desarrollada como un interespacio entre la agricultura y la silvicultura en favor de los países tropicales en desarrollo.

Se necesita acentuar un concepto común para todos estos diversos sistemas agroforestales: la retención deliberada o el cultivo intencional de árboles con cultivos y/o animales en combinaciones interactuantes, para generar productos o beneficios múltiples a partir de la misma unidad de manejo. Esta es la esencia de la agroforestería. Adicionalmente, existen tres atributos que teóricamente todos los sistemas agroforestales poseen. Estos son:

* **Productividad:** La mayoría de los sistemas agroforestales pretenden mantener o aumentar la producción (de mercancías preferidas) así como la productividad (de la tierra). La agroforestería puede mejorar la productividad 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.

* **Adoptabilidad:** La palabra "adoptar" aquí significa "aceptar", y se puede distinguir de "adaptar", otra palabra comúnmente usada que implica "modificar" o "cambiar". El hecho de que la agroforestería es una palabra relativamente nueva para el antiguo conjunto de prácticas significa que, en algunos casos la agroforestería ya ha sido aceptada por la comunidad agrícola. Sin embargo, aquí la implicación es que las tecnologías mejoradas o nuevas que se introducen en nuevas áreas deberían también adecuarse a las prácticas agrícolas locales.

II.3.1. Silvicultura comunitaria.

La silvicultura comunitaria es una forma de silvicultura social, que se refiere a las actividades de plantaciones de árboles emprendidas por una comunidad sobre tierras comunales, está basada en la participación directa de la población local en el proceso, cultivando árboles ellos mismos o transformando localmente los productos. Aunque se proclama que es adecuada para áreas con abundantes tierras comunales, el éxito de la silvicultura comunitaria ha sido limitada por "la tragedia de los comunes". (3)

II.3.2. Silvicultura en tierras agrícolas.

Aunque estos términos no han sido definidos con precisión, generalmente se acepta que enfatizan el aspecto de autogestión - participación de la gente - en las actividades de plantación de árboles, no necesariamente en asociación con los cultivos agrícolas y/o animales como en la agroforestería, sino con objetivos sociales que son de igual importancia como los de la producción. La silvicultura en tierras agrícolas, un término comúnmente usado en Asia, que indica la plantación de árboles en fincas. Todos estos nombres se refieren directa o indirectamente al cultivo y uso de árboles para proveer alimento, combustible, medicina, forraje, materiales de construcción e ingresos, (CATIE, 1986).

II.3.3. Silvicultura social.

La silvicultura social es la práctica del uso de árboles y/o plantaciones de árboles específicamente para alcanzar metas sociales, generalmente para el mejoramiento de los pobres, a través de la entrega de los beneficios (de árboles y/o plantaciones de árboles) para la población local; esto se describe algunas veces como "el cultivo del árbol por la gente y para la gente", (CATIE, 1986).

3. "La tragedia de los comunes" supone que la tierra que se posee en común será explotada por todos, y mantenida por ninguno.

II.4. Clasificación.

Se han reportado varias descripciones de sistemas muy promisorios de uso de la tierra, la mayoría claramente en los trópicos, que incluyen la producción integrada de árboles y cultivos, así como también iniciativas científicas innovadoras que apuntan al mejoramiento de cada uno de los sistemas. El esfuerzo más organizado para entender los sistemas ha sido un inventario global de prácticas y sistemas agroforestales de los países en desarrollo emprendido por el ICRAF entre 1982 y 1987.

El propósito principal de la clasificación deberá ser el de proveer un marco práctico para la síntesis y análisis de información acerca de los sistemas actuales así como del desarrollo de nuevos y prometedores. En consecuencia, cualquier esquema de clasificación debería:

- * Incluir una manera lógica para agrupar los factores principales de los cuales dependerá la producción del sistema.
- * Indicar cómo el sistema es manejado (señalando las posibilidades de las intervenciones de manejo para mejorar la eficiencia del sistema).
- * Ofrecer la flexibilidad para reagrupar la información y ser práctico.

En las etapas tempranas del desarrollo de la agroforestería fueron hechos varios intentos por clasificar los sistemas agroforestales (Combe y Budowski, 1979; King, 1979; Grainger, 1980; Vergara, 1981; Huxley, 1983; Torres, 1983). Aunque algunos de ellos estaban basados en solo un criterio, tal como el rol de los componentes (King, 1979) o el arreglo temporal de ellos (Vergara 1981), otros trataron de integrar algunos de estos criterios en esquemas jerárquicos (Torres, 1983) o en más complejos (Combe y Budowski, 1979; Wiersum, 1980). En consecuencia, los sistemas agroforestales pueden ser categorizados de acuerdo con el conjunto de criterios siguientes:

- * Base estructural: Se refiere a la distribución de los componentes, incluyendo el arreglo espacial de los componentes leñosos, estratificación vertical de todos los componentes y arreglo temporal de los diferentes componentes.
- * Base funcional: Se refiere a la función principal o papel del sistema, generalmente condicionado por los componentes leñosos (estos pueden ser de naturaleza de servicio o de protección, por ejemplo: rompevientos, cinturón de protección, conservación de suelos).
- * Base socioeconómica: Se refiere al nivel de insumos de manejo (baja inversión, alta inversión) o la intensidad o escala de administración y metas comerciales (de subsistencia, comercial, intermedia).
- * Base ecológica: Se refiere a la condición ambiental y la adaptabilidad ecológica de los sistemas, con base en el supuesto de que ciertos tipos de sistemas pueden ser más apropiados para ciertas condiciones ecológicas; por ejemplo, puede haber un conjunto de sistemas agroforestales para tierras áridas y semiáridas, tierras altas tropicales, trópicos húmedos de tierras bajas, etc.

La complejidad de la clasificación agroforestal puede ser considerablemente reducida si los aspectos estructurales y funcionales son tomados como las consideraciones primarias en la categorización de los sistemas, y los factores socioeconómicos y agroecológico - ambientales (así como cualquier otro, físico o social) son tomados como una base para estratificar o agrupar los sistemas para propósitos definidos.

II.4.1. Estructural de sistemas.

La estructura del sistema se puede definir en términos de sus componentes y el papel o función esperado de cada uno, manifestado por sus rendimientos. Sin embargo, es importante considerar el arreglo de los componentes en adición a sus tipos. En los sistemas agroforestales hay tres conjuntos básicos de elementos o componentes que son manejados por el hombre, principalmente, los árboles o perennes leñosos, herbáceas (cultivos agrícolas que incluyen especies de pasturas) y animales.

Esta categorización de los sistemas agroforestales en tres tipos principales es algo fundamental; uno de estos tipos, puede usarse convenientemente como un prefijo con otros términos que emanen de otros esquemas de clasificación para expresar explícitamente la composición básica de cualquier sistema. (4)

Se puede notar que el término agrisilvicultura (en lugar de agrosilvicultura) se usa para denotar la combinación de árboles y cultivos, mientras que agrosilvopastoril (en lugar de agrisilvipastoril) se usa para cultivos + animales / pastura + árboles. La intención aquí es limitar el uso de la palabra agrisilvicultura sólo para aquellas combinaciones que incluyen cultivos agrícolas y árboles. La palabra agrosilvicultura puede abarcar todas las formas de agricultura (incluyendo el manejo animal) con árboles, y así sería otra palabra para agroforestería.

El arreglo de los componentes se refiere a los componentes vivos del sistema (especialmente si el sistema incluye componentes vegetales y animales). Los arreglos temporales de plantas en la agroforestería pueden también tomar varias formas. Estos arreglos han sido descritos con términos tales como coincidentes, concomitantes, coincidencias parciales (de las cuales el caso extremo es el cultivo de relevo), separados, interpolados, etc., (Huxley, 1983; Kronick, 1984). (5)

II.4.2. Por función de los sistemas.

Producción y protección (que es la piedra angular de la sostenibilidad) son teóricamente, dos atributos fundamentales de todos los sistemas agroforestales. Raintree (1984) argumenta que cualquier sistema de uso de la tierra, a pesar de su grado de comercialización, puede ser descrito y evaluado en términos de producción para las necesidades básicas relevantes tales como alimentos, energía, techo, materias primas y dinero. Esta es la lógica que subyace en el enfoque de necesidades básicas dentro de la metodología para el diagnóstico y diseño agroforestal, desarrollada por el ICRAF.

Aunque la producción es una consideración muy importante en la agroforestería, es el atributo de la sostenibilidad lo que la hace diferente de otros enfoques del uso de la tierra. Además, todos los sistemas agroforestales producen más de un artículo para las necesidades básicas (en gran parte, por la naturaleza de usos múltiples del componente perenne leñoso asociado). La producción de un artículo particular no debe ser usado como el único criterio para clasificar los sistemas agroforestales, la generación de un producto o aspecto de protección puede seleccionarse como una base para emprender una evaluación de opciones agroforestales disponibles.

4. Otros términos, que indican formas diferentes o subdivisiones de la agroforestería, se están usando en varios lugares. Por ejemplo, "agri-horticultura", "Agri-silvi-horti", "silvi-pastura", "silvopastoril", etc., se pueden ver en algunas publicaciones. Pero, la exposición razonada y los criterios para definir tales términos rara vez han sido explicados.

5. Ver ANEXO 3. Principales enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales.

II.4.3. Ecológica.

A fines de los setenta y principios de los ochenta, se presentaron desde diversas regiones geográficas en seminarios y talleres varias listas de prácticas agroforestales. Notables entre ellas están las discusiones sostenidas en el CATIE de Turrialba, Costa Rica; e ICRAF, en Nairobi (Buck, 1981; Chandler y Spurgeon, 1979; Hoekstra y Kuguru, 1982; Huxley, 1983; Nair, 1987); y en el IITA, Ibadán, Nigeria (Mc Donald, 1982).

Llegaron a la conclusión de que, la mayoría de los sistemas agroforestales se pueden encontrar en todas las zonas agroecológicas, por lo tanto, la zonificación agroecológica *per se* no puede tomarse como una base satisfactoria para la clasificación de los sistemas agroforestales. Sin embargo, las características agroecológicas pueden usarse como una base para diseñar los sistemas agroforestales, porque se pueden encontrar regiones ecológicas similares en diferentes regiones geográficas y los sistemas agroforestales en zonas ecológicas similares en diferentes regiones geográficas son estructuralmente (en términos de la naturaleza de los componentes de las especies) similares. El principal punto, es que varios tipos de sistemas y prácticas agroforestales (actuales como potenciales) son relevantes para cualquier zona agroecológica importante; el énfasis del sistema o práctica también varía, dependiendo de las condiciones especiales de una zona.

II.4.4. Por criterios socioeconómicos.

Los criterios socioeconómicos como la escala de producción, nivel de inversión y manejo tecnológico, también han sido usados para clasificar los sistemas agroforestales. Lundgren (1982), por ejemplo, agrupó los sistemas en comerciales, intermedios y de subsistencia. El término comercial es usado cuando la meta mayor del sistema es la producción (generalmente, una sola mercancía) para la venta. La escala de operaciones es frecuentemente de media a grande y la propiedad de la tierra puede ser gubernamental, corporativa o privada; la mano de obra normalmente es pagada o contratada.

Los sistemas agroforestales "intermedios" son aquellos que están entre las escalas comercial y de subsistencia de producción y administración, con la producción de cultivos perennes para obtener dinero y cultivos de subsistencia emprendidos por fincas de tamaño medio a pequeño donde los cultivos comerciales satisfacen las necesidades monetarias y los cultivos básicos satisfacen las necesidades de alimento de la familia. Las principales características que distinguen el sistema intermedio del sistema comercial por una parte y del sistema de subsistencia por otra, son el tamaño de la finca y el nivel de prosperidad económica.

Los antropólogos definen a los agricultores de subsistencia como aquellos que producen la mayor parte de lo que consumen, o consumen la mayor parte de lo que ellos producen. A los agricultores que no pueden producir alimento suficiente para su familia se les considera también en esta categoría, como en el caso de muchos agricultores haitianos. Los sistemas de agroforestería de subsistencia son aquellos donde el uso de la tierra está dirigido a satisfacer las necesidades básicas y es administrada por el propietario o el ocupante y su familia. Los cultivos comerciales, incluyendo la venta de mercancías excedentes, pueden ser parte de estos sistemas, pero son solamente suplementarios.

El sistema de huerto casero integrado de multiespecies que se encuentra en casi todas las áreas densamente pobladas es un sistema agroforestal ecológicamente adecuado (Wiersum, 1980; Michon et al., 1986). De igual manera, varios sistemas sostenibles de naturaleza de subsistencia se pueden encontrar en muchas otras regiones. Se han observado ejemplos en Latinoamérica (Wilken, 1977 a), África occidental (Getahun et al., 1982) y en India (ICAR, 1979). Lo que es considerado como sistema de "subsistencia" en un lugar puede muy bien caer bajo la categoría "intermedia" o una categoría más alta en otro ambiente. Por lo tanto, los factores socioeconómicos que probablemente van a cambiar con el tiempo y las condiciones de manejo no pueden ser rígidamente adoptados como fundamento satisfactorio para un esquema de clasificación objetivo, pero pueden ser empleados como una base para agrupar los sistemas como un objetivo definido o plan de acción.

III. SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL TRÓPICO.

Caracterizados por un clima húmedo y caluroso durante la mayor parte del año y una vegetación siempre verde, los trópicos húmedos y subhúmedos de las tierras bajas (de aquí en adelante, trópicos húmedos) son por mucho la región ecológica más importante en términos de la población humana total que soportan la extensión y diversidad de la agroforestería así como otros sistemas de uso de la tierra.

Debido a las condiciones climáticas que favorecen el rápido crecimiento de un gran número de especies vegetales, se pueden encontrar varios tipos de asociaciones vegetales agroforestales en áreas con una alta población humana. Son comunes varias formas de huertos caseros, combinación de plantación - cultivo y huertos con árboles multiestratos en tales regiones. En áreas con una baja densidad poblacional, tales como las selvas bajas de Latinoamérica, los árboles en las llanuras y pastizales, barbecho mejorado en las áreas de agricultura migratoria y parcelas de bosques con árboles de uso múltiple, son los sistemas agroforestales principales. De ahí que, los sistemas agroforestales importantes son:

- * Barbechos mejorados.
- * Jardines de árboles multiestratos.
- * Árboles en pastizales y en llanuras.
- * Cortinas rompevientos.
- * Setos vivos.
- * Agricultura migratoria.
- * Taungya.
- * Huertos caseros mixtos.
- * Combinación cultivo-plantación.
- * Varios sistemas de intercultivos.

Uno de los rasgos especiales de los trópicos, que no es una consecuencia de su clima y ecología, es su pobre condición económica, social y de desarrollo; la mayoría de la gente trabaja y depende de la tierra para su subsistencia, pero la producción agrícola por unidad de área es muy baja; la gravedad de la situación está compuesta por una desafortunada inestabilidad y agitación política, lo que es un serio impedimento para el desarrollo económico.

Los trópicos húmedos de las tierras bajas también incluyen áreas bajo bosques lluviosos naturales. En tales áreas, la tala de bosques de lluvia se da en proporciones que exceden la regeneración natural o manejada lo que es un problema común. Esto causa la reducción de los periodos de barbecho en los ciclos de cultivo itinerantes y da por resultado una baja en la productividad y una acelerada erosión. El potencial de los sistemas agroforestales apropiados para combatir estos problemas necesita ser explotado en las estrategias futuras del uso de la tierra en esta zona. (6)

6. Ver ANEXO 4. Un panorama de los sistemas agroforestales en los trópicos.

III.1. Agroforestales secuenciales.

En estos sistemas existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; ésta categoría incluye formas de agricultura migratoria con la intervención o manejo de barbechos y los sistemas taungya, métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, hasta que el follaje de los árboles se encuentra desarrollado.

III.1.1. Agricultura migratoria.

La agricultura migratoria comprende sistemas de subsistencia, orientadas a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación; sólo ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingresos a través del excedente de algunos productos. Este tipo de agricultura constituye el sistema de producción más extendido en las regiones tropicales, se estima que es practicado en aproximadamente el 30% de los suelos agrícolas del mundo.

En este sistema el bosque se corta, quema y la tierra se cultiva por pocos años continuándole un período de descanso (aspecto distintivo de muchos sistemas agroforestales secuenciales). El período de descanso es necesario porque inicialmente la productividad del cultivo es elevada, pues con la quema los nutrientes que se encontraban en la vegetación se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo.

Luego de 2 a 3 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 nutrientes, al ser colonizada la parcela por la vegetación secundaria.

Los sistemas agroforestales secuenciales han sido ampliamente utilizados por indígenas y otros grupos humanos en Asia, África y América Latina. Este tipo de agricultura se practica en condiciones de escasa mano de obra y capital disponible, pero bajo un contexto productivo y ecológico adecuado; sin embargo, estos sistemas se pueden volver muy improductivos e inadecuados con el crecimiento de las poblaciones humanas y de la demanda por el uso de la tierra, con el consecuente acorte del período de descanso y con esto, infertilidad y pérdida del suelo.

El mejoramiento de estos sistemas incluye el uso de árboles de madera de alto valor comercial, de crecimiento rápido; intercalación de cultivos de valor medicinal u otros usos; el uso de árboles fijadores de nitrógeno, o bien, la transformación de estos sistemas secuenciales en sistemas simultáneos. (7)

7. Agricultura migratoria para que pueda ser sostenible debe incorporar al componente perenne leñoso y preservar los tiempos de descanso originales.

III.1.2. Sistema Taungya.

En los sistemas taungya, los árboles y los cultivos crecen de manera simultánea durante el período de establecimiento de la plantación forestal. Los sistemas taungya se desarrollaron en 1856 en Birmania, como un método para reducir el costo de la replantación de la teca Tectona grandis; se ha difundido en numerosos países tropicales y en Latinoamérica. Esta práctica ha tenido éxito con árboles de los géneros Terminalia, Triplochiton y varias especies de árboles de la familia Meliaceae en África Occidental; y con árboles del género Cordia en Surinam, Tectona en Trinidad y Swietenia en Puerto Rico. Aunque tradicionalmente los sistemas taungya forman parte de las actividades forestales del gobierno de un país, también han sido puestos en práctica sobre tierras privadas (CATIE, 1986).

Aunque el sistema taungya frecuentemente se cita como un acceso agroforestal popular y muy exitoso para el establecimiento de plantaciones forestales, también ha sido criticado como explotación de la mano de obra. No se ha desarrollado prácticamente ninguna investigación comprensible sobre los aspectos biológicos del mejoramiento del sistema, dando por resultado una escasez de información con respecto a varios aspectos del manejo del sistema.

En algunos lugares, el taungya convencional (y el cultivo itinerante) abrieron camino para los planes del establecimiento sistemático como el "Plan de Aldea Forestal" en Tailandia previamente discutido (Boonkird et al., 1984); en otros, las tierras del taungya fueron eventualmente convertidas en establecimientos agrícolas como en Kerala, India (Moench, 1991). En algunos países, han sido tomadas decisiones políticas, debido a las presiones de la creciente población, para otorgar a los agricultores los derechos de propiedad de la tierra que ellos solían cultivar de acuerdo con el sistema taungya.

Un caso interesante, es la transformación del sistema shamba de Kenia; este sistema, que es una forma del taungya, fue adoptada por el Departamento Forestal del gobierno de Kenia a principios de los noventa para establecer plantaciones por todo Kenia, el gobierno absorbió a los agricultores taungya en el servicio civil como empleados regulares del Departamento Forestal en 1976, fueron asegurados con la condición y el beneficio del servicio civil, no fueron obligados a cultivar, ni se les distribuyó la tierra automáticamente (Oduol, 1986). El sistema taungya, aunque todavía es popular en algunos lugares como un medio para el establecimiento de plantaciones, sigue siendo una práctica relativamente inmejorada de uso de la tierra.

La duración del período de cultivo está determinado por la densidad de la plantación de los árboles. Si la densidad de árboles es alta, el período de cultivo será corto y viceversa. El beneficio socioeconómico de los sistemas taungya es que se ahorran costos en el establecimiento de las plantaciones, en consecuencia, la obtención de madera se logra a un costo más reducido que en las plantaciones forestales convencionales. Los agricultores participantes obtienen ingresos monetarios, aparte de los beneficios recibidos de las cosechas. Las causas por las que el sistema taungya ha tenido poca aceptación son:

- * En ocasiones los agricultores no cooperan en el cuidado de los árboles, puesto que estos no les proporcionan un beneficio directo e inmediato.
- * Los agricultores desean permanecer por más tiempo en sus parcelas para seguir cultivándolas, generándose entonces un conflicto con respecto a los objetivos del Servicio Forestal.
- * La tenencia de la tierra, el diseño de las plantaciones y el tipo de contrato social del sistema no siempre son adecuados a las actividades y deseos del grupo de agricultores correspondiente.

Es conveniente recordar que el uso de la tierra para la agricultura está determinado por las necesidades de la plantación forestal y no por las necesidades de los agricultores o de los trabajadores de las plantaciones.

III.2. Agroforestales simultáneos.

Consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales y perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería, incluye también huertos caseros mixtos. En contraste con los sistemas agroforestales secuenciales (con interacción cronológica), en los simultáneos (con interacción directa) los componentes agrícolas y arbóreos se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema (CATIE, 1986).

Las ventajas del uso de los sistemas simultáneos son:

- * Su objetivo principal es la diversificación de la producción, logrando aumentos en la productividad a través de las interacciones con el componente arbóreo. En esta categoría se encuentran varios sistemas de explotación comercial: las plantaciones de cocoteros, hule o palma en asociación con cultivos, o plantaciones de árboles maderables con cacao.
- * En estos sistemas son utilizadas especies fijadoras de nitrógeno, como árboles de sombra, lo cual influye sobre las características del ciclo y la magnitud de la tasa de circulación de nutrimentos.

Efectos de las interacciones. Generalmente, la competencia tiene un efecto negativo sobre los rendimientos de cultivos individuales; en algunos casos, los monocultivos producen muy buenas cosechas como el maíz y el café, sin embargo, los sistemas agroforestales son preferidos por las siguientes razones:

- * Al utilizar prácticas agroforestales, las cosechas de estos cultivos son más consistentes a través de los años.
- * La calidad del producto es mejor.
- * Al diversificarse la producción, se reducen los riesgos económicos.
- * La productividad de cada cultivo puede ser menor que en el monocultivo, pero la producción total por hectárea es mayor.

III.2.1. Árboles en asociación con cultivos perennes.

Son los sistemas de explotación comercial de cocoteros, hule o palma, en asociación con cultivos y plantaciones de árboles maderables. En el Este de África, es común la producción en estratos múltiples: árboles maderables como *Albizia* y *Grevillea* proveen sombra al café, que se encuentra en combinación con plátanos y frijoles (Poulsen, 1979). La mayoría de los trabajos exitosos se localizan en regiones de suelos fértiles, con buena comunicación, con la infraestructura y los mercados necesarios. Estos sistemas representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos. La elección de un sistema con árboles para sombra depende de la necesidad de diversificar la producción.

III.2.2. Árboles en asociación con cultivos anuales.

Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra. Sin embargo, para esta misma categoría, para el caso particular de los sistemas de cultivos en callejones se pueden utilizar especies que no toleran sombra. En México, (Wilquen 1977 b) menciona el uso de mezquite y guaje en asociaciones con maíz, frijol, chicharo, soya, cacahuate, en asociaciones con árboles fijadores de nitrógeno.

Este sistema constituye una opción para aumentar la fertilidad de los suelos. Una desventaja es que el espacio utilizado por los árboles disminuye el rendimiento de las cosechas en términos de peso del producto por unidad de superficie de terreno, además, se requieren altos costos de mano de obra inicial para el establecimiento.

III.2.3. Huertos caseros mixtos.

Como en la agricultura migratoria, los huertos familiares constituyen prácticas agroforestales muy antiguas. Estos sistemas se utilizan para proveer las necesidades básicas de las familias o comunidades pequeñas; ocasionalmente, se venden algunos excedentes de producción. Los huertos mixtos se caracterizan por su complejidad, presentando múltiples estratos con gran variedad de árboles, cultivos y algunas veces animales. Son sistemas de alta diversidad de especies, con producción durante todo el año y que juegan un papel primordial en suplir los alimentos básicos a nivel familiar.

La magnitud y tasa de producción, así como también la facilidad y ritmo de mantenimiento del sistema, dependen de su composición de 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 de la localidad, 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. Esto es así porque la producción de alimentos es el rol predominante en la mayoría de las especies herbáceas y la presencia de un sobrepiso requiere que las especies sean tolerantes a la sombra.

La cosecha puede escalonarse por varias semanas dependiendo de las necesidades de la unidad familiar. Un rasgo conspicuo del componente cultivo - árbol en los huertos caseros es el predominio de los árboles frutales y otros árboles productores de alimentos. Aparte 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 (Nair, 1984).

Terra (1954) y Stoler (1975) reportaron que los huertos javanés proveían más del 40 % de todo el requerimiento de energía de las comunidades agrícolas locales. Soemanwoto y Conway (1991), reportaron que comparado con los campos de arroz de Java, el huerto casero tiene una diversidad más grande de producción y generalmente produce un alto ingreso neto; en el oeste de Java, la producción de pescado en los estanques de los huertos caseros es común, con un ingreso de 2 a 2.5 veces más que el de los campos de arroz en la misma área. Sommers (1978), en un estudio de 40 unidades familiares con huertos en las Filipinas, encontró que los huertos suministraban a casi todas las familias los requerimientos diarios recomendados de vitamina A, vitamina C, hierro y calcio. (8)

Okafor (1981) condujo un análisis sobre las partes comestibles (frutas, semillas y nueces) de algunos árboles de los solares del sudoeste de Nigeria y reportó que la mayoría de ellos contenían cantidades sustanciales de grasa y proteína. La producción de alimentos es así la función y el papel principal de la mayor parte, si no de todos, los huertos caseros.

Otro aspecto de la producción de alimentos en los huertos caseros es la producción casi continua que ocurre durante el año. La combinación de cultivos con diferentes ciclos de producción y ritmos, dan por resultado una oferta relativamente ininterrumpida de productos alimenticios. La mayor parte de esta producción es para el consumo en la casa, pero cualquier excedente comerciable puede proveer un seguro contra posibles fracasos futuros en los cultivos y la seguridad para los intervalos entre las cosechas (por ejemplo: arroz en Java y Sri Lanka, café y maíz en Tanzania, coco y arroz en el sudoeste de la India, etc.). Adicionalmente, estas operaciones de cosecha y mantenimiento requieren sólo una cantidad relativamente pequeña de trabajo por parte de los miembros de la familia. (9)

8. Ver ANEXO 5. Presentación esquemática de la composición estructural de un huerto casero javanés (Pekarangan).

9. Ver ANEXO 6. Presentación esquemática de una zonación de canopia vertical que es típica de un huerto casero chagga en las laderas del monte Kilimanjaro, Tanzania.

Casi todos los sistemas de huertos caseros han evolucionado con el tiempo, bajo la influencia de limitaciones de recursos. Las limitaciones físicas como lo alejado del área, obliga a los habitantes a producir para la mayoría de sus necesidades básicas por ellos mismos y la carencia de salidas adecuadas al mercado fuerza a los agricultores a producir algo de todo lo que necesitan. La atención científica rara vez se ha centrado en el mejoramiento de estos sistemas tradicionales.

Los científicos que no están familiarizados con ellos no se dan cuenta de la importancia y contribución potencial de estos sistemas al marco del desarrollo agrícola. Se han reportado algunas iniciativas en categoría de científicas, por ejemplo, los experimentos sobre huertos mixtos en Sri Lanka (Bavappa y Jacob, 1982), mejoramiento y distribución de especies arbóreas indígenas para solares en Nigeria. (10)

Los agricultores que practican el sistema de huertos caseros, se guían en ausencia de un conjunto unificado de recomendaciones de expertos, por sus propias percepciones y convicciones en cuanto a la selección de mezclas y manejo de especies, de tal manera que cada finca es una entidad especializada en sí misma. El huerto puede producir alimentos y cultivos comerciales, incluidos frutos, nueces, legumbres, fibras, madera, plantas medicinales y ornamentales; cerdos, gallinas, ganado y peces en estanque. (11)

Características sobresalientes de los huertos caseros mixtos (Gliessman et al., 1981):

- * Son sistemas con necesidad de pocos ingresos y capacidad constante de egresos para el consumo.
- * La necesidad de mano de obra se escalona durante el año y no se concentra en épocas cortas.
- * Depende más de la mano de obra familiar.
- * Ecológicamente son sistemas muy parecidos a los naturales, debido a la diversidad de especies, captura de la radiación solar, mecanismos de control biológico, ciclos cerrados de nutrimentos, uso eficiente del espacio y alto grado de estabilidad.
- * Económicamente son sistemas con gran resistencia a la fluctuación e inseguridad del mercado, debido a sus productos diversificados.
- * En los huertos caseros, la producción por unidad de superficie es muy elevada. Dichos huertos pueden ser muy independientes de insumos externos. El tamaño reducido, la relativa escasa inversión en términos de insumos, mano de obra y la productividad, son las ventajas económicas más sobresalientes. Algunos ejemplos de huertos caseros mixtos en América Tropical son las chinampas en México, en los estados de Tabasco y Veracruz que incluyen campos levantados en áreas pantanosas, donde se utiliza el lodo para construir y fertilizar las zonas altas. (12)

10. Ver ANEXO 7. Principales componentes de los huertos caseros tropicales seleccionados del mundo.

11. Ver ANEXO 8. Aspectos biofísicos y socioeconómicos de huertos tropicales seleccionados del mundo.

12. Ver ANEXO 9. Árboles de uso múltiple frecuentes en los huertos caseros del trópico mexicano.

III.3. Silvopastoriles.

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados en diferentes niveles, como las grandes plantaciones arbóreas - comerciales con inclusiones de ganado como complemento de la agricultura de subsistencia.

Algunas interacciones entre los componentes del sistema son:

- * La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrimentos.
- * Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de árboles y otras plantas asociadas.
- * Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque.
- * Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra).
- * Los animales participan en la diseminación de las semillas, lo cual favorece la germinación.

Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles (sobre todo leguminosos) puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad mediante un aumento en el rendimiento del pasto asociado o a través de la alimentación de los animales que comen fruta y follaje. La economía de estos sistemas se caracteriza por la obtención de ingresos a corto y a largo plazo. En lo económico se puede favorecer el aumento y la diversificación de la producción.

Algunos ejemplos de especies forestales en los sistemas silvopastoriles son: Cocohíte Gliricidia sepium, que puede soportar periodos de sequía, además de forraje para los animales proporciona madera, leña, etc.; guaje Leucaena leucocephala, también es una especie de propósito múltiple, una de sus desventajas es que su productividad es baja en suelos ácidos, se han producido de 11 a 14 toneladas de forraje y de 9 a 10 toneladas de tallos por hectárea en plantaciones densas; de poró gigante Erythrina poeppigiana y poró enano Erythrina berteriana se puede obtener leña, forraje y madera.

III.3.1. Árboles en asociación con pastos.

El objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria se logra la producción de madera, leña o frutos. Los animales se alimentan de hierbas, hojas, frutos y otras partes de los árboles.

Se cortan parcelas de bosque para destinarlas a la ganadería, se dejan en pie a los árboles valiosos tales como: Cedro rojo Cedrela odorata, Laurel Cordia alliodora, Guayaba Psidium quajava, etc. De esta manera, los árboles que quedan en la parcela son utilizados para sombra y refugio del ganado, además se aprovecha la leña.

III.3.2. Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.

Puede ser en plantaciones de árboles para leña, maderables y frutales. Con este sistema se logra el control de la maleza y a la vez se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación.

Puntos que se deben tomar en cuenta para el manejo de este tipo de sistemas:

- * Si los animales se encuentran en una plantación de frutales, se debe de cuidar que no dañen la cosecha.
- * Si se siembra una pastura en la plantación, la sombra puede reducir la tasa de crecimiento del pasto.
- * Los efectos de la alelopatía (plantación de eucalipto) o de un cambio del pH del suelo (plantaciones de pinos) pueden afectar el crecimiento de las pasturas.
- * Los animales pueden defoliar o dañar a los árboles de la plantación si esta no se maneja con cuidado (CATIE, 1986).

III.3.3. Árboles forrajeros.

Intensivamente manejados:

- * Sistema de corte y acarreo (o banco de proteína): Los árboles y arbustos se cultivan en configuraciones de bloques o a lo largo de los límites de las parcelas u otros lugares designados; el follaje es podado periódicamente y se le da a los animales estabulados.
- * Postes para cercas vivas: Los árboles forrajeros se dejan crecer para desarrollar suficiente madera de tal forma que sirven como postes para cercas alrededor de las unidades de pastoreo u otras parcelas; los árboles son podados periódicamente para obtener forraje, varas y postes como en el sistema de corte y acarreo.

Extensivamente manejado:

- * Ramoneo: Se consume follaje (especialmente ramitas, tallos y hojas tiernas), algunas veces frutos y vainas directamente de árboles y arbustos.
- * Pastoreo: Los animales pastan sobre plantas, generalmente herbáceas. Sólo aquellos sistemas de pastoreo en que los árboles están presentes y juegan un papel interactivo en la producción (por ejemplo, proporcionando sombra para los animales, promoviendo el crecimiento del pasto y proveyendo forraje arbóreo u otros productos del árbol) se pueden considerar como sistemas silvopastoriles. El papel de los árboles en los sistemas de ramoneo es generalmente más directo que en los sistemas de pastoreo.

Los sistemas silvopastoriles que incluyen un gran número de árboles y arbustos constan de varias intensidades de manejo, que varían de silvopastoril nómada extensivo hasta sistemas forrajeros de alta intensidad de corte y acarreo. El ganado forma un componente mayor de la productividad agrícola en muchos países en desarrollo, el ganado constituye del 30-40% del producto nacional agrícola bruto en los países del Sudano Saheliano del Occidente de África (Nigeria, Chad, Sudán, Malí, Burkina, Faso y Senegal). En Mauritania, el 80% de la producción agrícola está relacionada con el ganado. La India, con sus rebaños de 182 millones de ganado y 61 millones de búfalos, hace el 15% y el 50% respectivamente, de los totales mundiales de estos animales (que se usan principalmente para obtener leche y fuerza de tiro).

IV. AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

Casi 30 años han transcurrido desde que la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, planteara la necesidad de establecer límites y dar nuevas bases y orientaciones al crecimiento económico, generando una racionalidad productiva capaz de controlar y revertir los costos ecológicos de los patrones exponenciales de producción y consumo, sus efectos en el deterioro ambiental y en la calidad de vida de las mayorías.

Al tiempo que se agrava la degradación ecológica del planeta, emergen nuevos problemas ambientales (la defoliación de los bosques ocasionada por la lluvia ácida, el calentamiento global que amenaza con desestabilizar los equilibrios ecológicos, el balance climático del planeta, el enrarecimiento de la capa estratosférica de ozono y la contaminación de los mares) planteando el carácter cada vez más global de la problemática ecológica y ambiental.

La conciencia ambiental y las estrategias del ecodesarrollo, emergen ante los impactos de la racionalidad económica (guiada por la maximización de las ganancias y del excedente económico en el corto plazo, con sus efectos en la concentración del poder económico y político) sobre la degradación del medio y la destrucción de la base de recursos naturales, abriendo cauces a un desarrollo más equitativo, sustentable y sostenido.

Las estrategias del ecodesarrollo plantean la descentralización de los procesos productivos acordes con las condiciones ecológicas y geográficas de cada región, incorporando las identidades étnicas, los valores culturales de las comunidades en la definición de sus proyectos de desarrollo y estilos de vida.

La producción agrícola, ganadera y forestal depende más estrechamente de las específicas condiciones geográficas y ecológicas en las que se desarrollan, lo que a su vez ha incidido en la configuración de los diversos estilos étnicos y valores culturales de las poblaciones que han evolucionado en ambientes específicos. En el medio rural no sólo se expresa una enorme diversidad de condiciones ecológicas y culturales. La producción silvícola y agropecuaria también se da en una diversidad de formas de propiedad de la tierra, que determinan los patrones tecnológicos de uso del suelo, las formas de explotación o subutilización de los recursos potenciales, su productividad y sus impactos ambientales.

Los procesos de transculturación y proletarianización inducidos en la población rural por la economía de mercado y las grandes empresas en el agro, tienden a desplazar los valores culturales tradicionales por las prácticas actuales del uso de la tierra y los recursos. Así pues, la dimensión cultural del manejo integrado de los recursos naturales toma mayor sentido en relación con las prácticas productivas de las comunidades rurales, indígenas y campesinas, que conservan sus conocimientos tradicionales dentro de sus economías de autosubsistencia.

Para conjugar los propósitos de la conservación de la naturaleza y el respeto a sus valores, se planteó la necesidad de que las propias comunidades indígenas interviniesen en el manejo de los recursos de la reserva de la biosfera y áreas protegidas (Brownrigg, 1985). La declaración de los pueblos indígenas y campesinos sobre los recursos naturales de México, aprobado en ocasión del Segundo Simposio Sobre Pueblos Indios y Recursos Naturales en México, celebrado en Oaxtepec, Morelos del 5 al 9 de junio de 1991, destacó la importancia de las identidades étnicas y los valores culturales en el manejo sostenible de los recursos naturales.

Las estrategias del ecodesarrollo trascienden las propuestas de una conservación estricta hacia áreas de reserva de los recursos naturales, de las comunidades tribales y los grupos indígenas. Las prácticas de manejo múltiple e integrado de los ecosistemas no sólo contribuyen a preservar el equilibrio ecológico, sino a potenciar la producción de satisfactores para las comunidades rurales marginadas. La revalorización de los conocimientos tradicionales, la revitalización de economías autogestionarias y participativas para satisfacer las necesidades básicas de las comunidades rurales a través de los beneficios económicos, sociales y ambientales que aporta esta estrategia productiva, son apenas incipientes (Leff, Carabias y Batis, 1990).

La reapropiación del saber no sólo contribuye a elevar la producción comerciable, sino que se articula con un conjunto de objetivos socioculturales, tales como el fortalecimiento de la identidad étnica, la cohesión social y el sentido de autoconfianza, que determinan la capacidad de autogestión productiva de las comunidades. La cultura ecológica es un sistema de valores ambientales que orienta a un conjunto de comportamientos individuales y colectivos relativos al uso racional de recursos naturales y energéticos; a la vigilancia de los agentes sociales sobre los impactos ambientales de los proyectos de desarrollo y la disposición de desechos tóxicos y peligrosos; a la organización de la sociedad civil por la defensa de sus derechos ambientales y a la participación de las comunidades en la autogestión de sus recursos naturales (Leff, 1990 y 1992).

La explotación comercial de productos maderables y la deforestación con el propósito de implantar sistemas de cultivos comerciales y áreas de ganadería extensiva, han llevado a una rápida destrucción de las selvas tropicales del planeta. La preocupación por los efectos de estos procesos en los equilibrios ecológicos globales y en la degradación de la base de recursos, ha venido en aumento y con ello, el interés por recuperar los conocimientos tradicionales de las poblaciones autóctonas y locales, que incluyen un amplio repertorio de técnicas para la conservación y manejo sostenible de sus recursos (Vayda et al., 1985; Gómez-Pompa, 1987).

La cultura constituye así, un conjunto de procesos mediadores entre las determinaciones históricas, políticas y económicas sobre el uso del suelo y los recursos, así como la transformación efectiva de los ecosistemas naturales. De esta forma, las prácticas tradicionales de percepción y uso de los recursos, actúan como un mecanismo amortiguador de la degradación ambiental, incluso en los casos en los cuales se incrementa la demanda económica y se intensifica el ritmo de explotación de los recursos de una determinada región. Sin embargo, esta "resiliencia cultural" desaparece cuando los procesos de aculturación vulneran las identidades culturales a través de procesos de colonización que desplazan a las poblaciones de sus territorios, transformándolos en trabajadores asalariados, por la imposición de mega - proyectos de desarrollo rural, por la localización de "polos de desarrollo" y por la implantación de paquetes tecnológicos para maximizar los beneficios económicos de cultivos comerciales y procesos de ganaderización, inapropiados por las condiciones ecológicas y edafológicas del trópico, lo que los hace ajenos a la cultura tradicional del uso de los recursos.

Ante esta pérdida de patrimonio cultural, varios autores han señalado la importancia de rescatar los "estilos de desarrollo prehispánicos" (Gligo y Morello, 1980), "el modo de producción campesino" (Toledo, 1980) o "las estrategias de producción mesoamericanas" (Boege, 1988). Se plantea así el proyecto de incorporar las bases ecológicas y los valores culturales en las condiciones generales de la producción y de explorar el potencial de la organización cultural para el desarrollo sostenible.

Hasta ahora, la productividad agrícola se ha orientado hacia la maximización de los índices de producción, sin analizar sus costos económicos, energéticos y socioambientales reales. De ahí la necesidad de elaborar indicadores capaces de medir la fertilidad sostenida de los suelos (producción por unidad de espacio y tiempo), la eficiencia energética (Kilocalorías producidas por Kilocalorías invertidas) y la producción sostenida de recursos (de valores de uso natural) en relación con las necesidades básicas y la calidad de vida de la población (Pimentel y Pimentel, 1979). (13)

El manejo ecológicamente racional de los recursos fue una práctica comúnmente desarrollada por diversas culturas prehispánicas. Estas prácticas contemplaron la complementariedad de los diversos espacios y pisos ecológicos de regiones que muchas veces se extendían más allá del territorio y los ecosistemas de un grupo étnico o tribal (San Martín Arzabe, 1990).

13. Así, el sistema de milpa en México extrae 12 Kcal por Kcal invertida, mientras que en los sistemas agrícolas de Estados Unidos varía de 2.7 a 3 Kcal. Esta relación cambia cuando se aplican agroquímicos, maquinaria en suelos delgados y frágiles del trópico, y en áreas donde las lluvias son inestables. Así, mientras que en Estados Unidos se producen entre 129 y 144 Kg de grano por litro de diesel, en México se obtienen solo 20 kg de cereales como trigo y sorgo, ya que los suelos tropicales se muestran más vulnerables y con una menor capacidad de respuesta al uso de agroquímicos para mantener una productividad sostenida (Pimentel y Pimentel, 1979).

Se plantean así tres posibles enfoques de la cultura en la perspectiva del desarrollo sostenible, estos son:

* Como un conjunto de principios éticos que conforman una nueva cultura ecológica y democrática, en la que se valoran los derechos de las minorías étnicas en cuanto al manejo, apropiación y usufructo de los recursos en sus espacios territoriales (Maini, 1992). (14)

* Como parte de las condiciones generales de la producción, entendiendo que la gestión ambiental participativa de las propias comunidades implica a su vez la preservación de su identidad étnica y sus valores culturales, como condición para la conservación ecológica de la base de recursos para la reproducción ampliada del capital y para cualquier forma de producción sustentable y sostenible (J. O. Connor, 1988).

* Como un principio activo en el desarrollo de las fuerzas productivas en un paradigma alternativo de producción, donde la innovación tecnológica y la productividad ecológica están entrelazadas con los procesos culturales que definen la productividad social global (Leff, 1984 y 1985).

Los huertos familiares y los sistemas de barbecho han sido y siguen siendo proyectos culturales exitosos de sucesión dirigida y de innovación de sistemas agroforestales, que dependen de las características de los ecosistemas y de los estilos étnicos de las comunidades que intervienen en su diseño. Estos sistemas se basan en un amplio repertorio de conocimientos y prácticas tradicionales de las culturas que se han asentado en los complejos y productivos ecosistemas tropicales, para preservar y cultivar de forma selectiva especies útiles (Gispert et al., 1992; Gómez-Pompa, 1987).

Así también, los huertos familiares son parte activa dentro de una ecología forestal, pues los árboles que los componen se interrelacionan entre ellos mismos, con otros organismos y el medio ambiente físico en el que existen. También, consideramos a la ecología forestal, como la fase biológica de la silvicultura pues se fundamenta sobre ella, tomando en cuenta que la silvicultura es la aplicación de la ecología forestal y en los huertos familiares o Agroforestería de finca el principal componente es el perenne leñoso (árbol).

Cabe señalar, que el incorporar nuevos materiales, es decir, componentes al sistema, puede contribuir a la extinción de especies nativas, también puede generar algún tipo de alteración fitozoosanitaria; es por ello, que se debe ser tolerante y consecuente con las ventajas y desventajas que consigo traería. Lo anterior no significa que no se deban introducir nuevos componentes a los ya presentes en una zona; porque a fin de cuentas siempre se está en un proceso evolutivo en miras a mejorar el sistema, considerando las necesidades de los productores - consumidores.

IV.1. Principios ecológicos para el desarrollo de agroecosistemas.

Calidad del suelo. En el diseño de los agroecosistemas debe tomarse en cuenta la fertilidad del suelo con una cobertura vegetal la mayor parte del tiempo; los cultivos perennes y múltiples llevan a cabo esto en forma eficiente. Las especies con raíces profundas crean un movimiento neto de nutrientes hacia la superficie, haciéndolos disponibles. Debe existir un reciclamiento de materia orgánica y de fuentes de nutrientes biológicos en el suelo.

Eficiencia ecológica. Los sistemas que utilizan mejor la energía solar y que reciclan nutrientes en forma efectiva, ahorran dinero y evitan la contaminación. Deben utilizarse mecanismos de uso de la energía eficientes, por ejemplo, sistemas poliestratificados, uso de fuerza animal, calendarización de actividades, etc. El uso de variedades resistentes, fuentes orgánicas de nitrógeno, entre otras, minimizan los gastos en insumos.

Estabilidad del agroecosistema. Los balances internos dependen de la retroalimentación, ya sea positiva o negativa y de la longitud del ciclo, siendo los ciclos cortos los que dan más estabilidad al sistema. Es decir, las acciones de manejo deben tomar en cuenta combinaciones de especies y los ciclos sucesionales de la vegetación natural. Las acciones preventivas deben ponerse y llevarse a cabo en cuanto se identifica un problema, lo que permite un ajuste fino a las condiciones locales. Para esto se requieren métodos de monitoreo de los agroecosistemas que determinen el estado del cultivo, suelo, plagas y enfermedades, etc.

Diversidad. Para el desarrollo de agroecosistemas, una piedra angular es el conocimiento de la biodiversidad. Existen varias formas de manejar la diversidad. Se pueden manejar varias especies simultáneamente, en cuyo caso, el arreglo espacial de los mismos resulta importante para el uso eficiente de la luz, el agua y los nutrientes. Con una diversidad de cultivos en el tiempo se mantiene una cobertura en el suelo. La variabilidad genética dentro y entre cultivos, puede ayudar a proteger a las especies contra plagas y enfermedades. Por otra parte, la diversidad genética de los ecosistemas naturales sirve como fuente de genes para el mejoramiento de variedades existentes y para la creación de nuevas de ellas. (15)

Si partimos de la idea de que la conservación de los recursos naturales en el largo plazo dependerá de un uso permanente y sostenido que permita su renovabilidad, estaremos hablando de desarrollo sostenible. ¿Porqué esta afirmación?, porque de una u otra forma los recursos naturales son satisfactores de necesidades no sólo básicos o económicos (alimentos, medicinas, ropa y otras materias primas) sino de los muy recientemente socorridos valores intangibles sociales, ambientales y culturales que la naturaleza nos brinda. Todas las definiciones de desarrollo sostenible dan la idea de "mantener", es decir, mejorar sosteniblemente el nivel y la calidad de vida de la humanidad, como meta fundamental.

Tal vez un ejemplo más práctico lo podamos ver en un aprovechamiento forestal, una vez iniciado el mismo implica un cambio en la estructura y composición del ecosistema forestal, y la sostenibilidad no quiere decir forzosamente la reproducción idéntica del ecosistema en su estado original. Sin embargo, el manejo tiende a reproducir esas especies que son las que explotamos y no otras. Las técnicas silvícolas de aclareos, enriquecimientos y plantaciones nos ayudan a no perder la sostenibilidad de un recurso en especial, pero por supuesto que se generan cambios. (16)

15. Ver ANEXO 11. Aspectos biológico-ecológicos a considerar para alcanzar un desarrollo ecológicamente sensato.

16. El término forestal se utiliza en su sentido más amplio, es decir, incluye bosques, selvas y ecosistemas costeros, productos maderables y productos no maderables.

En nuestro país contamos con un magnífico escenario para la realización de un uso integral y múltiple de los bosques; sin embargo, tradicionalmente se ha hecho como si se tratara de un tipo de minería (sólo extracción y beneficio). Algunos países con tradición forestal como Finlandia y Canadá han aprendido la lección y están en posición de ponernos el ejemplo. "El desarrollo sostenible de tierras forestales y de sus múltiples valores económicos y ambientales, implica mantener indefinidamente, sin mengua inaceptable, tanto la capacidad para producir y renovarse, como las especies y la diversidad ecológica de los ecosistemas forestales".

Desde el punto de vista ecológico, todos los bosques están compuestos por una mezcla de especies, más o menos frágiles, que le sirve de sostén, que forma parte de un sistema complejo según la zona geográfica donde se encuentren, y que tiene la capacidad de renovarse. Es más, al ser los bosques sistemas ecológicos con una larga vida y con una gran capacidad de renovación, resisten una amplia gama de alteraciones naturales relacionadas con el clima (sequías, exceso de humedad, nevadas) o desastres naturales (incendios, tempestades, plagas y enfermedades); estas alteraciones forman parte de la dinámica misma de los ecosistemas naturales y además, tienen una función determinante en su salud, vitalidad, reemplazo de especies y renovación, todo lo cual conlleva a una evolución en el tiempo. La estructura de mosaicos en bosques y selvas refleja precisamente estas alteraciones pasadas, atribuibles a causas naturales.

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. Una vez hecho este reconocimiento, es necesario tener en cuenta dos limitantes que son:

Capacidad para producir.

En términos generales, la productividad de un lugar está en función del número de especies y de individuos que crezcan en él, de la fertilidad del suelo, de la reserva de nutrientes, de la biomasa y del clima. El cuarto factor, el 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 es el caso de las selvas, la cosecha siguiente se reducirá notablemente.

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 la especie 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 se conocen tres tipos de reacción:

*** Autorrenovación.**

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.

*** 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.

*** Restauración.**

al Cuando la alteración ha degradado severamente el ambiente, el cambio que se produce es irreversible menos en términos de una vida humana, pues se caracteriza por una pérdida de la cobertura forestal, de especies y de suelo.

IV.2. Origen y conceptos de agricultura sostenible.

El acta de 1990 sobre Alimento, Agricultura, Conservación y Comercio, ordena al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos apoyar, cuando sea conveniente, aquellas actividades de investigación y extensión que sean consistentes con la agricultura sostenible. El acta define la agricultura sostenible como un sistema integral de prácticas de producción animal y vegetal, de aplicación sitio - específica que, a largo plazo: Satisfaga las necesidades humanas de alimento y fibra; mejore la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales de los que depende la economía agrícola; realice la utilización más eficiente de los recursos no renovables y de los recursos agrícolas, e integre, en cuanto sea apropiado, ciclos y controles biológicos naturales; sustente la viabilidad económica de las operaciones agrícolas, en Estados Unidos de América y mejore la calidad de vida de los agricultores y de toda la sociedad.

En octubre de 1994 se llevó a cabo en Raleigh, Carolina del Norte, un taller de trabajo al que asistieron representantes de sociedades científicas, del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, de grupos de interés público preocupados por la relevancia de la investigación sobre agricultura sostenible, así como líderes de los programas de investigación sobre agricultura sostenible. El objetivo de la reunión era determinar de qué manera la investigación puede contribuir al desarrollo e implantación de la agricultura sostenible. Algunas de las definiciones a las que se llegaron son:

- * La investigación fundamental genera conocimientos nuevos que llevan al entendimiento de los principios, procesos y mecanismos básicos, a menudo sin considerar ninguna aplicación específica.
- * La investigación de componentes es el estudio de uno o más factores que afectan el desempeño y la sostenibilidad de un sistema agrícola.
- * La investigación de sistemas es el proceso mediante el cual se descubre la naturaleza de las interacciones entre los componentes de un sistema.

El logro de una agricultura sostenible depende fuertemente tanto del desarrollo de nuevos conocimientos, como de la capacidad de la comunidad científica para presentarlos de manera entendible y aplicable a los productores, procesadores y al público. Muchas de las áreas en que la investigación es más necesaria, son inter o multidisciplinarias y tienen diferentes elementos; todas ellas pueden aportar conocimiento para lograr una agricultura sostenible. Además de las grandes áreas básicas como bioquímica animal y vegetal, fisiología vegetal, entomología, estudio de maleza, genética, sociología rural, economía e ingeniería, se mencionaron varias áreas más específicas, como las siguientes:

- * Investigación agrícola integral. Cultivos y ganadería alternativos, estudios a largo plazo de rotación de cultivos, nuevos productos (como diversificación de cosechas y de animales de granja, o cultivos perennes), contabilidad de recursos, biodiversidad, indicadores de sostenibilidad y maneras de reducir el consumo de combustible fósil.
- * Microbiología, biología animal y vegetal básica. Genética y cruzamientos. Mecanismos básicos de la herencia de rasgos complejos, cruzamientos en plantas y animales para aumentar la tolerancia al estrés, manejo de recursos genéticos, e investigación de genoma.
- * Ecología. Investigación básica en agroecosistemas, ecología microbiana, interacciones de plagas y patógenos con las cosechas, simbiosis e interacciones microbio - cosecha, ecología de paisajes, interacción de ecosistemas agrícolas con ecosistemas no manejados y modelos de simulación.
- * Calidad de agua y suelo. Componentes biológicos, físicos, químicos y su relación con la sostenibilidad.
- * Control de plagas y enfermedades. Alternativas de control de maleza, control biológico, mecanismos de resistencia a plagas y enfermedades, control no químico, control químico (feromonas y otros compuestos ambientales benignos) y estrategias alternativas de manejo de plagas.

- * Investigación socioeconómica. Interfase rural - urbana, presupuestos empresariales, investigación económica y de mercado para apoyar la agricultura sostenible, implicaciones sociales de la aceptación por los productores, análisis de políticas y naturaleza social de la investigación interdisciplinaria.
- * Toma de decisiones. Sistemas de apoyo para las decisiones, sistemas de manejo de los expertos en investigación, documentación y análisis del conocimiento de los agricultores.
- * Bienestar y salud de los animales. Manejo de enfermedades y plagas.
- * Tratamiento post - cosecha. Procesos de valor agregado, control de plagas y enfermedades post - cosecha.

Para que la agricultura sostenible sea apoyada y adoptada por científicos, productores y consumidores, será necesario superar numerosas barreras culturales e institucionales que actualmente existen en universidades, como en sociedades profesionales y en el gobierno. Afortunadamente, todos los involucrados están haciendo un esfuerzo por lograr este objetivo. Algunas de las recomendaciones son:

- * Desarrollar un sistema de incentivos que reconozca y premie la excelencia en la investigación sobre agricultura sostenible.
- * Institucionalizar el paradigma de la agricultura sostenible, desarrollar un plan agrícola estratégico para los estados y regiones.
- * Fomentar coaliciones entre sociedades profesionales para encontrar un terreno común entre ellas, y que establezcan prioridades en la investigación, que estimulen la creación de revistas de investigación interdisciplinarias, que realicen reuniones entre sociedades y que organicen *simposia* sobre tópicos de agricultura sostenible.
- * Tomar las experiencias y cualidades más sobresalientes de la agricultura sostenible de E.E.U.U. y otros países sobresalientes en este tema, tratando de adaptarlas a nuestras condiciones utilizando los recursos disponibles; fomentando de esta manera el interés de la población y comunidad científica.

Cualquier esfuerzo por conservar los suelos, los bosques o la diversidad genética de los cultivos debe preservar los agroecosistemas en los que se dan esos recursos; es claro que la preservación de un agroecosistema tradicional no puede alcanzarse de manera aislada al mantenimiento de la etnociencia y de la organización cultural de la población local. Es por ello, que de igual manera, se debe enfatizar en un acercamiento agroecológico - etnoecológico que sirva como un mecanismo efectivo para vincular el conocimiento de los agricultores con la ciencia en búsqueda de un desarrollo agrícola sostenible.

IV.3. Sostenibilidad de los huertos familiares en Quintana Roo, México.

Una de las notables características de los pueblos mayas del estado de Quintana Roo, es la abundancia de árboles en las hortalizas; estos huertos presentan sobre todo una gran diversidad de especies de árboles en su mayoría frutales, en los huertos o solares, los árboles juegan un papel muy importante, produciendo sombra, leña, abono orgánico, flores útiles, frutas, semillas y forraje verde. Muchos de los árboles más comunes son de las mismas especies que se encuentran en la vegetación "natural" (chicozapote, ramón, guaya, mamey, ciricote, aguacate, caimito, etc.). Además de estos, podemos encontrar otros importantes (como guayaba, limón, naranja, mandarina, toronja y mango).

Mezcladas en los huertos se encuentran cultivadas algunas especies hortícolas, florícolas y exóticas (como chile, jitomate, calabaza, maíz, yuca, camote, piña, cebolla, zempoalxóchitl, bugambilea, rosa, nance, orquídeas, etc.). Cada huerto es un experimento en el diseño estructural de un sistema agroforestal, del cual hay mucho que aprender. Estos huertos son probablemente muy antiguos y desempeñan un papel muy importante en la domesticación o semidomesticación de muchas plantas y animales.

Es claro que el manejo tradicional de los huertos familiares va de la mano con la silvicultura maya, en donde se tiene una buena estrategia de conservación biológica, incluyendo un sistema de administración de los recursos que va desde el cultivo intensivo de cosechas en los campos elevados, hasta la creación de selvas artificiales (selvas - huerto) y la conservación de algún ecosistema natural; todo lo anterior manifiesta de alguna manera un desarrollo sostenible de recursos, del cual son rescatables varios conceptos que son fácilmente aplicables.

Un concepto que incluye la interpretación de lo que significa un huerto familiar para las comunidades rurales, dice que: Es el reservorio vegetal aledaño a la casa - habitación, cuyo establecimiento refleja un aspecto fundamental de la identidad cultural de un grupo humano en relación con la naturaleza; en él se practican actividades sociales, biológicas y agronómicas, constituyendo una unidad económica de autoconsumo a la puerta del hogar.

Así como la casa es el lugar de las actividades domésticas y de la preparación de los alimentos a cargo esencialmente de las mujeres, la milpa es el terreno que personifica la obra de los hombres; el huerto familiar representa la elección de una forma de vida. Todos los miembros de la familia participan, es la encarnación simbólica y operacional de un proyecto colectivo en el cual se encuentran reconocidas las potencialidades y la creatividad de los quehaceres de cada uno; el huerto familiar se mantiene, por tanto, como un terreno compartido por la familia sin ninguna segregación y donde ellos se reencuentran para efectuar labores comunes.

IV.4. La sostenibilidad desde el punto de vista biológico.

El desarrollo sostenible tiene el doble reto, al menos en los países en vías de desarrollo, de entre los que se encuentra México que es mejorar el manejo de los recursos naturales y la calidad de vida, en especial la de la población más pobre a nivel mundial. Desde el punto de vista teórico, la respuesta a este reto es muy obvia: Solo hay que integrar los proyectos de conservación y desarrollo. Desde el punto de vista práctico, esto implica una serie de problemas, algunos de los cuales citaré a continuación:

- * La necesidad de implantar proyectos mediante mecanismos participativos de la planeación.
- * La incorporación de los conocimientos autóctonos.
- * El establecimiento de un sistema de monitoreo.
- * La búsqueda del equilibrio entre los grupos de interés.
- * El fortalecimiento de las instituciones que ejecutan este tipo de proyectos.
- * La conservación de la base de los recursos y el manejo ambiental.
- * La promoción del desarrollo social y económico.

Un primer paso para alcanzar el desarrollo sostenible es precisamente dar valor a los efectos ambientales negativos, como factores internos que no pueden dejar de incidir en el costo del modelo por el que se ha optado. La forestación, es decir, la plantación de árboles en áreas donde antes no había, reporta grandes ventajas y produce efectos positivos tales como la regulación del clima, un manejo sensato de cuencas con una hidrología regulada y la producción de madera y otros bienes. Favorece asimismo, el buen manejo de la agricultura, la ganadería, la pesquería y la biodiversidad.

La forestación constituye entonces, una necesidad para mantener una mínima cobertura forestal para el bienestar de la humanidad a largo plazo. Lo difícil es romper el círculo vicioso que encadena la erosión del suelo por la sobreexplotación forestal, basada exclusivamente en un criterio económico de recuperación a corto plazo. Una estrategia parcial que han seguido muchos países es la conservación de grandes áreas forestales mediante la creación de sistemas de áreas protegidas; sin embargo, una vez más y como siempre, éstos son manejados por grupos ajenos a los responsables de la explotación forestal.

La solución a estos y otros problemas está prevista en el desarrollo sostenible, ya que se concibe como una respuesta ética y racional del compromiso de mantener el recurso, su entorno y garantizar su accesibilidad a las futuras generaciones. Los ecosistemas son proveedores de recursos y el sistema socioeconómico los transforma en satisfactores, calor, desperdicios, materia degradada y contaminantes, entre otros. De esta manera, el sistema socioeconómico es el que resulta responsable de la ecodegradación. Si la degradación del ecosistema es mayor que su capacidad de regeneración, el resultado es un desarrollo no sostenible. (17)

17. Ver ANEXO 12. Elementos de la sostenibilidad. (*) PCEFP; (**) IEEP; 1991.

En términos generales, "sustentable" se aplicará al tipo de agricultura cuya producción se mantenga mediante la adición de insumos externos; en contraste, "sostenible" se aplicará a la agricultura que se perpetúa por sí misma por factores internos al sistema, sin la necesidad de adiciones externas. Wilken (1977 b), conocido científico especialista en agroecosistemas, hace un análisis del concepto de agricultura sostenible y señala los cuellos de botella para su aplicación. El autor subraya que el enfoque primario de la sostenibilidad debe ser agronómico ya que, si el concepto se amplía mucho, corre el riesgo de confundir procesos ecológicos con conceptos socialmente definidos.

Gliessman (1981), otro especialista en la misma rama, describe a la sostenibilidad como "la optimización de la productividad a largo plazo", en vez de su maximización a corto plazo. Este nuevo enfoque utiliza modelos de dinámica poblacional más realistas, ya que toma en cuenta las interacciones entre individuos y especies con su ambiente. Dado que las tierras cultivables no son suficientes para satisfacer las futuras demandas, el uso de tierras marginales susceptibles de degradación será cada vez mayor, la solución radica en sistemas de manejo con los que se puedan obtener niveles aceptables de producción en diferentes tipos de tierras, los conceptos de agricultura, ganadería y silvicultura deben modificarse, evitando el antagonismo que existe ahora entre ellos, creando unidades de producción diversificadas y de usos múltiples.

En una producción sostenible intervienen tanto factores económicos como ecológicos y se requiere integrar la producción con la conservación. Para esto se deben desarrollar nuevos indicadores y métodos de seguimiento, ordenación de tierras y técnicas de manejo diferentes para cada uso del suelo. La autosostenibilidad es la solución a largo plazo, ésta se logra cuando las prácticas de conservación de los recursos básicos y los de excedente que promueven el aumento en la producción se mantienen mediante incentivos económicos. La agricultura es la actividad básica que une a los sistemas sociales en redes de producción, distribución y consumo. Las perspectivas varían y el objetivo de los campesinos puede diferir de los industriales, del gobierno y el de éste del de los consumidores.

La agricultura opera simultáneamente en los campos de la ecología y la economía, aunque cada uno tiene diferentes tiempos de respuesta. La producción está ligada a la variedad de los ciclos de producción de los bienes, desde las hortalizas, cereales estacionales y anuales, hasta especies perennes como los arbustos y árboles. El manejo de animales va desde especies de corta vida (aves) hasta especies longevas, como el ganado bovino. La agricultura sostenible no sólo vale la pena, sino que es inevitable. Parece que la sostenibilidad será el enfoque de los esfuerzos del desarrollo agrícola para el presente milenio. El reto no es convencer, sino resolver conflictos y remover obstáculos en la implantación de la agricultura sostenible. Para esto, se requiere de nuevos enfoques y metodologías.

La agricultura sostenible no excluye el uso de combustibles fósiles y productos químicos; sólo requiere que se apliquen en forma adecuada y a favor de la sostenibilidad. La agricultura orgánica o biodinámica es la práctica más extendida de alternativas sostenibles y se basa en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, sin la adición de agroquímicos, utilizando rastrojos y plantas en la elaboración por descomposición de fertilizantes naturales (humus y compostas). Los conceptos de agroecología, permacultivo y agricultura regenerativa se basan en la teoría de sistemas ecológicos, en la coexistencia de diversos cultivos y en el mantenimiento de una cobertura vegetal. A continuación mencionare los cinco principios básicos propuestos por Ludwig et al., y reformados por Costanza; 1993.

* Incluir la motivación del hombre para el desarrollo de los enlaces con las ciencias sociales, particularmente las económicas, para el desarrollo de una síntesis interdisciplinaria comprensiva. El desarrollo de una economía ambiental de los recursos naturales constituye un avance en esta área.

* Actuar antes de que en el consenso científico sea alcanzado, pero considerando los últimos conocimientos y empleando ciertos principios precautorios para guiar la acción.

* Partir del hecho de que los ecólogos u otros científicos reconocen los últimos y los peores casos, pero que no cuentan con las soluciones. En este caso, lo que se requiere en la investigación es establecer los enlaces de política y los enfoques terminales.

* Recelar de los reclamos de sostenibilidad y confrontar la incertidumbre, por medio del traslado de las cargas de las pruebas del público, a las partes que sostienen la ganancia del uso de los recursos. Un mecanismo para hacer esto es por medio del uso de bonos de seguros ambientales, que requieren los usuarios de los recursos para cubrir los daños causados por la extracción de los mismos.

* Por último y para cerrar el análisis del ordenamiento forestal sostenible, es necesario señalar que éste debe realizarse en torno a criterios ligados a la extensión, calidad y funcionamiento del ecosistema forestal estos son:

- Extensión del bosque.
- Conservación de la diversidad biológica (a nivel de ecosistema, e intraespecífico).
- Salud y vitalidad del bosque.
- Funciones productivas del bosque.
- Funciones protectoras del bosque.

Los agricultores campesinos no buscan maximizar sus rendimientos a través del uso de insumos externos, sino alcanzar una estabilidad de largo plazo a través de la diversidad; a este respecto varios sistemas agrícolas tradicionales pueden ejemplificar la eficiencia y el cuidadoso manejo de los suelos, el agua, los nutrientes y los recursos biológicos. Es claro que la preservación de los agroecosistemas tradicionales no pueden alcanzarse si no se vincula el saber tradicional, la cultura y la organización social de las poblaciones locales; así pues, la diversidad cultural es tan crucial como la biológica en el desarrollo agrícola.

En un país como México, con una alta proporción de grupos indígenas viviendo en zonas tropicales, húmedas (según Toledo, 1993, es de 23, en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, en pequeñas áreas de las huastecas de San Luis Potosí e Hidalgo, y en otras de Puebla), se requiere de una definición de desarrollo sostenible que reconozca las necesidades particulares de estos grupos, tales como: entender y mantener el proceso ecológico y las funciones del bosque; mantener la biodiversidad de las especies y la genética; mantener los valores estéticos y culturales; asegurar que los recursos sean manejados adecuadamente para proveer beneficios, tanto de autosuficiencia, como de excedente; mantener el potencial productivo y la renovabilidad de los recursos, contribuir positivamente a la calidad ambiental global y al funcionamiento de los ecosistemas. Obviamente, todas estas necesidades deberán cubrirse una vez que las necesidades básicas de la calidad de vida de la población hayan sido satisfechas. (Young y Ryan, 1992). (18 y 19)

18. Ver ANEXO 13. Prácticas agroforestales utilizadas por los mayas.

19. Ver ANEXO 14. Diferentes usos del "osh".

IV.5. Impacto ambiental y seguridad alimentaria.

La calidad ambiental está sufriendo un deterioro a nivel mundial, más acentuado aún en los países en desarrollo como México y otros de Latinoamérica. Un factor importante es el incremento de la población sin el correspondiente incremento de los rendimientos de las cosechas, cuestión que obliga a la deforestación, sobrepastoreo e incorporación de áreas forestales y praderas a una agricultura intensiva, la cual ha intensificado la pérdida del suelo por erosión, ha afectado la diversidad biológica y ha ocasionado cambios desfavorables en el clima.

Los principales factores que frenan el desarrollo sostenible son los político - sociales (tenencia de la tierra), seguidos por los físico - biológicos y en tercer lugar los de orden económico; las investigaciones de esta naturaleza no solo ayudan a identificar las causas del subdesarrollo, sino que permiten establecer programas gubernamentales de estímulo al desarrollo sostenible.

En la conservación del ambiente está en juego la sobrevivencia de la humanidad, dado que toda actividad humana tiene un impacto ambiental; es responsabilidad de los investigadores agrícolas el diseñar prácticas de agricultura sostenible que garanticen también la calidad ambiental; sin embargo, la adopción de tales prácticas requiere de la concientización y participación de todos los sectores de la sociedad.

El impacto ambiental es mucho más serio y de tomarse en cuenta en zonas tropicales, dado que en ellas se presenta la mayor biodiversidad del planeta y como consecuencia la mayor susceptibilidad a ser alteradas. Son muchos los análisis ecológicos, herramientas estadísticas y variables, que hay que tomar en cuenta para relacionar las características de la vegetación, del suelo, fisiografía e hidrología, y de esta manera conocer la magnitud de las condiciones y el impacto ocasionado con alguna actividad agropecuaria o forestal.

El problema más agudo y sensible del planeta tierra hoy, es el hombre con hambre. Esta constante histórica de la falta de alimento más o menos de manera recurrente en todos los espacios geográficos, que viene desde antes del neolítico, es la búsqueda diaria de todo ser de la energía que le permita subsistir y así conservar la especie.

El éxito biológico de toda especie viviente está en proporción a la eficiencia con que capta energía química, que proviene de la energía luminica. En cualquier plano del análisis internacional o local, la clave está en la energía. La supervivencia del hombre entonces dependerá esencialmente de la disponibilidad a mediano plazo de volúmenes suficientes de energía que procedan de fuentes inocuas.

La Corporación "Centro Internacional de Agricultura Orgánica", CIAO, es una organización de nacionalidad colombiana cuya personería jurídica data del 24 de diciembre de 1993. Esta organización integra lo tecnológico y lo socio - cultural en una propuesta de actitud vital, garantizando la alimentación para la familia en base a la producción sostenida en el tiempo de los principales cultivos regionales, utilizando técnicas agrícolas sencillas y baratas, logrando además del equilibrio ecológico, un mejoramiento sostenible en la calidad de vida de la familia rural y su influencia benéfica en el desarrollo urbano.

La Seguridad Alimentaria, como la define la FAO, es la disponibilidad local y permanente de alimentos con acceso y distribución para la gente; cuestiones a las que la CIAO pone especial interés, proponiendo prácticas y tecnologías eficientes y sencillas en asuntos como la cosecha, uso y captación del agua, la protección del suelo, la flora y la fauna; capitales imponderables de la sociedad actual.

V. 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' de latitud norte y los 86° 40' y 89° 30' de longitud oeste. El clima regional es cálido subhúmedo con un incremento en las precipitaciones dentro de la zona de colindancia con Belice y Guatemala. La precipitación media anual es de 1200 mm; los promedios de temperatura mínima y máxima son de 20° C y 34° C, con una media de 27° C. La división política del estado incluye siete municipios en tres regiones: la zona norte, que comprende los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas; la zona centro, que comprende los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Jose Ma. Morelos y Cozumel; por último la zona sur, que incluye a Othón P. Blanco.

El ejido Noh - Bec, pertenece al municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el Estado de Quintana Roo, México. Cuenta con aproximadamente 23000 hectáreas. En este ejido es donde se realizó el trabajo, iniciándose en enero de 1998, evaluando resultados hasta diciembre del 2000, con terminación abierta.

La forestería es la principal actividad del ejido y sostiene a más de 200 familias; desde su fundación los ejidatarios han vivido del aprovechamiento forestal; a partir de 1957, Noh - Bec fue uno de los ejidos que estuvieron dentro del área concesionada a la empresa MIQRO (Maderas Industrializadas de Quintana Roo), al terminarse la concesión en agosto de 1983, los ejidatarios pudieron comercializar libremente su madera.

Actualmente, se ha convertido en una de las empresas forestales campesinas de tipo colectivo mejor organizadas y con mayor solvencia económica en el Estado de Quintana Roo. Las maderas más importantes son: cedro rojo, caoba, amapola, chechén negro, chacáh, ciricote, maculis, jabín, guácimo, chicozapote, ramón, pich, tinto, parota, ceiba, tzalam, etc.

El ejido cuenta con asistencia técnica en cuestión forestal, también tiene un aserradero y una carpintería. En el ejido existe una cooperativa de producción de chicle constituida por todos los ejidatarios, esta actividad proporciona empleo a los ejidatarios durante el período de agosto - enero; 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.

En esta zona es relativamente fácil la explotación de maderas preciosas como la caoba y el cedro rojo, pues se presenta una gran abundancia de estas y otros árboles frutales como mango, mamey, tamarindo, cítricos, guanábana, etc. que son cuidados por sus frutos.

En los huertos caseros, además de forestales y frutales se observan algunas herbáceas como jitomate, maíz, frijol, calabaza, chile, lechuga, tomate, chaya, orégano, papaya, plátano y otros. La recolección de frutas en la selva también es importante pues se tiene abundancia de frutas del árbol de ramón, chicozapote, mamey, zapote negro, etc. Actualmente uno de los grandes problemas del lugar, es la destrucción del bosque, que parece ser un proceso que no tiene freno, al grado que algunos técnicos ya predicen su desaparición (Cedeño, 1981).

V.1. Ubicación geográfica.

El ejido Noh - Bec, se localiza al sur del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo, México. Se llega al poblado Noh - Bec, avanzando 100 km sobre la carretera 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 Noh - Bec.

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 Ordáz. Se encuentra ubicado el ejido Noh - Bec entre los paralelos 19° 02' 30" y 19° 12' 30" de Latitud Norte y los meridianos 88° 13' 30" y 88° 27' 30" de Longitud Oeste.

(20)

V.2. Características biofísicas.

Según la subdivisión fisiográfica de la Península de Yucatán hecha por Miranda (1959), la zona de estudio se localiza en la región Peninsular, dentro de la subregión Planicies del Caribe y del Noreste. Esta Subregión se caracteriza por ser prácticamente una planada con ondulaciones donde los desniveles varían entre 2 y 3 metros. En ella se presentan terrenos bajos inundables que pueden ser muy extensos y que pueden formar en sus partes más hondas lagunas y aguadas.

La altitud de los terrenos de Noh - Bec es de 60 msnm, no se dan límites inferiores ni superiores porque prácticamente no existen diferencias de altitud significativas. Noh - Bec es prácticamente una planada, las partes más bajas son de franjas casi paralelas que atraviesan el ejido en dirección SO - NE, en las que corre el agua en la época de lluvias. La transición de la planada a bajos, se da en distancias muy cortas, pero se caracterizan por su escasa pendiente.

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

* Mantos de agua que 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.

* Afloraciones de agua como resultado del desplome de la bóveda calcárea descubriendo corrientes de agua subterránea. Estos son las características 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".

V.2.1. Clima.

El 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 26° C, la precipitación media anual varía entre 1000 y 1300 mm; según la clasificación de climas de Köppen modificada por Enriqueta García (1973), esta zona corresponde al tipo Aw (X') j. (21 y 22)

20. Ver ANEXO 15. Mapa geográfico de Noh - Bec, Quintana Roo.

21. Ver ANEXO 16. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa y vientos, en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. (Promedios de 1981 a 1999).

22. Ver ANEXO 17. Climodiagrama.

V.2.2. 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 epigénicos que se iniciaron desde el cretácico superior. 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 producto de la oxigenación del hierro.

El hecho de que el material parental de los suelos sea solamente de tipo calcáreo hace que la variación de los suelos dependa de los accidentes topográficos 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. En los pequeños cerros y 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 litosoles, regosoles, rendzinas y cambisoles.

Grupo 2. En este grupo los suelos tienen los horizontes ABC bien desarrollados, ricos en arcilla, que los hace 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, esta clasificación fue desarrollada con fines agrícolas por lo que se utiliza como criterio de clasificación a los accidentes del relieve relacionándolos con la fertilidad y la productividad agrícola. Para los fines del presente trabajo, considero conveniente retomar la clasificación de suelos forestales hecha por Cuanalo de la Cerda (1964), y la ajusto a las condiciones locales de manera que resulta de utilidad práctica para el levantamiento del proyecto; dicha clasificación quedó como se muestra en el siguiente cuadro:

Clasificación de los suelos.

Tradicional maya	FAO - UNESCO	pH promedio
Tzekel	Rendzina	7.2
Ka' Kab	Cambisol lítico	7.5
Kan Kab	Vertisol crómico	6.7
Yaaxhom	Vertisol gleico*	6.4
Akalché	Gleysol	6.5

* Con bajo grado de gleización.

A continuación se presenta la descripción por serie de los suelos abordando generalmente las características que se utilizaron para la identificación de campo (DTF de la S.P.F.E. Quintana Roo S.C., 1990).

SUELOS TZEKEL. Estos suelos se originan in situ, a partir de la disolución mecánico - química de la roca caliza madre. Por regla general se localizan en los lomeríos, las laderas con mayor pendiente y en las partes más altas del relieve; encontrándose también, como fase inicial, en partes llanas. La roca madre aflora en partes, y es típica la superposición de una capa de rocas sueltas que se separa de la roca madre; presentan un gran contenido de rocas y piedras superficiales, con muy escaso desarrollo del horizonte A, y sin o muy pobre desarrollo del horizonte B (suelos AC). Por su incipiente desarrollo, la textura del suelo es arcillosa, con una elevada proporción de humus y un contenido de nutrientes relativamente 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. Cuando falta la cubierta vegetal, estos suelos presentan un alto riesgo de erosión; este riesgo naturalmente aumenta cuanto mayor es la pendiente (especialmente luego de lluvias intensas) pero existe aún 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 Tzekel. Están próximos a las rendzinas; 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 riesgo de erosión cuando falta la cubierta vegetal.

SUELOS KAN KAB. 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 tipos de suelo constituyen la zona de transición hacia los bajos; pueden considerarse suelos fértiles pero con una economía del agua inestable, de gran labilidad. A pesar de la alta capacidad de retención de agua, ante la falta de cubierta vegetal tiende a perder rápidamente la humedad.

SUELOS AKALCHÉ. Son suelos coluviales, ubicados en las partes más bajas del relieve; 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; debido al drenaje deficiente se inundan en la época de lluvias. Presentan una economía del agua y del aire muy perturbadas; la proporción de materia orgánica es relativamente alta, debido a que la descomposición biológica está restringida a causa de las perturbaciones en la economía del agua, se distingue por la carencia de potasio.

V.2.3. Flora.

Según la clasificación hecha por Miranda y Hernández (1963) se localiza en la zona de estudio "Selva alta o mediana subperennifolia con chicozapote Manilkara zapota, pukté Bucida buceras, y guano kum Chrysophylla argentea". A su vez ésta se subdivide en varios tipos de los cuales se encuentran en la zona los siguientes:

- * Selva con chicozapote Manilkara zapota y caoba Swietenia macrophylla.
- * Selva subperennifolia con abundante chicozapote Manilkara zapota.
- * Selva de pukté Bucida buceras y caoba Swietenia macrophylla.
- * "Escobales" de Chrysophylla argentea (guano kum), en la vegetación de la selva subperennifolia con pukté Bucida buceras.

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.

Una clasificación que reviste importancia para identificar los tipos de vegetación del área de estudio es la hecha por Sarukhán (1968) donde considera varias asociaciones que Miranda (1959) describe como asociaciones no óptimas. Sarukhán distingue dos tipos principales de vegetación:

* **Selva alta o mediana subperennifolia.** Esta se define 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 dominantes pierden las hojas en la época de sequía (marzo - mayo); este tipo de vegetación cubre aproximadamente el 85 % de los terrenos de Noh - Bec.

* **Selva baja subperennifolia.** Esta 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 pukté Bucida 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.

La vegetación secundaria existente es el resultado de las prácticas agrícolas de los ejidatarios; estas áreas se concentran en los márgenes de los terrenos inundables, ya que ahí se encuentran los mejores suelos para las actividades agropecuarias (yaaxhom). La composición es muy heterogénea porque estas zonas representan áreas de transición de selvas medianas a selvas bajas que al ser desmontadas y quemadas inician la sucesión vegetal; generalmente solo pasan la etapa herbácea e inician la etapa arbórea constituida por especies blandas arbustivas y arbóreas de rápido crecimiento, porque de nuevo son desmontadas para uso agrícola o en su defecto algunas son transformadas en pastizales.

De los terrenos cultivables por no más de 25 ejidatarios agricultores, la producción individual abarca los siguientes cultivos básicos: maíz, frijol y chile para abastecimiento local.

V.2.4. Fauna.

La caza y la pesca, son actividades que realizan los pobladores sin fines comerciales, principalmente se caza: venado cola blanca, tepezcuittle y puerco de monte; algunas especies como el tejón y el mapache son problemas en los cultivos agrícolas. La apicultura, es una actividad que paulatinamente cobra importancia y que resulta compatible con los trabajos de chicle y madera, aunque no existe una organización apícola en el ejido (existen un poco más de 30 apicultores en el ejido).

En cuanto a la ganadería, no existe una tradición en el ejido. Hasta el momento, no hay más de 10 ejidatarios que inician sus ranchos ganaderos; estos se ubican principalmente en los márgenes de la laguna, ya que allí se localizan los mejores suelos para uso agropecuario; el resto de los suelos del ejido no resultan atractivos para la ganadería. En los traspatios se pueden encontrar algunas especies útiles en la alimentación de los pobladores como son: gallinas, conejos, cerdos, borregos, tepezcuittle, guajolote, faisán, etc.

V.3. Aspectos socioeconómicos.

El poblado Noh - Bec está ubicado fuera de los terrenos del ejido, comparte la zona urbana con el ejido Cuauhtémoc, por lo que el núcleo de población tiene alrededor de 2300 habitantes. Inicialmente lo poblaron veracruzanos; más tarde, cuando ya se forma el ejido Cuauhtémoc llegan yucatecos y por último indígenas procedentes de Chiapas.

El ejido fué fundado por 43 familias provenientes del estado de Veracruz, quienes tramitaron y obtuvieron en 1937 la resolución presidencial que ampara una dotación ejidal de 18480 hectáreas. Posteriormente, en 1942, les fue concedida una ampliación para incluir 11 ejidatarios con una superficie adicional de 4620 hectáreas. Sumando la dotación y la ampliación se obtienen 23100 Ha. que fueron entregadas en posesión legal a 54 ejidatarios para uso forestal.

La dotación per cápita de 427.7 Ha., 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 avocindados, ha hecho que en la actualidad sumen 264 ejidatarios con derechos agrarios (SRA, 1990).

El núcleo de población cuenta con los siguientes servicios: camino de acceso asfaltado, corridas diarias de autobús, caseta de servicio telefónico, energía eléctrica, agua potable, señal de televisión, radio e internet, clínica rural, etc. En materia de educación cuenta con jardín de niños, primaria, secundaria y bachillerato tecnológico. Entre la principales actividades económicas se tienen: forestería, producción maderera, artesanías, producción de chicle, caza, pesca, apicultura, ganadería y agricultura.

VI. METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO.

La metodología empleada para el presente proyecto es la de diagnóstico y diseño (D & D), esta 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) y Land Evaluation Methodology (Metodología de Evaluación de Tierras).

El D & D surgió, en las palabras de J. B. Raintree, quien dirigía su desarrollo en el ICRAF, "de las demandas de la situación agroforestal; dando un especial interés a las restricciones y oportunidades relacionadas con la agroforestería dentro de los actuales sistemas de uso de la tierra y poniendo de relieve los potenciales de la agroforestería que pudieran ser pasados por alto por otras metodologías. Por ejemplo, para la mayoría de los practicantes de I / ESA, los árboles dentro del sistema agrícola tienden a ser invisibles".

Los procedimientos básicos de D & D consisten en 4 etapas que son: Prediagnóstico, diagnóstico, diseño y seguimiento cada una de ellas 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.

El proceso básico de D & D se repite durante toda la vida del proyecto, para refinar el diagnóstico original y mejorar el diseño de la tecnología a la luz de una nueva investigación proporcionada por los experimentos de investigación en finca, más rápidamente controlados por investigaciones en estaciones y experimentos de extensión eventual en una mayor variedad de sitios.

La conveniencia de la aplicación de esta metodología será en función del conocimiento y creatividad; de igual manera el buen resultado de la acción depende de los méritos de las tecnologías disponibles y las soluciones mismas dependen de como avanza y se aplica el conocimiento obteniendo la satisfacción personal y la aceptación de este sistema por los practicantes en la comunidad.

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 casi siempre ser mejorados, el proceso de D & D no necesita terminar sino hasta que los mejoramientos posteriores no sean ya necesarios.

El procedimiento de graduación variable de D & D en este trabajo, se va a aplicar con algunas modificaciones menores a nivel mixto (unidades de manejo familiar, como la finca familiar); para que posteriormente se incida a nivel medio (comunidad) concluyendo los resultados. Estas modificaciones surgen como una adaptación a las condiciones del lugar.

La perspectiva de esta investigación agroforestal, será con una base a nivel organizacional, con categoría de parcela siendo las unidades operacionales las fincas, es decir, en campos de los agricultores y huertos familiares, con investigación tipo experimento o investigación aplicada con categoría adaptativa, porque nos vamos a referir al desarrollo de una tecnología en un lugar específico para resolver problemas prácticos de forma inmediata.

VI.1. Investigación en finca (IEF).

La investigación en finca (IEF) surge como una respuesta al reconocimiento de la importancia de los agricultores participantes en el proceso de generación de tecnología. Dicho simplemente, la esencia de la IEF, es conducir la investigación o experimentar tecnologías en fincas o en campos de los agricultores ya sea en espacios reducidos o no tanto. El científico profesionalista debe permitir al agricultor participar en la investigación; cosa cierta.

El término "En Finca", implica investigación en ambientes naturales donde las tecnologías agroforestales se pueden aplicar; este tipo de investigación es muy relevante para emprender una investigación específica agroforestal para la resolución de problemas. La IEF puede evitar la rigurosa prueba de validez estadística de los resultados de la investigación; aunque no por ello deja de ser necesaria y útil en agroforestería, dado que se considera una estrategia apropiada y muy poderosa para la investigación agroforestal, especialmente para la aplicada.

Los niveles de participación y complejidad experimental son muy variados en IEF, así también la conjunción agricultor - investigador, hace que los experimentos sean potencialmente más interesantes y útiles, es preciso mencionar que entre mayor sea la complejidad del sistema y las tecnologías agroforestales propuestas, menor será la probabilidad de que una tecnología o sistema específicos desarrollados sean propios para cualquier región.

VI.2. Características del Sistema Agroforestal (SAF).

El SAF propuesto para este proyecto, surge de una combinación de diferentes prácticas agroforestales, las cuales son: Taungya, combinación de cultivos y plantaciones, cinturones de protección y rompevientos, producción de leña y huertos caseros mixtos con animales. Dando un especial interés y énfasis al último "huertos caseros mixtos o agroforestería de finca". Algunos de los nombres que a nivel mundial recibe este sistema agroforestal, llamado así por poseer especies herbáceas y perennes leñosos, 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, jardín potager, orto, huerto, jardín, tecorral y agroforestería de finca.

Este tipo de sistema se presenta más frecuentemente en países tropicales y subtropicales en desarrollo, en donde las actividades y mantenimiento se dan por mano de obra familiar. Algunas de las características que presenta son: gran diversidad de especies, formando un complejo multiestrato; consta de 3 a 4 estratos de canopia vertical en capas y mezclas de especies compatibles, estos estratos pueden ser una capa herbácea, una capa arbórea y 2 ó 3 capas intermedias.

Dentro de este sistema se mantiene un equilibrio dinámico con respecto a la materia orgánica y a los nutrientes en el suelo del huerto, debido a la continua adición de mantillo y su constante remoción a través de la descomposición. Los principales objetivos son: Producir alimentos y subproductos, continua y escalonadamente para el consumo de la unidad familiar dependiendo de sus necesidades de subsistencia con un comercio subsidiario; reducir el deterioro ambiental causado por el monocultivo, manejando adecuadamente el bosque. Este sistema agroforestal puede ser una importante contribución potencial al marco del desarrollo agrícola del sureste mexicano y otras partes del mundo; siendo la coordinación y continuidad la base para lograr un éxito aceptable, dado que es considerado un sistema tradicional de méritos excepcionales en el cual no ha habido apoyos ni incentivos para su evaluación y desarrollo.

VI.3. Disposición / Interacción de los componentes.

El éxito de la agroforestería radica fuertemente en la explotación de las interacciones y disposiciones que muestran los componentes; sin embargo, hay que tomar en cuenta que la complejidad y duración máxima de la vida de los sistemas agroforestales, hacen que las investigaciones de los mecanismos y procesos sean extremadamente difíciles, aunque no imposibles de generalizar y extrapolar los resultados de un estudio a condiciones similares en otros lugares.

La disposición se refiere a la manera y el lugar que va a ocupar cada especie vegetal dentro de lo que conforma el sistema agroforestal, 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).

Algunos efectos positivos en la ICA son: Conservación del agua, conservación del suelo, contribuciones de biomasa y árboles de sombra (reducción de estrés). Algunos efectos negativos en la ICA son: Alelopatía, competencia por agua, competencia por nutrientes y competencia por luz. Algunos efectos positivos en la IAA son: Deposición de abono y sombreado. Algunos efectos negativos en la IAA son: Pisoteo, daño por ramoneo, fitotoxinas y hospedero plaga / enfermedad.

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 reducen los efectos negativos.

Varias características podrían ser identificadas como atributos deseables para los árboles en los sistemas agroforestales; pero frecuentemente, no es posible seleccionar árboles con todas estas características, porque otras plantas están ya establecidas o porque las metas de producción o protección favorecen la elección de otras especies. Para lograr un crecimiento incrementado de los componentes en agroforestería se requiere: Hacer un mejoramiento del clima, fertilizar, aplicar acolchado / abono, regar, manejar la labranza del suelo, elegir especies adaptadas y asegurar una alimentación suplementaria. Para lograr un crecimiento disminuido de los componentes en agroforestería se requiere: Podar, desmochar, podar la raíz, hacer surcos, sombrear excesivamente, aplicar herbicidas y manejar un pastoreo / ramoneo.

Estas cuestiones pueden ser manejadas dependiendo de las necesidades de los practicantes del sistema de la capacidad económica, de las creencias e ideales de la gente y en general de los gustos y preferencias hacia el mejoramiento del sistema.

Las metas de las prácticas de manejo deberán aumentar el rendimiento de los productos deseados y disminuir el desarrollo así como la competencia de componentes indeseables. Las interacciones de los componentes son un área fértil para el estudio científico, así como una herramienta potencialmente valiosa para el manejo del sistema. Para el presente proyecto, se manejan 40 diferentes componentes en una hectárea de terreno, lo que constituye el módulo; el número de componentes surge por iniciativa propia por parecer el más adecuado para obtener la diversidad de productos y subproductos perseguida en los objetivos.

La existencia o ausencia de alguno de los componentes, en el caso de que este SAF sea adoptado por uno o varios practicantes de la agroforestería, estará en función a las condiciones del lugar, espacio, factibilidad para adquirirlo, su presencia desde antes de iniciar el proyecto, la preferencia a gusto del productor y el tiempo a considerar. (23)

FORESTALES	FRUTALES	HERBÁCEAS	ANIMALES
Achiote Caoba Cedro rojo Guácima Pimienta negra Ramón	Aguacate Árbol del pan Caimito Chicozapote Ciruela mexicana Coco Guanábana Guaya Guayaba Limón Mamey Mandarina Mango Naranja Tamarindo Zapote domingo	Ajonjolí Calabaza Camote Chaya Chile Frijol Jicama Jitomate Maíz Orégano Papaya Piña Plátano Sandía Yuca	Borrego pelibuey Gallina Guajolote

Muchos de los componentes o quizá todos se pueden encontrar dentro de un mismo ordenamiento, no afectando de manera significativa la ausencia de alguno o la presencia de otros. Se presenta un croquis del diseño estratégico óptimo del SAF para este proyecto, el cual puede ser modificado a consideración del practicante que desee adoptarlo. (24)

23. Ver ANEXO 18. Presentación esquemática de la composición estructural del huerto casero mixto. Noh-Bec, Quintana Roo, México.

24. Ver ANEXO 19. Croquis de un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto.

VI.4. Prácticas de manejo y calendarización.

Con base en la información técnica y socioeconómica, así como los objetivos planteados para la realización de este trabajo es como se definieron sus características básicas, la calendarización de las actividades y los tiempos; no se hablará de costos de producción, dado que se trata de un financiamiento propio cuyo proyecto fue a menor escala con un nivel de participación familiar.

A continuación se mencionan las principales actividades realizadas de cómo se fue presentando el trabajo; 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, pues hubo otras actividades fuera del huerto (milpa, trabajo asalariado, escuela) ellas son:

* **Deshierbe.** Dentro del trópico húmedo, el problema de la maleza es constante, es por ello que la labor del deshierbe es continua y permanente, dado que es indispensable mantener limpias las partes donde se establecen las herbáceas y alrededor de los árboles; esta actividad consiste en eliminar de raíz las plantas indeseables. Aproximadamente se realizaron 10 deshierbes por año.

* **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 u hojas de aproximadamente 2 cm. Esta práctica permite que el suelo conserve humedad, además de la formación de un césped no muy denso entre las especies del huerto, con ello se mantiene la estructura del suelo y se le da una apariencia más estética al huerto. Se realizaron 6 chapeos por año con machete.

* **Poda.** Cada año, en el mes de abril y mayo que son los meses de época seca, se realizan podas de formación a las especies forestales y frutales; lo anterior es para dar un mejor manejo al diámetro de los maderables y para que los frutales den adecuadas producciones, además de la reducción del sombreado en algunas áreas con lo que se ve favorecido el desarrollo de las especies herbáceas. Esta actividad se realiza en época seca para prevenir enfermedades fungosas y facilitar la cicatrización; la herramienta utilizada es machete y serrote.

* **Siembra.** La siembra y plantación, se presentó en diferentes momentos, según la especie que se tratase y la presencia de algunos ya establecidos en el huerto; el problema con la humedad no es por escasas, sino por abundancia, pues con grandes precipitaciones en periodos cortos se presentan problemas de daño mecánico y fungosis para cualquier especie vegetal; entonces, se evitó sembrar cualquier especie en los meses de julio, agosto y septiembre, fuera de esas fechas se puede sembrar o plantar en cualquier momento, dado que la factibilidad de agua y temperatura no son limitantes (se cuenta con pozo y agua entubada).

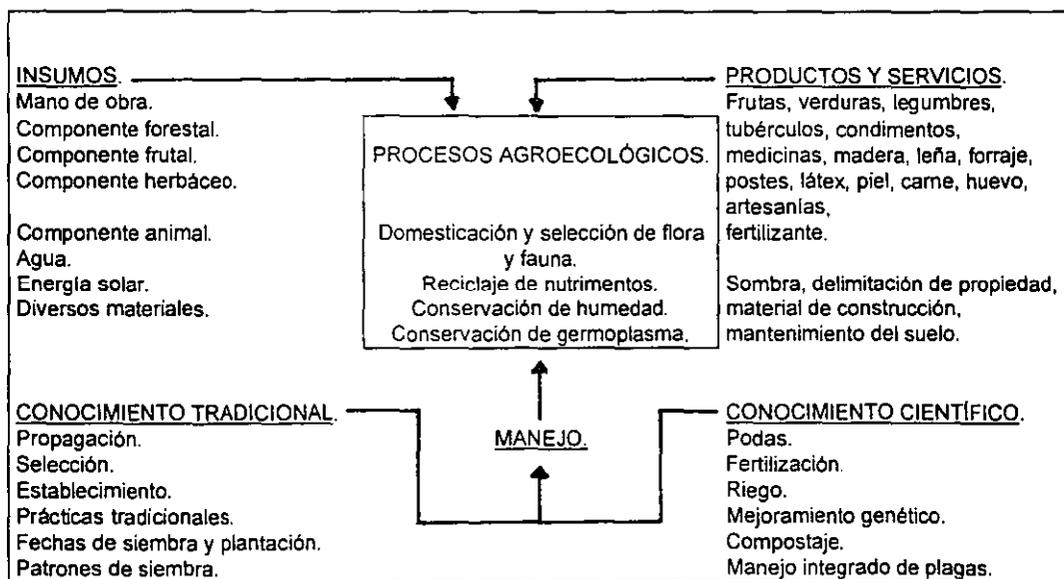
* **Cosecha.** La cosecha es escalonada a lo largo del año, con diferentes productos y subproductos; esta actividad es manual, para especies con demasiada altura, se utiliza una vara larga que en su extremo lleva un gancho afilado para la cosecha de frutos muy altos. Se trató de no dejar frutos tirados en el suelo, para evitar problemas con mosca mexicana de la fruta. Para el caso de tubérculos, semillas y otras herbáceas, se esperó el momento oportuno y se trató de no cosechar todo de una vez, sino escalonadamente.

* **Limpieza de corrales.** La limpieza debe ser por lo menos cada semana; los corrales no son de tamaño muy grande y los animales son pocos (7 borregos, 10 gallinas y 5 guajolotes) tratando de mantener el mismo número, pues realmente el manejo de animales requiere cuidados especiales. La limpieza se realiza recogiendo las excretas y llevándolas a la fosa, posteriormente se barre y lava con la aplicación de un desinfectante (cloro). Durante la actividad, los animales son sacados del corral, pero en todo momento se mantienen dentro de los corrales para evitar daños a las especies del huerto y para llevar un mejor control de los mismos.

VI.5. Proceso y establecimiento.

Los principales insumos, procesos y productos del sistema agrosilvopastoril, se representan en el siguiente cuadro:

AGROFORESTERÍA DE FINCA.



El predio, se ubica dentro del ejido Noh - Bec, el tamaño es de 1 Ha. aproximadamente; en 1998, se comenzó a trabajar en él, anteriormente se trataba de un huerto casi abandonado con algunas especies importantes, no ordenadas lógicamente.

Son varias las etapas que este proyecto debe cumplir, el planteamiento de proyectos de este tipo, son considerados a largo plazo (más de 25 años) es decir, hasta que el perenne leñoso ha sido aprovechado completamente. Pero, el establecimiento de esas pequeñas áreas de producción (hortalizas, granos básicos, frutales, forrajeras, silvícolas, pecuario, abonos orgánicos, etc.) hace que los procesos, establecimientos y etapas de aprovechamiento sean de manera escalonada y permanente, superando esos 25 años tentativos por el continuo mejoramiento y evolución del sistema agrosilvopastoril.

Las especies que ya se encontraban presentes y que forman parte de este trabajo son: Caoba, cedro rojo, pimienta negra, ramón, aguacate, árbol del pan, chicozapote, guaya, mamey, mango, tamarindo, zapote domingo y naranja. Posteriormente se reajustaron los límites del predio, esto fue con piedras dado que son muy abundantes; después se realizó una limpieza, delimitación y construcción de corrales, preparación de cajetes para el establecimiento de perennes leñosos y preparación de áreas destinadas a especies herbáceas. Todas estas actividades se realizaron con anticipación al período de lluvias.

Las especies que se unieron a las ya presentes, para formar parte de los 40 componentes del sistema son: Guácima, caimito, ciruela mexicana, coco, guanábana, guayaba, limón, mandarina, achiote, ajonjolí, calabaza, camote, chaya, chile, frijol, jicama, jitomate, maíz, orégano, papaya, piña, plátano, sandía, yuca, borregos pelibuey, gallinas y guajolotes. Estas especies que se unieron, presentaban al momento diferente desarrollo, sobre todo los perennes leñosos; en cuanto a las semillas de siembra de las herbáceas y otras estructuras reproductivas, así como los borregos, gallinas y guajolotes, fueron obtenidos de otros huertos dentro del ejido y áreas cercanas. Se trató de elegir los individuos con mejores características.

Por estudio personal, encontré que en el ejido el promedio es de 25 componentes diferentes por huerto o solar; para este trabajo fueron 40, con ello, garantizo el buen funcionamiento del sistema que asegure la sostenibilidad alimenticia a través de una gran diversificación de productos, subproductos y servicios, además de las cantidades que es conveniente producir. Al hablar de 40 componentes, no estoy hablando de 40 unidades dentro de una hectárea, dado que sería ilógico y absurdo; pero sí hablo del porcentaje que aproximadamente ocupan en el terreno: 40% frutales, 40% herbáceas, 12.5% forestales y 7.5% animales. Lo anterior es porque para las herbáceas es difícil a nivel de este estudio (tesis), el contabilizar cuantas plantas se tienen de tal o cual especie, y mientras unas están presentes, el momento de otras todavía no llega; en los animales es más sencillo (7 borregos, 10 gallinas y 5 guajolotes). A fin de cuentas, no me parece relevante el número de plantas de cada componente, dado que su presencia indica la obtención de algún producto, subproducto o servicio específico; además, el ordenamiento es disperso y la ubicación en el predio de plantas de la misma especie puede ser algo distante. Ello es preferible, pues de esta manera se tienen un máximo aprovechamiento de la luz y el espacio disponibles.

Otras posteriores etapas que favorecen o mejor dicho complementan este estudio, con el fin de hacer el proyecto de finca más funcional y demostrativo de algunas ecotecias compatibles con un aprovechamiento integral de los recursos, contempla las siguientes:

- * Digestor de biogas.
- * Casa ecológica.
- * Captación de agua de lluvia.
- * Estanque para peces.
- * Producción de hongos.
- * Vivero.
- * Apicultura.

VI.6. Evaluación del Sistema Agroforestal (SAF).

La evaluación de agroforestería de finca en Noh - Bec, Quintana Roo; dado que se ha desarrollado en una condición específica de sitio, merece ser basada en un conjunto de criterios, que son aplicados como atributos básicos o metas y que son:

* **Evaluación de la productividad.** La productividad mejorada de este sistema fue lograda a través de la diversificación de productos, subproductos y servicios de los diferentes componentes que integran el sistema, estos son: Frutas, verduras, legumbres, tubérculos, condimentos, semillas, medicinas, madera, leña, forraje, látex, fertilizante, postes, carne, pieles, material de construcción, ornamentación, artesanías, sombra, cercos vivos, fijación de nitrógeno en el suelo, conservación del suelo y agua, protección del suelo contra erosión por lluvia y viento, alta captación de carbono, rompevientos, e ingresos económicos por exedentes de las producciones. Indudablemente, que este enfoque de productividad expresa en términos medibles, cuantitativos y significativos los objetivos e hipótesis de este trabajo; aunque se trate de un sistema de naturaleza no monetaria y muchas veces las cantidades sean difíciles de cuantificar.

* **Evaluación de la sostenibilidad.** A corto plazo, se entiende como la libertad que tuve para la selección, arreglo y estrategias flexibles de manejo de los componentes de la producción. A largo plazo, la presencia de todos los componentes y como sistema de producción presentó las siguientes cualidades: Protección del suelo contra procesos erosivos ocasionados por agua, viento y altas temperaturas, dado que el suelo presenta afloramientos rocosos y poca profundidad; se restaura la fertilidad del suelo, dado que se mantiene una cobertura con arvenses y se adiciona fertilizante que es obtenido de los desechos orgánicos del mismo lugar después de darle un proceso; es importante también el papel que juegan las raíces de los árboles dado que extraen nutrientes de zonas profundas, mantienen la estructura del suelo, mejoran la infiltración de agua y contribuyen a la adición de materia orgánica con la descomposición del sistema radical; se conserva la biodiversidad porque las especies utilizadas en este trabajo se encuentran normalmente en el área de influencia, por el momento no se han introducido especies exóticas, pero llevando un buen control no se corre ningún riesgo. Por último, este sistema, por la gran diversidad vegetal que presenta en una pequeña superficie, funciona como un banco vivo para el secuestro del carbono, proceso que se lleva a cabo a través de la fotosíntesis, esto contribuye enormemente a la estabilización del clima y por tanto para el desarrollo sostenible.

* **Evaluación de la adoptabilidad.** Actualmente, no hay criterios ampliamente aceptados para evaluar la adoptabilidad del sistema; pero cabe decir como argumento válido, que los solares o huertos caseros mixtos en el área, han resistido la prueba del tiempo prevaleciendo hasta nuestros días, lo cual confirma que agroforestería de finca aborda efectivamente los problemas alimentarios de los campesinos de recursos limitados y ofrece nuevas oportunidades. El sistema del presente trabajo manifiesta una gran versatilidad proporcionando una solución concreta a problemas específicos de uso del suelo, como sistema mejorado; su adoptabilidad dentro de la zona comienza a manifestarse.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Considerando los procedimientos básicos de la metodología de Diagnóstico y Diseño (D & D) que constan de 4 etapas, es como se mencionarán a continuación los resultados y la discusión que en cada una se requieran; anticipando que realmente esta metodología básica conduce a un buen diseño agroforestal de manera oportuna y efectiva, las sugerencias sobre procedimientos en este trabajo pueden diferir según el nivel de detalle requerido por los usuarios interesados.

Etapas de prediagnóstico.

A partir del conocimiento de un estatus actual de los huertos caseros mixtos o solares, es como se planteó la necesidad de elaborar un prototipo que fuera del contexto tradicional, mostrara un gran desarrollo evolutivo con el cual, sin lugar a dudas, se asegura la sostenibilidad alimenticia y protección ambiental. Los recorridos a través de los diferentes huertos en la zona y parte selvática, arrojan resultados muy importantes sobre la gran diversidad vegetal presente; existe un sinnúmero de especies forestales y frutales, las cuales no han sido llevadas a los huertos para su domesticación, pero con las que se ha trabajado muestran múltiples bondades.

Uno de los instrumentos más útiles, fue la hoja de trabajo que aborda los componentes de un huerto casero mixto dentro del municipio de Felipe Carrillo Puerto, y desde luego los huertos del ejido Noh - Bec; con ello me nace la idea de sugerir nuevos componentes (algunos no incluidos comúnmente en los huertos caseros como: Achote, guácimo, ajonjolí y zapote domingo). Pero siempre retomando algunas de las especies más importantes, como el resto. Dado que este es un sistema de producción casero, la participación de todos y cada uno de los miembros de la familia es mucho muy importante, este aspecto social es distintivo principal de agroforestería de finca.

Etapas de diagnóstico.

Agroforestería de finca o los huertos caseros mixtos solamente pueden y deben ser manejados en la unidad de manejo (finca), considerándolo como un nivel de ecosistema - comunidad dado que es aquí y con la familia donde se vislumbran sus máximas estrategias de desarrollo. No se puede proseguir a una siguiente etapa, sin antes mencionar cuales fueron los problemas y el potencial funcional que en ese momento se presentó: La deforestación de la selva y la pérdida de la biodiversidad; a pesar de lo anterior, un motivo importante es que aún queda demasiado germoplasma para ser investigado; la necesidad de tener una buena alimentación y una fuente de trabajo es primordial; dado que este tipo de ecosistemas son muy frágiles, lo más conveniente es saber aprovechar los recursos disponibles utilizándolos de la mejor manera; la creciente demográfica que cada día abarca más espacios; la ventaja de tener una alta radiación solar y agua disponible hace de estos lugares geográficos sitios muy particulares.

Etapas de diseño.

En el ANEXO 20. Referencias técnicas de los componentes vegetales, considero los componentes estructurales más importantes y que forman parte de este trabajo, en él aparecen los principales productos que a fin de cuentas es el porqué de haberlos seleccionado. La presencia o ausencia de algunas especies, depende de múltiples factores. En el presente trabajo, hablando en porcentajes de superficie ocupada resultan los siguientes: Forestales con un 12.5 %, frutales con un 40 %, herbáceas con un 40 % y animales con un 7.5 %. El porcentaje representa el total por hectárea que ocupa cada componente y fue sacado considerando el número de especies diferentes que pertenecen a cada componente.

Lo anterior indica una clara dominancia del componente frutal y herbáceo sobre los forestales y animales. De acuerdo a observaciones particulares en el área, los porcentajes son muy similares a los del resto de los huertos; ello quiere decir, que la preferencia está en las frutas y verduras para la alimentación, posteriormente el ingreso económico que se obtiene de las maderas preciosas y por último la alimentación con animales.

¿Porqué es de esta manera? Porque los forestales tardan mucho tiempo para ser aprovechados, la sombra que llegan a proporcionar es demasiada para el buen desarrollo de las herbáceas, por eso es poca su importancia. Porque los animales necesitan resguardos especiales dentro del huerto, sus excretas y orinas ocasionan malos olores y problemas sanitarios, existe robo de animales en la comunidad, necesitan complementos alimenticios para su óptimo desarrollo, por eso igualmente su preferencia es limitada. Porque las plantas herbáceas en las cuales se incluyen a frutas, verduras, legumbres, tubérculos, condimentos, semillas, medicinas y otras, forman parte de la dieta principal y por ello su cultivo es importante. Porque los frutales igualmente, forman parte importante en la alimentación, además generan sombra y forraje; cuando se tienen algunos excedentes, los ingresos económicos permiten amortiguar el gasto familiar.

Por otro lado, la caída de hojarasca de los árboles, la muerte de las plantas anuales, así como los desperdicios orgánicos del hogar y el excremento de los animales del corral fueron de los más grandes problemas, dado que no se pueden dejar sobre la superficie del suelo esperando su descomposición y reciclaje de manera rápida; lo anterior es porque el problema de plagas, enfermedades y maleza se hace más constante, además de que el tránsito al interior del huerto muchas veces se hace imposible y se corre el peligro de ser picado o mordido por animales como: culebras, arañas, moscos, roedores y otros. Es por ello, que se diseñó una pequeña fosa en donde todos los desechos orgánicos fueran acumulados y una vez llena se le prende fuego, las cenizas ahí quedan o pueden sacarse para incorporarlas como fertilizante a los cultivos.

El problema del rendimiento, sobre todo para las especies herbáceas es claramente notorio, pues se ve disminuido por la presencia de un sombreado en algunas partes excesivo; esta baja del rendimiento se aprecia sobre el crecimiento más no sobre la calidad final del producto; las especies más afectadas fueron: Ajonjolí, jitomate, maíz, papaya, piña, plátano y sandía. En cuanto a la producción de los árboles frutales, se da de manera escalonada a lo largo del año, es muy diversa y muy constante cuando el árbol entra en plena producción; pero el problema con la mosca mexicana de la fruta, ocasiona pérdidas considerables en las siguientes especies: Aguacate, chicozapote, guanábana, guayaba, limón, mamey, mango, naranja, mandarina, papaya y ramón.

La aplicación de agroquímicos podría no representar ningún peligro si se manejan adecuadamente las dosis recomendadas, pero en esta ocasión no se aplicaron productos químicos, ni fertilizante, pues lo que se buscó fue la sostenibilidad y equilibrio del sistema, lo cual manejado adecuadamente puede ser logrado.

Etapas de seguimiento.

Realmente, este tipo de investigación prueba y desarrolla la tecnología y el diseño de un sistema integral de uso del suelo, las actitudes a través de los años pueden ser diferentes de lo que se ven ahora, lo importante es ser realista con las condiciones que la sociedad demanda pero siempre con la premisa de refinar el diseño original. Como en agroforestería de finca algunos resultados son a largo plazo (forestales) el módulo se debe retroalimentar durante el desarrollo del proyecto.

VIII. CONCLUSIONES.

* La agroforestería es un conjunto de prácticas y técnicas mejoradas, que pueden contribuir a remediar el mal manejo de los recursos, tecnología incorrecta y falta de visión ecológica en la planeación de uso del suelo; asegurando para las familias de recursos limitados la sostenibilidad alimenticia y la obtención de productos, subproductos y servicios, de forma escalonada y permanente.

* Ante una política de ganaderización y el problema de roza - tumba - quema en las zonas del trópico húmedo de nuestro país, que traen como consecuencia la expoliación de los recursos naturales; es indispensable revalorizar el manejo integrado tradicional de las comunidades indígenas, lo que nos va a conducir a un desarrollo sostenible. El ejemplo más significativo, los huertos caseros mixtos o agroforestería de finca.

* Hay características muy particulares de agroforestería de finca y que resaltan en el presente proyecto, estas son: La presencia de cuando menos un componente que sea perenne leñoso; la mano de obra es familiar; la casa - habitación se encuentra dentro de la finca, aunque no necesariamente puede ser así; la producción de alimentos es la función y papel principal; es sostenible porque no hay adición de insumos externos al sistema; hay mejoramiento de los recursos y del sistema con lo cual se obtienen beneficios a corto, mediano y largo plazo.

* Los puntos críticos que desencadenarían el agotamiento de la sostenibilidad de agroforestería de finca pueden ser: Creciente poblacional, riesgos ambientales, contaminación de agua y suelo, saturación de la capacidad de carga, falta de interés por los practicantes del sistema y efectos de las políticas gubernamentales.

* El módulo agroforestal desarrollado en el presente trabajo, iniciado como tal desde 1998 y hasta la fecha, ha ofrecido resultados muy positivos que en mucho superan las expectativas iniciales; su difusión está comenzando a despegar en la comunidad por ser considerado un sistema exitoso y mejorado.

* Como hace mención la metodología empleada en este trabajo (D & D), se trata de un proceso continuo de aproximaciones sucesivas y confluencia de relaciones a varios niveles de una práctica antigua con un nombre nuevo, en donde la retroalimentación pronta y complementaria entre los diferentes componentes, hacen al trabajo autocorrectivo dependiendo de como avanza y se aplica el conocimiento.

* La agroforestería de finca queda exenta de la rigurosa prueba de validez estadística, dado que se trata de un sistema en el cual existen múltiples asociaciones tan complejas que inclusive la selección aleatoria de diferentes fincas arrojaría resultados distintos; si el experimento se realizara en estación, sería de poco o ningún valor porque no habría una activa colaboración participativa que resolviera los problemas socioeconómicos y culturales a los que se enfoca este sistema agrosilvopastoral.

* Dentro de los inconvenientes que se presentaron en este trabajo fueron: El excesivo sombreado ocasionado por la presencia de los árboles, lo que permite un mínimo paso de luz hasta el estrato inferior donde se encuentran las herbáceas, disminuyendo su desarrollo; en el período seco fue necesario aplicar riegos, dado que la competencia por agua podía hacer imposible el establecimiento de cultivos anuales; a los animales se les debe dar la mitad del año un complemento alimenticio, dado que no alcanzan a cubrir totalmente sus necesidades con los productos del huerto.

* El aprovechamiento para madera de las especies forestales aún no se realiza, pero sin duda, el derribo de árboles ocasionará daños a otras especies, dado que la presencia de los componentes forestales dentro del huerto es de manera dispersa y aunque se dirija la caída se deben prever los menores daños posibles.

* Actualmente se tienen en observación las siguientes especies: Árbol de neém, macadamia, mangostán, maracuyá y litchi; son especies exóticas que normalmente no se encuentran en la zona, su introducción como nuevos componentes en agroforestería de finca puede ser muy valiosa en un futuro cercano, alentando aún más las posibilidades de éxito y validación tecnológica.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

- Bavappa, K.V.A. and Jacob, V.J. 1982. High-intensity multispecies cropping: A new approach to small-scale farming in the tropics. *World Crops* (March/April, 1982), pp. 47-50.
- Bianford, H.R. 1958. Highlights of one hundred years of forestry in Burma. *Empire Forestry Review* 37 (1): pp. 33-42.
- Boege, E., 1988. *Los mazatecos ante la nación*, México, Siglo XXI.
- Boonkird, S.A., Fernández, E.C.M., and Nair, P.K.R. 1984. Forest villages: an agroforestry approach to rehabilitating forest land degraded by shifting cultivation in Thailand. *Agroforestry Systems* 2: pp. 87-102.
- Brownrigg, L. A., 1985. "Native Cultures and Protected Areas: Management Options", *Culture and Conservation: The Human Dimension in Environmental Planning*, J. McNeely y D. Pitt (eds.), Croom Helm.
- Buck, L. (ed.). 1981. *Proceedings of the Kenya National Seminar in Agroforestry*. November, 1980. ICRAF/University of Nairobi, Nairobi, Kenya.
- CATIE. 1986. *Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos*, San José, Costa Rica. 818 p.
- Cedeño S., Oscar. 1981. ¿Porqué se destruyen las selvas del sureste?. Academia Mexicana de Ciencia Forestal, México.
- Chandler, T. and Spurgeon, D. (eds.). 1979. *International Cooperation in Agroforestry*. Proceedings of ICRAF/DSE Conference. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Combe, J and Budowski, G. 1979. Classification of agroforestry techniques. In: de las Salas, G. (ed.), *Proceedings of the Workshop on Agroforestry Systems in Latin América*, pp. 17-47. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Costanza, R. 1993. *Developing Ecological Research that is Relevant for Achieving Sustainability, Ecological Applications* 3(4):pp. 579-581.
- Cuanalo de la Cerda, M. 1964. Suelos del campo experimental forestal "El Tormento" Campeche, INIFAP. Bol. Tec. No. 15, México.
- DTF de la SPFE 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 p.
- FAO. 1976. *forests for Research and Development*. FAO, Rome, Italy.
- Fernández, E.C.M., O'Kting"ati, A., and Maghembe, J. 1984. The Chagga homegardens: A multistoried agroforestry cropping system on Mt. Kilimanjaro, Northem Tanzania. *Agroforestry Systems* 2: pp. 73-86.
- Fernández, E.C.M. and Nair, P.K.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems* 21: pp. 279-310.
- Forde, D.C. 1937. Land and labor in a Cross River village. *Geographical Journal*. Vol. XC. No. 1.
- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, UNAM, México.
- Getahun, A., Wilson, G.F. and Kang, B.T. 1982. The role of trees in the farming systems in the humid tropics. In: MacDonald, L.H. (ed.), *Agroforestry in the African Humid Tropics*, pp. 28-35. United Nations University, Tokyo, Japan.
- Gispert, M., Gómez, A. y Nuñez, A., 1992. "Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares". *Cultura y manejo de los recursos naturales*; ed. Porrúa, Vol. II: pp. 575-623.
- Gliessman et al. 1981. Ancient Raised-field agriculture in the Maya lowlands of Southern México. Camberra, Australia.
- Gligo, N. Y Morello, J., 1980. "Notas sobre la historia ecológica de América Latina", *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*, O. Sunkei y N. Gligo (eds), México, Fondo de Cultura Económica.
- Gómez-Pompa, A., 1987. "On Maya Silviculture", *Mexican Studies*, v. III, n. 1.
- Grainger, A. 1980. The development of tree crops and agroforestry systems. *International Tree Crops Journal* 1: pp. 3-14.
- Hoekstra, D.A. and Kuguru, F. M. (eds.). 1982. *Agroforestry Systems for Small-Scale Farmers*. ICRAF/BAT, Nairobi, Kenya.
- Huxley, P.A. 1983. Comments on agroforestry classification with special references to plants. In: Huxley, P.A. (ed.), *Plant Research and Agroforestry*, pp. 161-171. ICRAF, Nairobi, Kenya.

- Indian Council of Agricultural Research. 1979. *Proceedings of the National Seminar on Agroforestry, May, 1979*. ICAR, New Delhi, India sp.
- King, K.F.S. 1979. Agroforestry and the utilization of fragile ecosystems. *Forest Ecology and Management* 2: pp. 161-168.
- King, K.F.S. 1987. The history of agroforestry. In: Stepieler, H.A. and Nair, P.K.R. (eds.), *Agroforestry: A Decade of Development*, pp. 1-11. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Kronick, J. 1984. Temporal analysis of agroforestry systems for rural development. *Agroforestry Systems* 2: pp. 165-176.
- Leff, E., 1984. "Productividad ecotecnológica y manejo integrado de recursos", *Revista Interamericana de Planificación*, v. XVIII, n. 69, México.
- Leff, E., 1985. "Ethnobotany and Anthropology as Tools for a Cultural Conservation Strategy", *Culture and Conservation*, J. Mc Neely y D. Pitt (eds.).
- Leff, E., Carabias, J. y Batis, A., 1990. *Recursos naturales, técnica y cultura. Estudios y experiencias para un desarrollo alternativo*, México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Serie Seminarios 1, UNAM.
- Leff, E., 1992a. "Sociología y formación ambiental: procesos sociales, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento", *Las ciencias sociales y la formación ambiental a nivel universitario*, E. Leff (coord.), México, CCH-UNAM, (en prensa).
- Ludwig, D., R. Hilborn y C. Walters, Uncertainty, 1993. *Resources Exploitation and Conservation: Lessons from History, Science*, 260: pp. 17-36.
- Lundgren, B.O. 1982. *The use of agroforestry to improve the productivity of converted tropical land*. Paper prepared for the Office of Technology Assessment of the United States Congress. ICRAF Miscellaneous Papers. ICRAF, Nairobi, Kenya sp.
- Lundgren, B.O. and Raintree J.B. 1982. Sustained agroforestry. In: Nestel, B. (ed.). *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia*, pp. 37-49. ISNAR, The Hague, The Netherlands.
- Maini, J. S. 1992. Desarrollo sostenible de los bosques. *Unasylva* 169, vol. 43, pp. 3-8.
- McDonald, L.H. (ed.). 1982. *agroforestry in the African Humid Tropics*. United Nations University, Tokyo, Japan.
- Michon, G. 1983. Village- forest-gardens in West Java. In: Huxley, P.A. (ed.), *Plant Research and Agroforestry*, pp. 13-24. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Michon, G., Mary, F. and Bompard, J. 1986. Multistoried agroforestry garden system in West Sumatra, Indonesia. *Agroforestry Systems* 4: pp. 315-338.
- Miranda, Faustino, 1959. Rasgos Fisiográficos (de interés en los estudios biológicos), In: Beltrán, L., "Los recursos naturales renovables y su aprovechamiento en la Península de Yucatán, IMRNP, México. 164 p.
- Miranda, Faustino y Hernández X. Efraín, 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación: *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: pp. 29 - 179.
- Moench, M. 1991. Soil erosion under a successional agroforestry sequence: a case study from Idukki District, Kerala, India. *Agroforestry Systems* 15: pp. 31-50.
- Nair, P.K.R. 1984. Fruit Trees in Agroforestry. Working Paper. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii, USA sp.
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: pp. 97-128.
- Nair, P.K.R. 1987. Agroforestry systems inventory. *Agroforestry Systems* 6: pp. 301-317.
- Nair P.K.R. (ed.) 1989. *Agroforestry Systems in the Tropics*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- O Connor, J., 1988. "Capitalism, nature, Socialism: A Theoretical Introduction", *Capitalism, Nature, Socialism*, n. 1, pp. 11-38.
- Oduol, P.A. 1986. The shamba system: an indigenous system of food production from forest areas of Kenya. *Agroforestry Systems* 4: pp. 365-373.
- Ojo, G.J.A. 1966. *Yoruba Culture*. University of Ife and London Press, London, UK.
- Okafor, J.C. 1981. Woody Plants of Nutritional Importance in Traditional Farming Systems of the Nigerian Humid Tropics. Ph.D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria. (Unpublished) sp.

Pimentel, D. y Pimentel, M., 1979. *Food, Energy and Society*, Nueva York, Edward Arnold.

Poulsen, 1979. Integrating agriculture and forestry. Perth, Australia. 238p.

Raintree, J.B. 1984. *A systems approach to agroforestry diagnosis and design: ICRAFs experience with an interdisciplinary methodology*. Paper to the IV World Congress on Rural Sociology, 15-21 December-1984, Manila, The Philippines sp.

Sánchez, P.A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. Wiley, New York, USA sp.

San Martín Arzabe, H., 1990. "Las formas tradicionales de uso de los recursos", Leff, Carabias y Batis (eds.).

Sarukhán, José. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálida - húmeda de México, INIF - FAO México. pp. 3 - 46.

Soemarwoto, O. and G.R. Conway. 1991. The Javanese homegarden. *J. Farming Systems Research-Extension* 2(3): pp. 95-117.

Sommers, P. 1978. *Traditional Home Gardens of Selected Philippines Households and their Potential for Improving Human Nutrition*. M.Sc. thesis, University of Philippines, Los Baños, The Philippines sp.

SRA. 1990. *Depuración censal carpeta básica del Ejido Noh - Bec, Delegación Agraria de Quintana Roo*. Chetumal, México.

Stoler, A. 1975. *Garden Use and Household Consumption Pattern in a Javanese Village*. Ph.D. thesis, Columbia University, Department of Antropology, New York, USA sp.

Terra, G.T.A. 1954. Mixed-garden horticulture in Java. *Malaysian Journal of Tropical Geography* 4: pp. 33-43.

Toledo, V. M., 1980. "Ecología del modo campesino de producción", *Antropología y Marxismo*, n. 3, México, pp. 35-55.

Toledo, V. M., 1993. *Los grupos indígenas del trópico húmedo de México. Un sector estratégico para el PROAFT*, México.

Torres, F. 1983. *Agroforestry: concepts and practices*. In: Hoekstra, D.A. and Kuguru, F.M. (ed.). *Agroforestry Systems for Smallscale Farmers*, pp. 27-42. ICRAF/BAT, Nairobi, Kenya.

Vayda, A. P., Pierce, C.J. y Brotokusumo, M., 1985. "Interactions Between People and Forests in East Kalimantan", *Culture and Conservation*, J. McNeely y D. Pitt (eds.).

Vergara, N.T. 1981. *Integral agroforestry: a potential strategy for stabilizing shifting cultivation and sustaining productivity of the natural environment*. Working paper. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii, USA sp.

Wiersum, K.F. 1980. *Observations on agroforestry in Java, Indonesia*. Forestry Faculty, Gadjah Mada University, Indonesia and Department of Forest Management, University of Wageningen, The Netherlands sp.

Wilken, G.C. 1977a. Integration of forest and small-scale farm systems in middle América. *AgroEcosystems* 3: pp. 291-302.

Wilquen. 1977b. *Agroforestry: Clasification and management*. New York. 382p.

Young, M. K. y 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*. United States Agency for International Development: pp. 1-34.

X. ANEXOS.

1. Glosario.
2. La agroforestería desarrollada como un interespacio entre la agricultura y la silvicultura en favor de los países tropicales en desarrollo.
3. Principales enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales.
4. Un panorama de los sistemas agroforestales en los trópicos.
5. Presentación esquemática de la composición estructural de un huerto casero javanés (Pekarangan).
6. Presentación esquemática de una zonación de canopia vertical que es típica de un huerto casero chagga en las laderas del monte Kilimanjaro, Tanzania.
7. Principales componentes de los huertos caseros tropicales seleccionados del mundo.
8. Aspectos biofísicos y socioeconómicos de huertos tropicales seleccionados del mundo.
9. Árboles de uso múltiple frecuentes en los huertos caseros del trópico mexicano.
10. Medidas de acción para el desarrollo forestal sostenible.
11. Aspectos biológico-ecológicos a considerar para alcanzar un desarrollo ecológicamente sensato.
12. Elementos de la sostenibilidad.
13. Prácticas agroforestales utilizadas por los mayas.
14. Diferentes usos del "osh".
15. Mapa geográfico de Noh-Bec, Quintana Roo.
16. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa y vientos en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. (Promedios de 1981 a 1999).
17. Climodiagrama.
18. Presentación esquemática de la composición estructural del huerto casero mixto. Noh-Bec, Quintana Roo, México.
19. Croquis de un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto.
20. Referencias técnicas de los componentes vegetales.

ANEXO 1. Glosario.

Ácido ascórbico (Vitamina C). Sustancia que se encuentra en los frutos de numerosas especies, particularmente en los cítricos y sirve para prevenir el escorbuto. Se utiliza en medicina, nutrición, como antioxidante y preservativo de alimentos, agente reductor en química analítica, etc.

Ácido cianhídrico. Líquido blanco, con débil olor a almendras amargas, sumamente tóxico por ingestión, inhalación y absorción. Se encuentra de manera natural en diversas plantas, particularmente en la raíz de yuca.

Ácido cítrico. Sustancia que se obtiene por fermentación degradante de carbohidratos, incluida fermentación profunda, a partir del limón, lima, naranja, piña, melazas, etc. Se utiliza para preparar citratos, extractos de aromas, bebidas refrescantes, sales efervescentes, acidificantes, agentes dispersantes, antioxidante de alimentos, etc.

Adoptabilidad. Dicese de las especies agroforestales y el tipo de componentes que van a formar parte de algún sistema agroforestal.

Agricultura sustentable. Es un término que se emplea para garantizar la producción alimentaria suficiente y adecuada para sostener y satisfacer las necesidades de la población actual y futura, con la necesidad de preservar, conservar, restaurar y mejorar los recursos naturales.

Agroecosistema. Es una modificación hecha por la agricultura a los recursos naturales de un área dada, con el objetivo de producir más alimentos transformando y alterando el entorno ecológico.

Agroforestería. Se puede considerar como la combinación interdisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local.

Agrosilvicultura. Es una interacción productiva en la que se combina el cultivo de especies forestales con cultivos agrícolas, siendo estos el objetivo primario de la producción. Ejemplos: cortinas rompevientos, árboles que reportan algún tipo de utilidad al efectuarse desmontes bajo el sistema roza - tumba - quema, árboles productores de sombra, etc.

Agrosilvopastoril. Es una interacción en la que se combinan en la misma unidad productiva el cultivo agrícola con la producción de forraje o el pastoreo, siendo el primero el objetivo primario en la producción.

Almidón. Polvo blanco, amorfo e insípido que se obtiene del endospermo de muchas semillas. Se utiliza para la manufactura de adhesivos, aprestos y acabados textiles, como agente espesante de productos alimenticios, para plásticos, explosivos, reactivos químicos, polvos faciales, cosméticos, glucosa, alimento para ganado, mieles y caramelos.

Árbol. Planta leñosa - perenne, típicamente grande, con un solo tallo bien definido y una copa más o menos definida.

Arbusto. Planta leñosa - perenne, que rara vez excede a los 5 m. de altura y por lo general tiene varios tallos leñosos persistentes que ramifican desde el suelo.

Biomasa. Cantidad de materia biológica de una o más especies presentes en un área unitaria.

Caducifolios. Plantas perennes que pierden sus hojas por algún tiempo durante el año.

Canopia. Es una configuración en la que se pueden exhibir diversos estratos en capas y mezclas de especies compatibles, que dan por resultado asociaciones estrechas de plantas.

Casimirosa. Glucósido que contienen las semillas de zapote blanco y chicozapote con propiedades hipnóticas y sedantes de los centros cerebrales.

Chicle. Sustancia termoplástica que se obtiene del látex de los árboles chicozapote, ramón, zapote mamey, etc. Se utiliza como base para fabricar la goma de mascar.

Cultivo migratorio. Forma itinerante de agricultura, que es común en regiones tropicales, mediante la cual una parcela de bosque se desmonta y el suelo se cultiva hasta que se vuelve improductivo, antes de pasar a otra área en donde el proceso se inicia nuevamente.

Desarrollo rural sostenible. Es un estilo de desarrollo, en el que se asignan los recursos humanos, materiales y naturales óptimos en el medio rural para erradicar la pobreza.

Desarrollo sostenido. Es una modalidad dinámica que se basa en la utilización de los recursos, la ordenación y la rehabilitación de los medios empobrecidos.

Desarrollo sustentable. Es una teoría que plantea la necesidad de impulsar la transformación de las estructuras productivas de una región en un marco de equidad social.

Ecodesarrollo. Es un estilo de desarrollo adaptado a las regiones rurales del tercer mundo, fundado en la capacidad natural de la región para la fotosíntesis, propone la solidaridad continua con las generaciones futuras, se basa en la conservación de los recursos.

Ecología forestal. Es el estudio del bosque como una comunidad biológica, con las interrelaciones entre los diferentes árboles y otros organismos que constituyen la comunidad, con las interrelaciones entre estos organismos y el medio ambiente físico en el que existen.

Ecosistema. Constituye una unidad de estructura, organización y funcionamiento específico, resultado de las relaciones existentes entre los elementos vivos, los físicos y químicos del medio ambiente inanimado en un área dada.

Erosión. Pérdida o arrastre de suelo producido tanto por agentes físicos (agua, aire) como por agentes químicos (sales, agroquímicos) con lo cual el recurso se hace inutilizable.

Follaje. Cubierta más o menos continua de ramas y hojas formadas colectivamente por las copas de los árboles adyacentes o matorrales.

Fruto. Parte de la planta que contiene una o varias semillas; los frutos de gran cantidad de árboles y arbustos son muy apreciados por sus propiedades alimenticias, para fabricar dulces, mermeladas, jaleas, etc.

Hierba. Cualquier planta que produzca semillas y que no desarrolle tejidos persistentemente leñosos por encima del terreno; incluye tanto a plantas similares a pastos como a ellos, pudiendo ser perennes.

Látex. Líquido blanco y suave que mana principalmente de algunos árboles y arbustos. En el látex, partículas microscópicas de caucho natural se encuentran suspendidas en una solución acuosa. Se utiliza para fabricar impermeabilizantes, adhesivos, neumáticos, pinturas, etc.

Madera. Material vegetal complejo constituido principalmente de 40 - 60 % de celulosa y 20 - 40 % de lignina, conjuntamente con gomas, resinas, una cantidad variable de agua y materias inorgánicas. Se utiliza para fabricar muebles y gabinetes, pulpa para papel, carbón, alcohol, etc.

Maleza. Planta anual o perenne que invade los campos de cultivos, los alrededores de las habitaciones humanas, las vías de comunicación y ambientes similares provocando un daño económico.

Mimosina. Alcaloide tóxico para el hígado de los animales no rumiantes, que se encuentra en las hojas de guaje y frijol.

Multiestrato. Es una asociación en la que pueden coexistir árboles y arbustos de uso múltiple con cultivos perennes o anuales y ganado, formando parte de un sistema agroforestal.

Muricina. Alcaloide que se encuentra en las semillas del árbol de guanábana, contiene propiedades insecticidas.

Papaína. Polvo blanco o gris, soluble en agua, cuya función es digerir las proteínas. Se obtiene en forma de látex seco y purificado de la planta de papaya. Se utiliza como acondicionador de carnes, en la industria farmacéutica, etc.

Pastoril - Agricultura. Es una combinación en una misma unidad productiva, en donde en este sistema la producción de forraje o el pastoreo con cultivos agrícolas, son el objetivo primario en la producción.

Pastoril - Silvicultura. Es una combinación en una misma unidad productiva, en donde la producción de forraje o el pastoreo con el cultivo de especies forestales son el objetivo primario de la producción.

Perennifolio. Calificativo de plantas o de tipos de vegetación que mantienen el follaje durante todo el año y por lo tanto son siempre verdes.

Productividad. Se considera como seguridad alimenticia garantizando un balance de auto - abastecimiento, la generación de fuentes de empleo principalmente en el área rural, la conservación, protección del ambiente y recursos naturales.

Ramoneo. Hojas, pequeños tallos y vástagos de los matorrales, de los árboles jóvenes y viejos, así como botones disponibles para el forraje de ganado y animales silvestres.

Rendimiento sostenido. Consiste en una extracción o producción continua, no declinante y máxima; su uso se plantea como una estrategia de estado para implantar una política de persistencia y la reglamentación de la explotación del recurso forestal.

Semilla. Parte de la planta que incluye al propio embrión, una determinada cantidad de materiales de reserva (grasas, carbohidratos y proteínas), en proporciones variables y los tegumentos envolventes. Algunas semillas contienen alcaloides y son una importante fuente de aceites vegetales.

Silvicultura. Es el arte de producir y establecer un bosque, así como una aplicación de la Ecología Forestal en el cultivo y la regeneración de las cosechas forestales.

Silvicultura tropical. Es la producción con base a plantaciones y sistemas de aprovechamiento en el bosque tropical húmedo.

Silvoagricultura. Es la combinación en una misma unidad productiva del cultivo de especies forestales con cultivos agrícolas, siendo el primero el objetivo primario en la producción.

Silvopastoril. Es la combinación en una misma unidad productiva del cultivo de especies forestales con la producción de forraje o el pastoreo, siendo el primero el objetivo primario dentro de la producción.

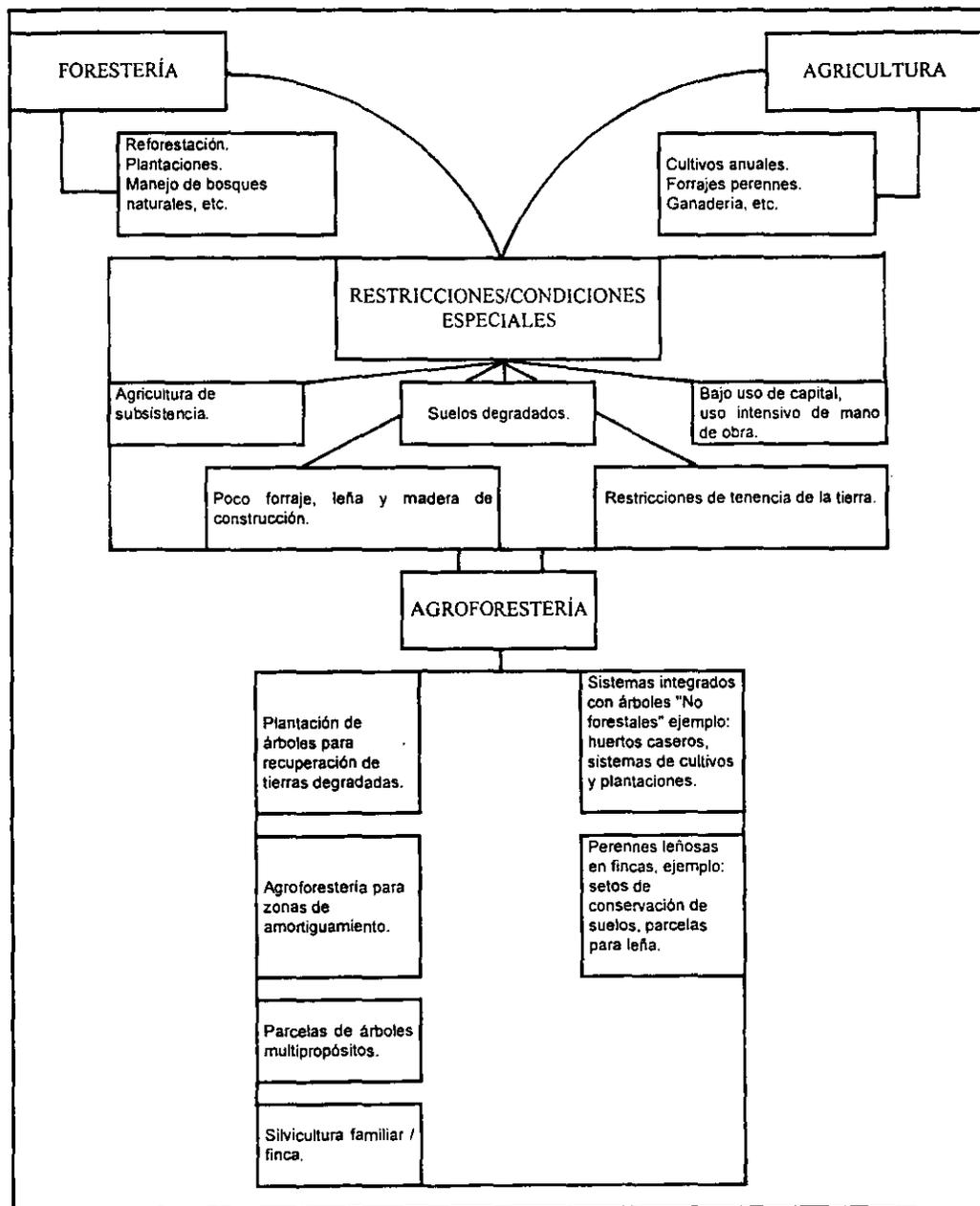
Sistema agroforestal. Es una relación cronológica entre las cosechas de cultivos anuales, perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y la ganadería; pueden ser de tipo secuenciales, simultáneos y pastoriles.

Sostenibilidad. La sostenibilidad de un sistema de producción rural corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades siempre en aumento de la humanidad sin afectar, el recurso base del que depende el sistema.

Sustentabilidad. Dícese de la capacidad de un sistema natural o artificial para mantener constante en el tiempo la vitalidad de sus componentes y procesos de funcionamiento.

Sweetina. Alcaloide que se encuentra en la corteza del árbol caoba, contiene propiedades tónicas.

ANEXO 2. La agroforestería desarrollada como un interespacio entre la agricultura y la silvicultura en favor de los países tropicales en desarrollo.



ANEXO 3. Principales enfoques para la clasificación de los sistemas y prácticas agroforestales.

Categorización de sistemas (basada en su estructura y funciones).		Agrupación de los sistemas (de acuerdo a su dispersión y manejo).		
Estructura (Naturaleza y arreglo de los componentes, especialmente leñosos).		Función (rol y/o producción de componentes, especialmente leñosos).	Adaptabilidad ambiental agroecológica.	Nivel de manejo socioeconómico.
Naturaleza de los componentes	Arreglo de componentes			
Agrisilvicultura (cultivos y árboles) incluidos arbustos/árboles y árboles.	En espacio (espacial) denso mixto (ejemplo: huertos caseros).	Función productiva. Alimento. Forraje.	Sistemas en/para Trópicos húmedos de tierras bajas.	Basados en el nivel de uso de insumos. Bajo uso de insumos. nivel (marginal).
Silvopastoriles (pastos/animales y árboles).	Dispersos (ejemplo: la mayor parte de los sistemas de árboles en pasturas)	Leña. Otras maderas. Otros productos.	Trópicos húmedos de tierras altas (arriba de 1200 msnm, Malasia).	Uso mediano de insumos. Alto uso de insumos.
Agrosilvopastoriles (cultivos, animales/pasturas y árboles).	Franjas. (anchura de la franja de más de un árbol).	Función protectora. Rompevientos.	Trópicos subhúmedos de tierras bajas (zonas de sabana de África, Centro de Sudamérica)	Basado en las relaciones de beneficio-costos. Comercial.
Otros (parcelas de árboles de uso múltiple, apicultura con árboles, acuicultura con árboles, etc.).	Linderos (árboles en las orillas de parcelas/campos). En tiempo(temporal) * Coincidente * Concomitante * Sobrepuesto * Secuencial (separado) * Interpolado	Cinturón de protección Conservación del suelo. Conservación de la humedad. Mejoramiento del suelo. Sombra (para cultivos, animales o para el hombre).	Trópicos subhúmedos de tierras altas (Kenia, Etiopía).	Intermedio. Subsistencia.

Fuente: Nair (1985).

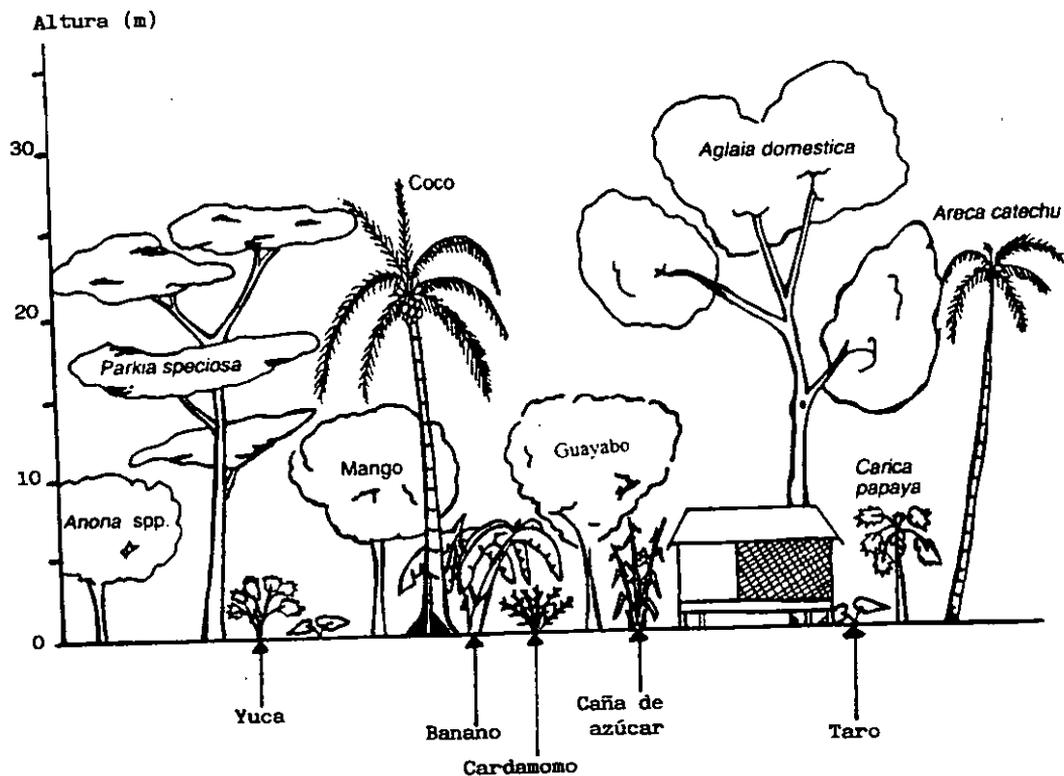
ANEXO 4. Un panorama de los sistemas agroforestales en los trópicos.

Subsistemas y prácticas	Pacífico Sur.	Sudeste de Asia.	Sur de Asia.	Medio oriente y mediterráneo	África Central y del Este.	África Occidental.	América Tropical.
SISTEMAS AGRISILVICOLAS.							
Barbecho mejorado (en áreas de agricultura migratoria).	No definido.	Aldeas forestales de Tailandia; varios árboles frutales y cultivo de plantaciones usados como especies de barbechos en Indonesia.	Mejoramiento de la agricultura migratoria; varios enfoques e.g. en las áreas del noreste de la India.	No definido.	Mejoramiento a la agricultura migratoria e.g. los hueros de goma del Sudán.	La mariposa, cañafistula, cocohite etc., se ensayan como especies de barbecho.	Varias formas.
Sistema Taungya.	Taro con Teca, cedro y otras formas.	Se practica ampliamente; las aldeas forestales de Tailandia son una forma mejorada.	Varias formas, varios nombres.	No definido.	El sistema Shamba.	Varias formas.	Varias formas.
Jardines-árboles.	Incluyen árboles frutales.	Dominado por árboles frutales.	En todas las regiones ecológicas.	El sistema Dehesa, "Parc Arboreé".	No definido.	No definido.	e.g. las parcelas boscosas Paraiso de Paraguay.
Cultivos en callejones.	No definido.	Uso extensivo de guaje, sesbania, guandú, caupí y centrosema.	Varios enfoques experimentales ejemplo: agricultura de conservación en Sri Lanka.	No definido.	El sistema corredor de Zaire.	Sistemas experimentales en cultivo en callejón con Leucaena y otras especies leñosas.	Experimental.
Arbustos y árboles de uso múltiple en tierras agrícolas.	Principalmente árboles frutales o nogales ejemplo: árbol del pan, algarobo, pecanero, castaño y macadamia.	Dominado por árboles frutales; también el sistema de cultivo de Acacia en Indonesia.	Varias formas en tierras bajas y en tierras altas, ejemplo: el sistema basado en el Khejri en las partes secas de la India, cultivo de colinas en Nepal	El sistema oasis; combinaciones de cultivos con árboles carob; el sistema Dehesa; olivos y cereales; sistemas irrigados	Varias formas; el sistema Chagga de las tierras altas de Tanzania; el sistema Nyabisindu de Rwanda.	Sistemas basados en la acacia en áreas secas; los sistemas "Parc arboreé" con Buuyrospermum y Parkia.	Varias formas en todas las regiones ecológicas.
Combinación cultivos-plantaciones.	Cultivos de plantación y combinación árboles de uso múltiple-cultivos; ejemplo: Casuarina con café en las tierras altas de Papua Nueva Guinea; también la Gliricidia y Leucaena con cacao	Cultivos de plantación y árboles frutales; sistemas de pequeños propietarios de combinaciones de cultivos de plantación con árboles de especies	Sistemas de producción integrada en pequeñas propiedades; árboles de sombra en las plantaciones; otras mezclas de cultivos incluyendo varios árboles de especies.	Sistemas irrigados; árboles de oliva y cereales.	Producción integrada; árboles de sombra en las plantaciones comerciales; sistemas mixtos en las tierras altas.	Mezclas de cultivo-plantación; sistemas de producción de pequeños propietarios.	Mezclas de cultivo-plantación; árboles de sombra en plantaciones comerciales; sistemas mixtos en pequeñas propiedades; árboles de especies; sistemas basados en palma babassu.
Producción agroforestal de leña	Árboles de uso múltiple para leña alrededor de los campamentos.	Varios ejemplos en diferentes regiones ecológicas.	Vanas formas, incluyendo los sistemas silvícolas sociales.	No definido.	Varias formas.	Común en las regiones secas.	Varias formas en las regiones secas
Cinturón de protección, rompevientos y setos de conservación del suelo.	Casuarina en las tierras altas como barreras de protección y para mejorar los suelos	Estabilización con terrazas en las pendientes pronunciadas.	Uso de la especie Casuarina como barrera de protección; varios rompevientos.	Especies de árboles para control de la erosión.	El sistema Nyabisindu de Rwanda.	Vanas formas.	Cercas vivas, rompevientos, especialmente en tierras altas.

Subsistemas y prácticas	Pacífico Sur.	Sudeste de Asia.	Sur de Asia.	Medio oriente y mediterráneo.	África Central y del Este.	África Occidental	América Tropical
SISTEMAS SILVOPASTORILES.							
Banco de proteína (corte y acarreo) producción de forraje.	Raro.	Muy común, especialmente en tierras altas.	Árboles forrajeros de uso múltiple, en tierras agrícolas, especialmente en tierras altas.	No definido.	Muy común.	Muy común.	Muy común.
Cercas vivas de árboles forrajeros y setos.	Ocasional.	Leucaena, Calliandra, etc. usada extensivamente.	Sesbania, noche buena, neem, Syzgium, etc. comunes.	No definido.	Muy común en todas las regiones ecológicas.	No definido.	Muy común en tierras altas.
Árboles y arbustos en pastizales.	Ganado bajo cocoteros, pino y eucalipto.	Pastoreo bajo cocotero y otras plantaciones.	Varias especies de árboles se están usando ampliamente.	Muy común en regiones secas; el sistema Dehesa.	El sistema dominado por Acacia en las partes áridas de Kenia, Somalia y Etiopía	Vacunos bajo palma de aceite; vacunos y ovinos bajo cocotero.	Común en las regiones tanto áridas como húmedas, ej. pastoreo bajo plantaciones en Brasil.
SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES.							
Setos leñosos para ramoneo, acolchado, abono verde, conservación del suelo, etc.	Varias formas; Casuarina ampliamente usados para proveer acolchados y compostas.	Varias formas.	Varias formas especialmente en tierras bajas.	No definido.	Común; variantes del sistema Shamba	Muy común.	Especialmente en regiones accidentadas.
Huertos familiares (incluyen un gran número de plantas leñosas y herbáceas y/o ganado).	Varios tipos de huertos y jardines caseros.	Muy comunes; los huertos caseros de Java a menudo citados como buenos ejemplos; incluyen varios árboles frutales.	Comunes en todas las regiones ecológicas; generalmente incluyen árboles frutales.	Los sistemas de oasis.	Varias formas; huertos caseros Chagga; el sistema Nyabisindu.	Especialmente en tierras bajas.	Muy común en áreas densamente pobladas.
OTROS SISTEMAS.							
Agrosilvopescía (acuaforestía)	No definido.	Silvicultura en áreas de mangle; árboles sobre diques de estanques para alimentar peces.	Ocasional.	No definido.	No definido.	No definido.	No definido.
Varias formas de agricultura migratoria.	Comunes.	Agricultura Swidden y otras formas.	Muy común; varios nombres.	No definido.	Muy común.	Muy común en tierras bajas.	Muy común en todas las regiones ecológicas.
Silvoapicultura.	Común.	Común.	Común.	Común.	Común.	Común.	Común.

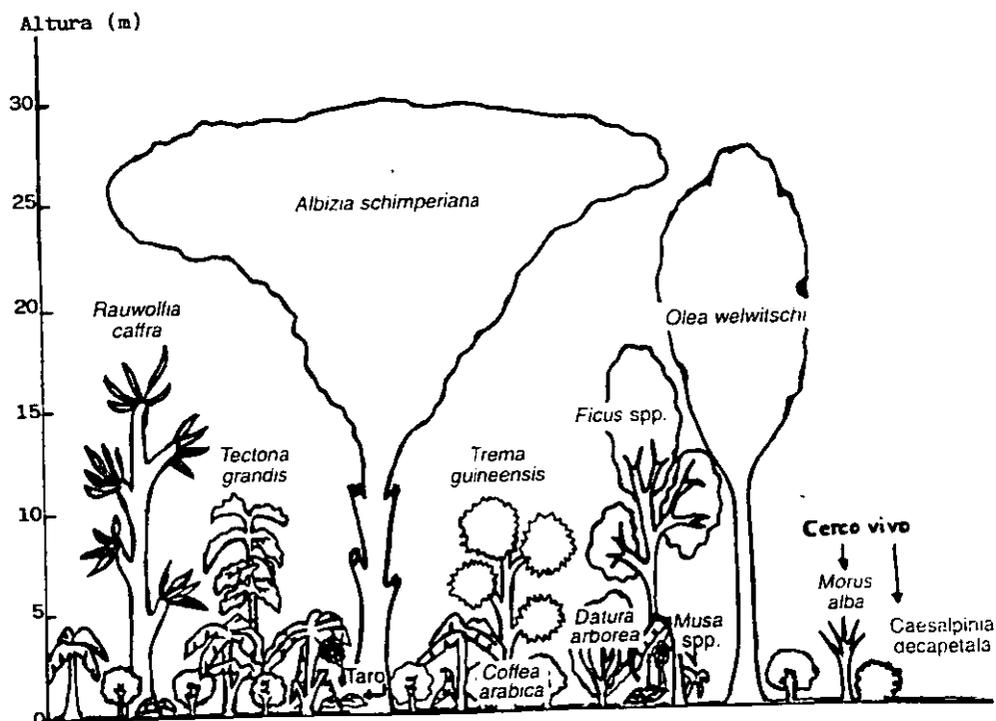
Fuente: Nair (1989).

ANEXO 5. Presentación esquemática de la composición estructural de un huerto casero javanés (Pekarangan).



Fuente: Fernandes y Nair (1986), (adaptado de Michon, 1983).

ANEXO 6. Presentación esquemática de una zonación de canopia vertical que es típica de un huerto casero chagga, en las laderas del monte Kilimanjaro, Tanzania.



Fuente: Fernandes et al. (1984).

ANEXO 7. Principales componentes de los huertos caseros tropicales seleccionados del mundo.

Nombre del sistema.	Tipos de plantas en el huerto.				Tipos de ganado e importancia.
	Número común de especies leñosas reportadas.	Especies herbáceas reportadas.	Cultivos comerciales importantes.	Número usual de estratos de canopia vertical.	
	Total.	Productoras de alimento.	Número.	Principales cultivos alimenticios.	
Pekarangan (Java).	152	48	39	Arroz, maíz, hortalizas, coco, árboles frutales.	Frutas y hortalizas. 5 Aves, peces, cabras, ovejas, vacas, abono y carne de búfalo de agua.
Huertos caseros (Filipinas).	34	28	40	Camote, coco, plátano.	Jitomate, berenjena, calabacita, chicharo, mango. 4 Aves, carne de cerdo.
Huertos caseros (Pacífico).	53	35	19	Coco, ñames, colocasia.	Coco. 4 No hay datos.
Huertos Kandy (Sri Lanka).	18	15	11	Arroz.	Clavo, pimiento, té, coco. 3 Aves.
Huertos compuestos (Sudoeste de India).	25	8	12	Tubérculos, arroz, plátano, hortalizas.	Coco, areca, cacao, pimiento, anacardo, especias. 4 Aves (carne y huevo), ganado (leche).
Fincas compuestas (Sudeste de Nigeria).	64	62	73	Ñame, cocoyam, plátano.	Cola, palma de aceite. 4 Cabras, ovejas, aves, coacción de mosca tse-tse.
Huertos caseros Chagga (N. Tanzania).	53	13	58	Plátano, frijol, colocasia, xanthosoma, ñames.	Café, cardamomo. 5 Ganado, cabras, cerdos y aves para carne, leche y abono.
Huertos Ka/Fuyo (Burkina Faso).	7	5	7	Maíz y Sorgo rojo.	Tabaco. 2 Cabras, ovejas y aves para abono y rituales.
Huertos caseros (Sudeste de México).	28	24	45	Maíz, frijoles.	Cacao. 4 Cerdos y aves, carne y abono.
Huertos de cocina (Granada).	24	21	27	Colocasia, xanthosoma, ñames, maíz, habichuelas.	Plátano, cocoa y nuez moscada. 4 Aves, cerdos, ovejas y cabras para carne y dinero en efectivo.

Fuente: Fernández y Nair (1986).

ANEXO 8. Aspectos biofísicos y socioeconómicos de huertos tropicales seleccionados del mundo.

Región.	Nombre local del sistema.	Lugar.	Densidad de población / km ² .	Ecozona.	Rango de lluvia (mm).	Rango de altitud (m).	Unidades media de manejo (ha)	Rango de unidades de manejo (ha)	Orientación comercial.
Sudeste de Asia.	Pekarangan.	Java, Indonesia.	700	Tierras bajas húmedas.		0-600	0.60	0.01-3.0	Subsistencia comercial (50:50)
	Huertos caseros.	Filipinas.	400	De subhúmedas a húmedas, principalmente tierras bajas.	1000-3000	0-1500	0.05	0.01-1.0	Subsistencia con comercio subsidiario.
Pacífico.	Huertos caseros.	Islas del sur del pacífico	40	Tierras bajas húmedas.	2000-2500	0-100	sin dato	sin dato	Subsistencia con comercio subsidiario.
Sur de Asia	Huertos Kandy.	Sri. Lanka.	500	Húmeda, con altitud media.	2000-2500	400-1000	1.00	0.4-2.2	Comercial con subsistencia subsidiaria.
	Huertos compuestos	Kerala (sudeste de la India).	500	Tierras bajas húmedas a altitudes medias.	2000-2500	0-1000	0.50	0.1-4.0	De subsistencia a comercial.
África.	Huertos compuestos	Sudeste de Nigeria.	500	Tierras bajas húmedas.	2000-4000	0-300	0.50	0.2-3.0	Subsistencia con comercio subsidiario.
	Huertos caseros Chagga.	Monte Kilimanjaro N de Tanzania.	500	Tierras altas	1000-1700	900-1900	0.68	0.2-1.2	Comercial con subsistencia subsidiaria.
	Huertos Ka/Fuyo.	Región Hounde, Burkina Fasso.	50	Tierras bajas, de semiáridas a subhúmedas	700-900	200-500	0.50	0.1-0.8	Subsistencia.
Trópico americano.	Huertos caseros (jardines de cocina)	Tabasco, México.	(Variable)	Tierras bajas húmedas.	1500-5000	0-500	0.50	0.1-1.0	Subsistencia.
	Jardines de cocina.	Granada, Indias Occidentales	300	Tierras bajas	1500-4000	0-300	0.15	0.01-0.5	Subsistencia con comercio subsidiario.

Fuente: Fernández y Nair (1986).

ANEXO 9. Árboles de uso múltiple frecuentes en los huertos caseros del trópico mexicano.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Usos	Sistemas tradicionales
<i>Adelia triloba</i> Hemsl.	Espino blanco	Euphorbiaceae	Ma-Com-F-T	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Bahinia divanata</i> L.	Calzoncillo	Leguminosae	Com-M-Co-Ud-F-Fid-Me	H.F-Acah
<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.	Ojite, ramón	Moraceae	C-M-Co-It-F-Com-O-S-Ma	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Serg.	Palo mulato	Burceraceae	Cf-Co-It-M-Ma-Ar-Cv-Com-S-F-Ce-Me	H.F-Mil-Acah-Ma-Po
<i>Casearia nitida</i> Jacq.	Café cimarrón	Flacourtiaceae	Co-M-Com-Ce-Me	
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro rojo	Meliaceae	M-Ud-Ar-Ce-Ma-S-Co-Me	H.F-Acah-Ma-Po
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	Bombacaceae	C-M-Ar-Co-Ma-Cv-S-Fib-Ce	H.F-Acah-Ma-Po
<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Goud.	Morai, morillo	Moraceae	C-Ma-M-F-Col-Co	H.F-Ma
<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	Bignoniaceae	Cf-M-Ma-Com-Ud-Ar-Co-Cv-Me	H.F-Mil-Acah-Po
<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	Zapote negro	Ebenaceae	Cf-M-Ma	
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble, sauco	Boraginaceae	S-F-M-Co-Com-Ar-Me	H.F-Ma-Cafetal
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Gr.	Guanacastil	Leguminosae	Cf-Ma-M-Ud-It-Co-Cv-Com-Ar-F-S	H.F-Acah-Ma
<i>Eugenia capuli</i> O. Berg.	Capulín	Myrtaceae	Cf-M-Co-Com-S-Cv-O-T	H.F-Mil-Acah-Ma-Po
<i>Glinicidia sepium</i> (Jacq.) Stendel	Cocuite, matarotón	Leguminosae	Me-It-F	H.F-Acah-Po
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo	Sterculiaceae	Cf-M-It-Ma-Ud-Cv-S-Com-Co-F-A-Me	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Haematoxylon campechianum</i> L.	Palo de tinta	Leguminosae	Co-Cv-M-Ma-Col-Ar-Me	H.F-Ma
<i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen.	Chicozapote	Sapotaceae	Cf-M-Co-Ma-F-Ud-Ar	H.F-Acah-Ma
<i>Muntingia calabura</i> L.	Copulín	Elaeocarpaceae	Cf-M-S-Co-Ma	H.F
<i>Persaea americana</i> Mill.	Aguacate	Lauraceae	C-Co-Ma-Co-F-M-Ma-Ar	H.F-Acah-Ma-Po
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Jabin	Leguminosae	Cf-F-Co-Ma-Col-Me	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) Moore & Stearn.	Guachimol, espino	Leguminosae	Cf-Ma-M	H.F-Ma
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Mamey	Sapotaceae	C-Cv-Com-M-Co-It-Ud-Ar	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Spondias mombin</i> L.	Jaboncillo	Sapindaceae	Cf-M-Co-Ma-Cv-S-F-It	H.F-Mil-Acah-Ma-Po
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Jobo	Anacardiaceae	M-Ma-Co-Cv-Ar-Me	H.F-Mil-Acah-Ma-Po
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Caoba	Meliaceae	M-Co-Ma-S-Cv-Me-It	H.F-Acah-Ma
<i>Talisia olivaeformis</i> (H.B.K.) Radlk.	Palo de rosa	Bignoniaceae	Cf-M-Ma-Com-F-Me	H.F-Mil-Acah-Ma
<i>Tamarindus indica</i> L.	Guayo	Sapindaceae		H.F.
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Tamarindo	Leguminosae	Cf-M-Ma-Com-F-Me	
<i>Vitex gaumerii</i> Grienn.	Limoncillo	Meliaceae	M-Co-It-Com-Ud-Ar-Ce-Cv-T	H.F
	Crucillo	Verbenaceae	M-Co-It-Ma-Com-F-Me	H.F-Acah

Claves. Usos: C=Comestible; Cf=Frutal; M=Medicinal; O=Ornamental; Co=Construcción; Cv=Cerca viva; S=Sombra; Ud=Uso doméstico; Ma=maderable; Com=Combustible; Ar=Artesanal; Col=Colorante; Ce=Ceremonial; A=Abono; E=Especias, condimentos; F=Forraje; It=Instrumentos de trabajo; T=Tutor de vainilla; Me=melífera; Fib=fibra.

Sistemas tradicionales: H.F=huerto familiar o solar; Mil=milpa (diferentes etapas serales en la vegetación manejada bajo el sistema roza-tumba-quema; Acah=acahuales manejados de diferentes edades (1-40 años); Ma=monte alto manejado (acahuales viejos, más de 40 años); Po=potrero.

Nota: Las especies contenidas en este cuadro no son exclusivamente nativas. Algunas especies provienen de otras regiones neotropicales o de los trópicos del viejo mundo.

ANEXO 10. Medidas de acción para el desarrollo forestal sostenible.

- * Aprovechar plenamente todos los conocimientos existentes sobre ordenación integral de ecosistemas forestales y crear una red nacional e internacional de zonas de demostración.
- * Ampliar las investigaciones para predecir la respuesta de los ecosistemas forestales a alteraciones asociadas con causas naturales y con actividades del hombre, percibir los indicios precoces de tensión del ambiente y de degradación de los ecosistemas forestales.
- * Acelerar la creación de sistemas de vigilancia nacionales e internacionales, que proporcionen oportunamente información segura sobre el estado de los bosques nacionales y mundiales.
- * Promover la creación o refuerzo de sistemas nacionales de reservas ecológicas de tipos forestales representativos o únicos, para proteger la biodiversidad y proporcionar términos de comparación de las consecuencias de la actividad humana sobre el medio ambiente.
- * Incrementar la productividad de ciertas zonas mediante una apropiada ordenación de bosques y plantaciones, reduciendo a la vez las pérdidas causadas por incendios, plagas y enfermedades, con el fin de dejar mayor extensión de tierra disponible para otros usos, sin reducir por ello la producción total de madera.
- * Reducir el desperdicio en las operaciones de extracción y transformación de la madera; mejorar el aprovechamiento de la madera para una mayor diversidad de productos acabados; estimular la reutilización, siempre que sea posible, para reducir la demanda de materia prima y para "hacer más con menos".
- * Limitar a niveles ambientales aceptables la descarga de líquidos residuales de fabricación (efluentes) a base de productos forestales.
- * Reducir los contaminantes procedentes de actividades industriales y de consumo que perjudiquen a los bosques, mediante una reducción de su productividad, renovabilidad, diversidad ecológica y de las especies.
- * Dedicar más medios a la investigación sistemática de políticas para comprender e influir en los procesos de toma de decisiones, e idear nuevas maneras de armonizar diferentes horizontes económicos, ambientales, normativos y políticos.
- * Continuar forjando marcos políticos e institucionales apropiados para estimular la cooperación internacional en materia de transferencia de tecnología y asistencia financiera para la conservación y el desarrollo sostenible de los bosques.
- * Formular criterios para un desarrollo forestal sostenible que favorezca el comercio internacional de productos forestales de bosques ordenados sosteniblemente.
- * Dar a conocer ampliamente los compromisos, políticas y programas emprendidos por los diferentes interesados del sector forestal para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible.

ANEXO 11. Aspectos biológico-ecológicos a considerar para alcanzar un desarrollo ecológicamente sensato.

- * Productos no maderables con valor económico.
- * Restauración ecológica.
- * Recuperación de fertilidad de suelos mediante mecanismos naturales y agricultura orgánica.
- * Estabilización de la milpa.
- * Sistemas estabulados adaptados a continentes tropicales de comunidades campesinas.
- * Aserrío y secado de maderas tropicales secundarias y corrientes.
- * Identificación de especies de árboles maderables fijadores de nitrógeno.
- * Investigación de especies nativas y exóticas productoras de biocidas.
- * Especies de cobertura para el control de maleza.
- * Sistemas agroforestales y silvopastoriles.
- * Micorrizas en sistemas agroecológicos.
- * Esquemas alternativos para la conservación y el manejo de la biodiversidad.
- * Cultivos alternativos de interés económico para comunidades rurales.
- * Propagación y reintroducción de especies exóticas o en peligro en hábitats degradados de comunidades campesinas.
- * Planeación participativa de uso del suelo y recursos en comunidades campesinas.
- * Evaluación de los recursos naturales en comunidades campesinas.
- * Propagación por biotecnología de árboles tropicales.
- * Domesticación de plantas de valor económico o ecológico.
- * Dominio de las técnicas de propagación:
 - * Conocimiento de los requisitos ambientales y su manejo.
 - * Mejora por selección de las propiedades valiosas.
- * Propagación:
 - * Semillas.
 - * Segmentos (técnicas de uso sencillo).
 - * Micropropagación.
- * Mejoramiento clonal:
 - * Resaltar propiedades valiosas de plantas, por ejemplo: por la producción, calidad del producto, etc.
 - * Bancos de germoplasma locales y nacionales.
 - * Viveros.

ANEXO 12. Elementos de la sostenibilidad.

No obstante que el término de sostenibilidad se usa demasiado, aún existe gran ambigüedad en sus resultados, especialmente en lo que se refiere a bosques tropicales. En gran medida esto se debe a la complejidad del manejo del bosque natural. Esfuerzos recientes para definir la sostenibilidad han tenido como resultado la producción de las listas de "elementos de sostenibilidad". En la columna de la izquierda se da la lista propuesta por la Certificadora Ecológica de Productos Forestales del Pacífico y en la de la derecha, las metas que habría que superar para alcanzar un desarrollo sostenible, según el Instituto Europeo de Política Ambiental.

P.C.E.F.P. *

Elementos de la sostenibilidad:

Las prácticas de manejo deben contemplar:

* Mantenimiento o restauración de la estética, vitalidad, estructura y funcionamiento de los procesos naturales.

* Mantenimiento y restauración de la calidad y cantidad del agua (incluyendo el hábitat).

* Mantenimiento y/o restauración de la fertilidad del suelo, productividad y estabilidad.

* Mantenimiento y/o restauración del balance y diversidad de las especies nativas.

* Promoción de la regeneración natural de las especies nativas.

* Prohibición del uso de fertilizantes o plaguicidas artificiales.

* Promoción del empleo local y estabilidad de la comunidad.

* Protección de sitios arqueológicos, culturales o históricos.

* Adecuación en tamaño, escala, tiempo, tecnología y monitoreo.

* Prohibición para cortar el bosque original hasta que las investigaciones estén completas.

I.E.E.P. **

Metas que hay que alcanzar:

* Crear un sistema de áreas protegidas que sea extenso y efectivo.

* Manejar especies arbóreas.

* Conservar el suelo y agua.

* Concesionar el manejo y la capacitación, de acuerdo con las capacidades locales.

* Determinar las prohibiciones que deben regir la replantación y el manejo.

* Producir planes de manejo detallados y concretos.

* Establecer una política clara para concesiones, restricciones, exportaciones, control e impuestos.

* Evitar las condiciones económicas que conducen a un uso destructivo de las selvas.

* Promover el uso de la diversidad y su conservación.

* Cubrir las necesidades de la población local indígena o mestiza.

* *Pacific Certified Ecological Forest Products, Criteria for PCEFP Wood, Draft, 1991.*

** *Hewett, et al., Institute for the European Environmental Policy, 1991.*

ANEXO 13. Prácticas agroforestales utilizadas por los Mayas.

- * **Cenotes.** Son huecos en la placa de roca caliza por donde fluye agua que puede ser dulce, salina o mixta. Todas las antiguas ciudades mayas se localizaban cerca de los cenotes, en áreas poco cultivables debido a lo superficial del lecho rocoso; esto parece indicar que los mayas no tumbaron bosque para establecer sus asentamientos. La mayoría de las antiguas ciudades mayas se localizaban cerca de los lagos, ríos o cenotes (los cenotes eran fuentes de agua esenciales sólo para los mayas del norte de la península de Yucatán), donde no fluyen ríos superficiales por el tipo de suelo. Los mayas utilizaban los cenotes no solamente para abastecerse del vital líquido, sino también, de forma muy importante, como lugar para ofrendas ceremoniales. Cerca de ellos se han encontrado muchas de las mayores riquezas arqueológicas de la península. A los investigadores les llamó la atención el hecho de que alrededor de ciertos cenotes estaban representados los árboles que los mayas consideraban sagrados y a los que les daban mayor uso ceremonial o uso medicinal. Esta situación no ocurre en los cenotes alejados de las poblaciones mayas. La conclusión lógica es que los mayas plantaron y cultivaron esas especies cerca de los cenotes por fines prácticos.
- * **Solares.** Aún existen hoy en día, aunque no en todas las plantaciones. Mucha de la cultura maya se perdió o se fragmentó al final del último período de esplendor, en parte, debido a guerras. Las poblaciones remanentes pertenecen a grupos marginados que no contaban con una cultura tan elaborada. Los jardines de cocina son muy similares a los huertos familiares de Europa y a otros huertos de los pueblos zapotecos y huastecos; consisten en sembrar cerca de las casas hierbas medicinales, árboles frutales, plantas alimenticias, etcétera.
- * **Ecosistemas de bosque natural.** Son selvas enteras, grandes extensiones que presentan un manejo de su composición florística. En ellos se encuentra una abundancia poco natural de "osh" o ramón, el árbol más importante para los mayas.
- * **Pet Kot.** Se han encontrado varios de ellos en los años 70 s, 80 s e incluso 90 s. Son áreas cercadas con muros de piedra que protegen huertos controlados. La función de estos muros era tanto de delimitaciones de propiedad como de protección contra depredadores o fuego. Los vestigios físicos de los muros son una evidencia clara; inclusive, se han aprovechado restos de bardas antiguas (de 600 o 700 años) como base para edificar nuevas. Todavía hoy en día es muy común el uso de bardas de piedra alrededor de casas y huertos, pero más bien para delimitar propiedades.
- * **Campos cultivados.** Similares a los de algunas culturas mesoamericanas como las de Tenochtitlán y muy similares también a los cultivos actuales, pero más sostenibles. Se asemejan a las chinampas, ya que hacían canales para sembrar y los cubrían de fango, abasteciendo así de materia orgánica y nutrientes al suelo.
- * **Agricultura nómada.** Es la tradicional de "roza, tumba y quema". Aunque el uso actual de este sistema es deletéreo para los ecosistemas, los mayas lo aplicaban como una estrategia sostenible, ya que entre períodos de utilización de dos o tres años permitían pasar 40 a 70 años de descanso, suficientes para que el sitio recuperara su biodiversidad y su fertilidad. Por el contrario, en la actualidad debido al hacinamiento de la población, se acostumbra explotar los campos durante 6 u 8 años y cuando los abandonan, ya no hay germoplasma suficiente para que recuperen la biodiversidad y la fertilidad, además de que los suelos están más agotados porque no se alternan diferentes especies. Uno de los factores que hacían más sostenibles las estrategias agrícolas de los mayas era la *diversidad de sus cultivos*. Su agricultura nómada se basaba en tres especies principales: maíz, frijol y calabacita, además de muchas otras. Con esas tres especies lograba la máxima productividad y el máximo aprovechamiento de la energía solar, pues el maíz es una planta erguida que sirve de sostén al frijol, que es enredadera; y la calabacita, que es rastrera, cubre el suelo.
- * **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. Todavía persisten esos cuadros de árboles que llamaron la atención de los investigadores. Al realizar estudios de los granos de polen fósiles encontrados en los alrededores se confirmó que, efectivamente, se trataba de campos de cultivo.
- * **Plantaciones de árboles.** Esta fue la evidencia que confirmó la hipótesis, ya 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. Como tenían comunicación entre sus diferentes poblaciones, los mayas pudieron transplantar aquellas especies que les eran útiles y adaptarlas a nuevos sitios.

ANEXO 14. Diferentes usos del "osh".

El "osh" o "ramón" Brosimum alicastrum era un árbol multiusos para los mayas. En agroforestería se entiende como árbol - multiusos aquel que cumple con muchos propósitos de utilidad directa al mismo tiempo. El "ramón" cumple con creces esta descripción como vemos a continuación:

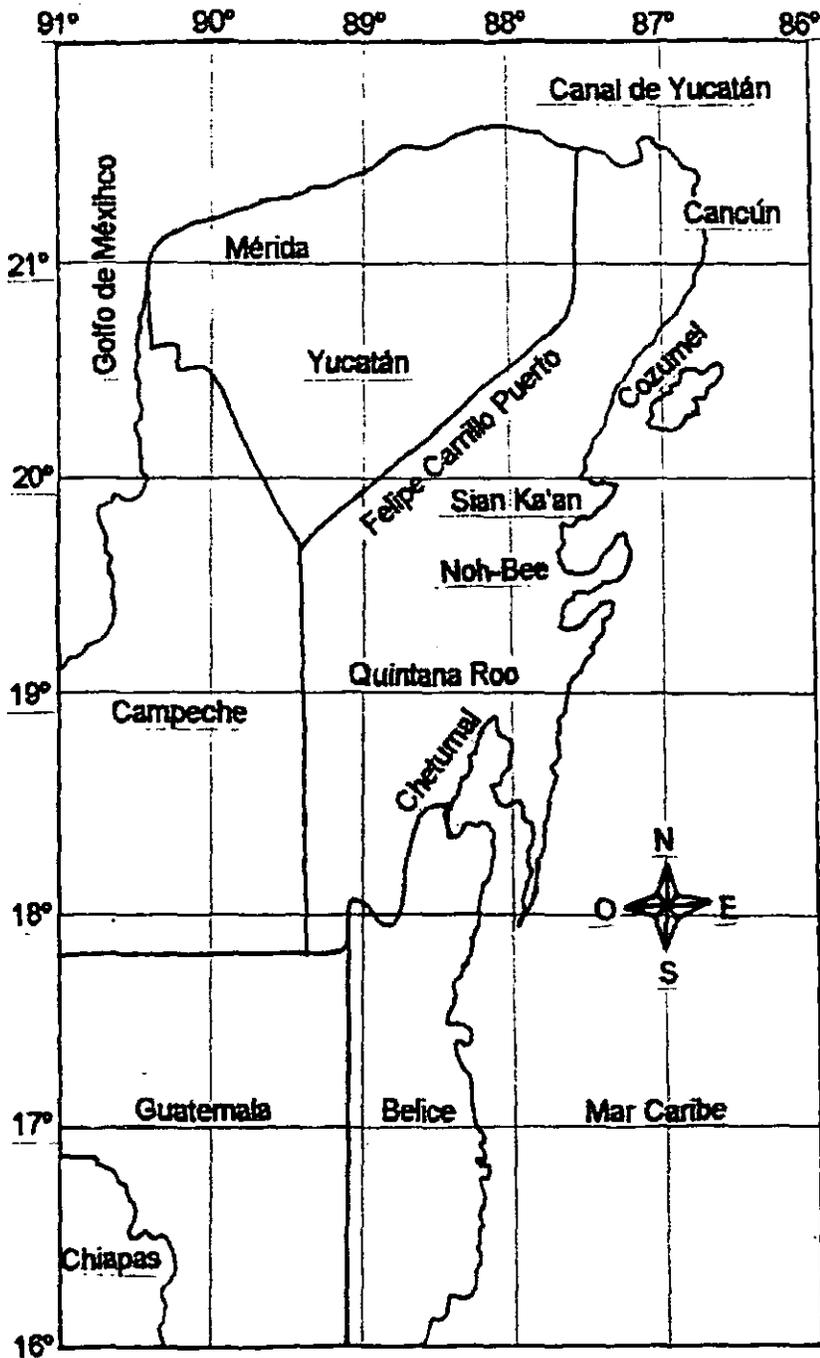
- * Alimento humano. El "ramón" era para ellos tan importante, que lo utilizaban como sustituto del maíz, lo molían y producían una harina mixta de osh y maíz para elaborar una especie de tortilla rica en proteínas gracias al "osh" y rica en energía por el maíz.
- * Ceremonial. Elemento importante en la religión, aparece en pinturas, códices y predicciones.
- * Alimento para animales. 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.
- * Medicinas. Las aplicaciones médicas del "osh" eran tanto reales como de sugestión "medicina psicológica", o placebos.
- * Látex. Para la fabricación de pelotas para el juego, de instrumentos y utensilios de "plástico natural".
- * Madera para construcción.
- * Madera para utensilios, por su flexibilidad.
- * Leña. Como única fuente de energía para usos domésticos.

La conservación de la biodiversidad en los trópicos es de alta prioridad. A nivel mundial, los trópicos son el mayor depósito de biodiversidad, de ahí la importancia de su protección. Mientras más se aprenda de las culturas antiguas que habitaron una zona, más especies útiles al hombre podrán ser identificadas. Debemos aprender de la cultura maya y buscar elementos que podemos aplicar en la actualidad. Una de las hipótesis más factibles sobre el ocaso de los mayas fue que un importante terremoto cubrió de agua salada la mayor parte de la península de Yucatán, provocando la pérdida de las cosechas y la salinización de los suelos. Esta idea es fuertemente apoyada por las investigaciones palinológicas del área.

Las selvas manejadas por el hombre pueden sostener más especies que los agroecosistemas actuales y ofrecer una forma de subsistencia a los habitantes locales. Las selvas son ecosistemas muy diversos que podemos manejar como "reservas extractivas", de donde se pueden obtener productos como látex, nueces, macadamias, nueces de la India, elementos para la fabricación de medicamentos y muchos otros que, a largo plazo, nos dan un valor agregado mayor que si sólo extraemos la madera y convertimos el área en campo agrícola. El manejo forestal tropical no debe imponerse a las comunidades locales, sino desarrollarse trabajando conjuntamente con ellas, respetando la importancia de sus estructuras culturales y sociales. La imposición de modelos totalmente ajenos a una sociedad han resultado un fracaso. Si logramos que ciertos grupos étnicos recuperen parte de su cultura de manejo del ambiente podremos romper con la idea de que los grupos indígenas están acabando con la biodiversidad.

Es necesario proteger el ambiente y al mismo tiempo, satisfacer las necesidades humanas. Una de las estrategias que se está proponiendo es el establecimiento de la "Ruta Maya", proyecto ecoturístico donde se podrán observar culturas autóctonas viviendo de acuerdo con sus tradiciones, no obligadas a adaptarse a la sociedad moderna. Además de los importantes atractivos arqueológicos, muy llamativos sobre todo para los europeos, la biodiversidad estaría protegida como parte del atractivo turístico. Entre las especies más atractivas están el jaguarundi, ocelote, oso hormiguero, perezoso, tortugas, pavo ocelado, garzas, el pavón que es endémico de México y Guatemala, y se encuentra en peligro de extinción y el quetzal una de las especies más importantes para las culturas mesoamericanas y hasta hoy, símbolo de Guatemala. Antes podíamos contar entre la biodiversidad a una especie de zambullidor, hoy extinta, que habitó en el lago Atitlán en Guatemala. El ecoturismo, como se describió previamente por medio de proyectos como la "Ruta Maya", puede resultar una excelente estrategia para obtener beneficios de nuestros recursos sin tener que acabar con ellos.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



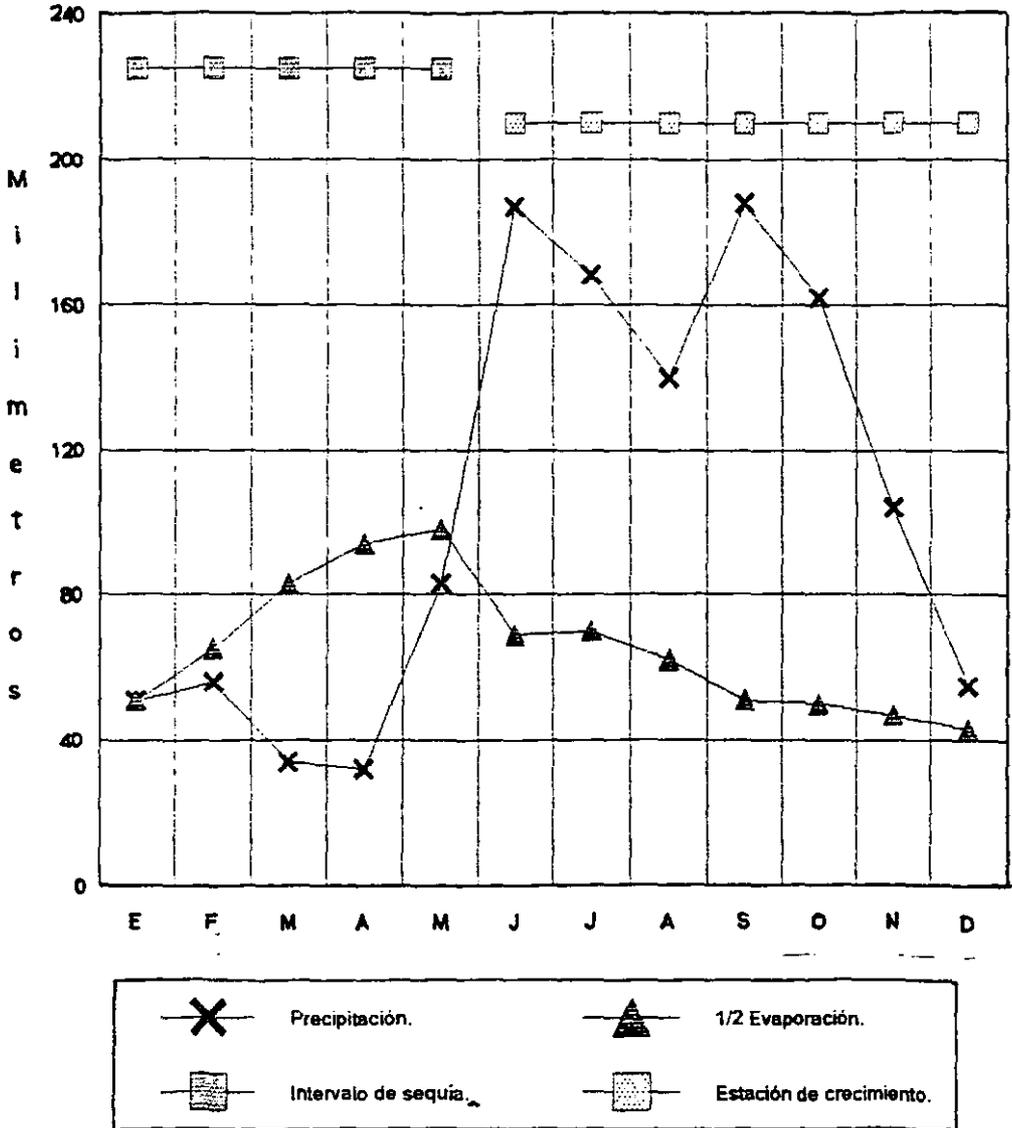
ANEXO 16. Distribución mensual de la temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa y vientos, en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. (Promedios de 1981 a 1999).

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Humedad relativa (%)	Vientos (km/hr)
Enero	23.3	51.5	101.7	75	3
Febrero	24.3	56.6	130.5	75	4
Marzo	25.8	34.2	165.9	70	5
Abril	28.2	31.9	188.4	64	4
Mayo	29.0	82.9	196.1	69	4
Junio	28.7	186.8	139.8	75	3
Julio	28.6	168.3	140.5	75	3
Agosto	28.4	139.8	124.8	76	3
Septiembre	28.0	188.4	101.2	78	3
Octubre	27.0	162.2	100.9	79	3
Noviembre	25.7	104.7	94.4	77	3
Diciembre	24.3	55.1	86.3	77	3
Anual	26.7	1262	1570	74	3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

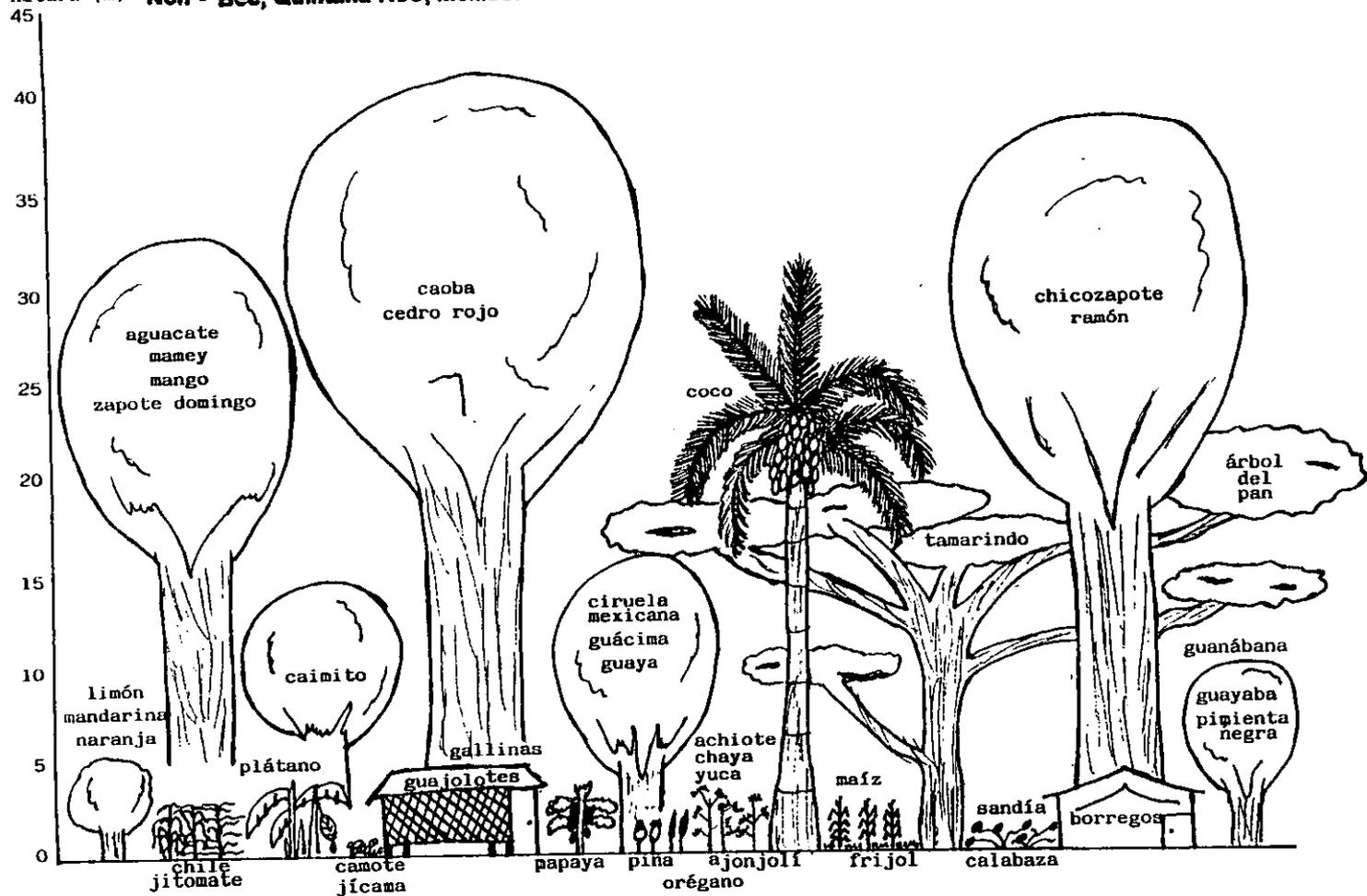
ANEXO 17. Clodiagrama.

Con datos de la estación metereológica de Felipe Camillo Puerto. Q. Roo. (Promedios de 1981 a 1999).

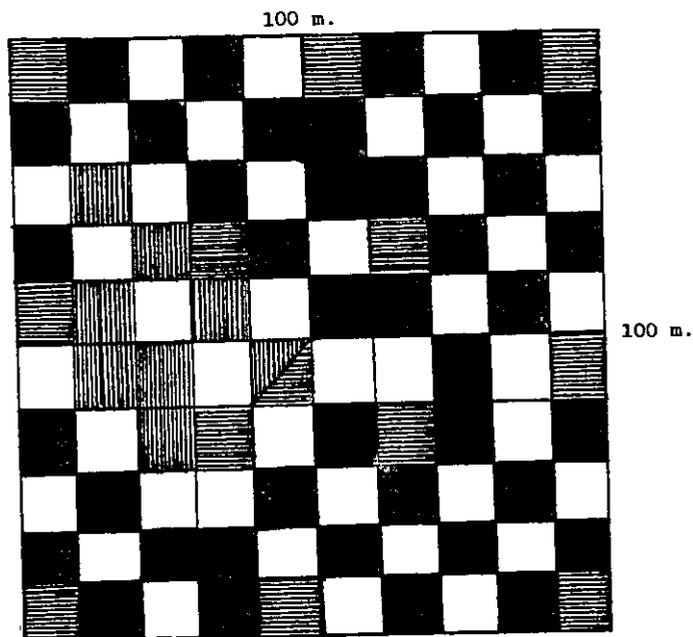


ANEXO 18. Presentación esquemática de la composición estructural del huerto casero mixto.

Altura (m) Noh - Bec, Quintana Roo, México.



ANEXO 19. Croquis de un módulo agroforestal tipo huerto casero mixto.



Componente animal (7.5 %)



Componente herbáceo (40 %)



Componente forestal (12.5%)



Componente frutal (40 %)

ANEXO 20. Referencias técnicas de los componentes vegetales.

NOMBRE CIENTIFICO.	NOMBRE COMUN.	USOS.
<i>Annanas comosus.</i>	Piña, anana.	frutal, ornato.
<i>Annona muricata.</i>	Guanábana, anona, soncoya, toreta, op, guanatábano, manzana acanelada, corazol, sopa agria, guanaba, catoche, catuche, corossol, corossolier, sorsaka, zuurzak, soursap.	frutal, insecticida, artesanal.
<i>Artocarpus altilis.</i>	árbol del pan, fruta de pan, bread tree, palo de pan, fruta de pan, mazapán, panapén, castaña, arbre végétal, fruit a pain, broodboom, palu di frut i pan.	comestible, sombra, ornato, artesanal, combustible.
<i>Bixa orellana.</i>	Achiote, kuxú.	condimento, ornato.
<i>Brosimum alicastrum.</i>	Ramón, ox, osh, ojite, jinocuabe, masico, ojoche, feguó, guaimaro, Oóx, capomo, nazareno, mojo.	comestible, medicinal, construcción, instrumentos de trabajo, forraje, combustible, ornamental, sombra, maderable.
<i>Calocarpum mammosum.</i>	Mamey, Zapote mamey, zapote, chacal jáas, zapote de niño, mamey rojo, zapote rojo.	frutal, maderable, medicinal, latex.
<i>Capsicum frutescens .</i>	Chile picante, l'k, chile, ají.	comestible.
<i>Carica papaya.</i>	Papaya, pút, paw paw, papay, papaw, lechosa, fruta bomba, melón zapote, papaye, papayer, papao.	frutal, forraje, medicinal.
<i>Cedrela odorata.</i>	Cedro rojo, cedro amargo, cedro tropical, cedro español, red cedar.	maderable, artesanal, medicinal, sombra, construcción, melífero, combustible.
<i>Chnidoscolus chayamansa.</i>	Chaya, chay.	comestible, ornato, medicinal.
<i>Chrysophyllum cainito.</i>	Caimito.	frutal, sombra, ornato, cerca viva, combustible.
<i>Citrullus vulgaris.</i>	Sandía, saandia.	frutal, medicinal.
<i>Citrus aurantifolia.</i>	Limón, zuudtz, limón agrio.	frutal, medicinal, construcción, instrumentos de trabajo, melífero.
<i>Citrus reticulata.</i>	Mandarina, tangerina.	frutal, sombra, melífero, instrumentos de trabajo, medicinal.
<i>Citrus sinensis.</i>	Naranja, china, pakal.	frutal, medicinal, construcción, instrumentos de trabajo, melífero.
<i>Cocos nucifera.</i>	Coco, cocoó.	artesanal, frutal construcción, ornato, sombra, abono.
<i>Cucurbita maxima.</i>	Calabaza, calabacita, ayote, zapayo, chamo, pipián, kum.	comestible, forraje.
<i>Guazuma ulmifolia.</i>	Guácimo, guácima, guatope, caulote, bolaina, flanboyánt, pixoy.	frutal, medicinal, instrumentos de trabajo, maderable, cerca viva, sombra, combustible, forraje, abono, melífero.
<i>Ipomea batatas.</i>	Camote, lís, boniato, batata, papa dulce.	comestible, forraje, medicinal.

<i>Lippia origanum.</i>	Orégano, oreeganoó.	condimento, ornamental, medicinal.
<i>Lycopersicon esculentum.</i>	jitomate, tomate rojo, pac.	comestible.
<i>Mammea americana.</i>	Zapote domingo, zapote, zapote amarillo, mamey de Santo Domingo, zapote de niño, mamey amarillo, ruri, abricateira, mamey de Cartagena, abricotier, abricot des Antilles, mami, mamaya, mamieboom, mamaja, abricot pays.	frutal, maderable, sombra, latex.
<i>Manguijera indica.</i>	Mango, manguijer, mangó, manga, mangot, mangotine, mangue, manja, manggo, kajanna, bobbie manja, manggaboom.	frutal, construcción, sombra, instrumentos de trabajo, combustible, melífero.
<i>Manihot esculenta.</i>	Yuca, mandioca, tapioca, itabo, izote, dtzin.	comestible, forraje, medicinal.
<i>Manilkara zapota.</i>	Chicozapote, zapote, nispero, sapotillier, sapodilla, yaá, cochitzapottl, iztactzapottl, ccaxmuttza, zapodilla, zapotillo, mispu, muyozapot, mispel, sapotille, mispelboom, sapatija, chicle, chico.	frutal, medicinal, construcción, maderable, forraje, artesanal, latex.
<i>Musa paradisiaca.</i>	Plátano, banana, banano, orito, jaás, guineo, morado.	frutal, forraje, ornato.
<i>Pachyrhizus erosus.</i>	Jícama, chican.	comestible.
<i>Persea americana.</i>	Aguacate, palta, on, avocado, cura, paga, avocater, persée, alligator - pear, avocadobaum, abacate, ahuacatl.	frutal, medicinal, sombra, construcción, maderable.
<i>Phaseolus vulgaris.</i>	frijol, judías, caraotas, quillu purutu, yura purutu, buul, habichuelas, siratro, tortas purutu, ejotero.	comestible.
<i>Pimenta dioica.</i>	Pimienta negra, pimienta de árbol.	condimento, medicinal, ornato, sombra, artesanal.
<i>Psidium guajava.</i>	Guayaba, pichi, xalxocotl, araca - iba, araca guacu, guajava, bayabos, guava, guayava perulera, goyave, goyavier, goyavier a fruits, goejaba, guave, goeajaaba.	frutal, sombra, forraje, construcción, medicinal, instrumentos de trabajo, combustible.
<i>Sesamum sativum.</i>	Ajonjoli, sésamo, cikli - puús.	comestible.
<i>Spondias purpurea.</i>	Ciruela mexicana, abal, jobo, ciruela chiapaneca.	frutal, medicinal, sombra, construcción, maderable, cerca viva, forraje, instrumentos de trabajo.
<i>Swietenia macrophylla.</i>	Caoba, mahogany, mahok, caoba de Honduras, acajou.	maderable, artesanal, medicinal, sombra, construcción, melífero, combustible.
<i>Talisia olivaeformis.</i>	Guaya, huayan, vayum, guayo.	frutal, medicinal, maderable, combustible, forraje, melífero.
<i>Tamarindus indica.</i>	Tamarindo, tamarindier, tamaría, tamarindade, tamarinier, tamarinde, tamarijn.	frutal, medicinal, maderable, combustible, forraje, sombra, melífero.
<i>Zea mays.</i>	Maíz, canguil, xin.	comestible, forraje.