

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

CENTRO DE AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE

DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

✓ POTENCIAL DE LOS HUERTOS CASEROS PARA
LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL
DESARROLLO SOSTENIBLE //

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERIA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

P R E S E N T A :

VENUS PRIMAVERA AREVALO VIZCAINO

881481

C-1

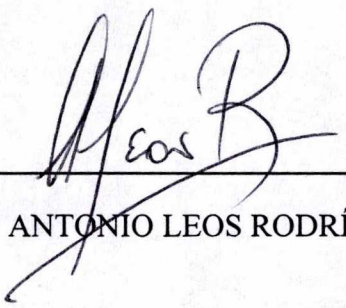
CHAPINGO, ESTADO DE MEXICO. ENERO DE 1999.

**POTENCIAL DE LOS HUERTOS CASEROS PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

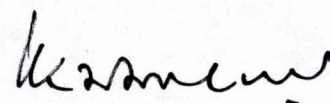
Tesis realizada por Venus Primavera Arévalo Vizcaíno bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

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

DIRECTOR: _____


Dr. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ

ASESOR: _____


Dr. L. KRISHNAMURTHY

ASESORA: _____


M.C. ERNESTINA CEDILLO PORTUGAL

33770

**POTENCIAL DE LOS HUERTOS CASEROS PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Venus Primavera Arévalo Vizcaíno autora de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible estuvo constituido por:

PRESIDENTE: _____



Dr. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ

ASESOR: _____



Dr. L. KRISHNAMURTHY

ASESORA: _____



M.C. ERNESTINA CEDILLO PORTUGAL

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud y reconocimiento a las siguientes personas e instituciones, sin cuyo apoyo no hubiese llegado a la culminación de esta meta:

Al Dr. Enrique Leff, Coordinador de UCORED, Red de Formación Ambiental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA.

A las fundaciones Ford y Rockefeller por sus donativos para los Proyectos de Investigación en Agroforestería dirigidos por el Dr. L. Krishnamurthy, los cuales permitieron la realización de la presente investigación.

A la Subdirección General de Investigación de la Universidad Autónoma Chapingo, por su apoyo en el periodo 1997-1998.

A las familias colaboradoras de la comunidad La Palmilla, en particular a Sául Gutiérrez, Valentina Jiménez, Tonio Martínez y Sabina Mesura.

A los miembros del Comité Asesor de mi investigación.

Al Ing. Alberto Ortega, ex-Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador.

Al Dr. Miguel Ángel Musálem Santiago.

Al Dr. Francisco Muñoz Andrade.

A Alvaro Ramírez Luis.

A mis compañeros de promoción: Antonio Arroyo, Manuel Heredia, Miguel Martínez, Miguel Uribe y Ricardo Malagón.

Merecen una mención especial, mi esposo Jorge Grijalva Olmedo y mis hijos Gandhi, Felipe y Estefanía por su amor y solidaridad.

A Ligia Ayala, a Martha Larios y a todas aquellas personas y familias que me brindaron su amistad y apoyo moral, durante mi permanencia en México.

DEDICATORIA

A las familias campesinas de La Palmilla

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. GENERAL.....	3
2.2. ESPECÍFICOS.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. MARCO REFERENCIAL.....	6
4.1 Desarrollo sostenible.....	6
4.2 Definición y características generales de los huertos caseros o solares.....	8
4.2.1 Características agroecológicas.....	9
4.2.2 Características socioeconómicas.....	10
4.3 Evaluación de la sostenibilidad.....	11
4.4 Los solares y la conservación de la biodiversidad y de los suelos.....	13
4.5 Los sistemas agroforestales y el secuestro de carbono.....	14
4.6 Los solares y la seguridad alimentaria.....	17
5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
5.1 Descripción del área de estudio.....	21
5.1.1 Ubicación.....	21
5.1.2 Geomorfología.....	21
5.1.3 Clima.....	23
5.1.4 Suelos.....	23

5.1.5 Hidrología.....	23
5.1.6 Vegetación.....	24
5.1.7 Uso actual del suelo.....	24
5.1.8 Tenencia de la tierra.....	25
5.2 Procedimiento general.....	25
5.2.1 Selección de descriptores y sus indicadores.....	26
5.3 Procedimientos específicos.....	28
5.3.1 La tecnología.....	28
5.3.2 Conservación de la biodiversidad y de los suelos.....	29
5.3.3 Secuestro de carbono.....	29
5.3.3.1 Medición de la biomasa.....	29
5.3.3.2 Estimación de la cantidad de carbono capturado.....	30
6. RESULTADOS.....	31
6.1 Los huertos caseros: estructura y funciones.....	31
6.1.1 Historia.....	31
6.1.2 Tamaño.....	32
6.1.3 Componentes del solar.....	32
6.1.4 Estructura horizontal.....	34
6.1.5 Estructura vertical.....	35
6.1.6 Tecnologías agroforestales.....	38
6.1.7 Funciones.....	40
6.1.7.1 Procesos.....	41
6.2 Dinámica y manejo.....	42
6.2.1 Estructura temporal.....	42
6.2.2 Manejo.....	42
6.2.3 Uso de mano de obra.....	47
6.2.4 Uso de conocimiento tradicional.....	51
6.2.5 Uso de insumos.....	51
6.2.6 Uso de herramientas.....	52
6.3 Productividad.....	52
6.3.1 Producción.....	52

6.3.2 Comercialización.....	57
6.3.3 Ingresos.....	57
6.4 Adoptabilidad.....	57
6.5 Sostenibilidad.....	58
6.5.1 Conservación de la biodiversidad.....	58
6.5.2 Conservación de los suelos.....	61
6.5.3 Secuestro de carbono.....	64
6.5.4 Producción de leña.....	67
6.5.5 Fauna silvestre.....	67
7. CONCLUSIONES.....	72
8. RECOMENDACIONES.....	74
9. LITERATURA CITADA.....	78
10. ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Descriptores e indicadores de sostenibilidad para los huertos caseros en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	27
2	Tamaño de los solares estudiados por tipo de propietario en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	32
3	Especies animales presentes en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	34
4	Especies utilizadas en linderos y cercas vivas en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	39
5	Importancia de los solares para los propietarios en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	41
6	Actividades de manejo del solar en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	43
7	Distribución de mano de obra por mes y género según actividad en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	50
8	Destino de la producción animal en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	53
9	Destino de la producción agrícola en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	54
10	Destino de la producción agrícola por producto en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	56
11	Número de especies vegetales por familia en los solares de La Palmilla, Veracruz.....	59
12	Variedades por especie presentes en los solares de La Palmilla, Veracruz.....	60

Cuadro	Título	Página
13	Contenido de materia orgánica de los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	61
14	Contenido de humedad de los suelos en los solares de La almilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	62
15	Densidad aparente de los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	63
16	Volumen y peso seco por solar y por hectárea en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	64
17	Variables o parámetros para estimar el carbono secuestrado en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	65
18	Estimación del carbono secuestrado en la biomasa arbórea y arbustiva y en los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	66
19	Especies de animales silvestres observadas en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	68
20	Indicadores de sostenibilidad para los huertos caseros en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz. Resumen.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ubicación geográfica del área de estudio.....	22
2	Representación esquemática de un huerto casero en la Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	33
3	Distribución espacial del solar N° 1 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	96
4	Distribución espacial del solar N° 2 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	97
5	Distribución espacial del solar N° 3 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	98
6	Distribución espacial del solar N° 4 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	99
7	Distribución espacial del solar N° 5 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	100
8	Distribución espacial del solar N° 6 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	101
9	Perfil vertical del solar N° 1 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	36
10	Estacionalidad de la producción de las principales especies en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Agrupación de especies leñosas para la estimación de volumen y peso seco en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	87
2	Listado de especies vegetales encontradas en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	89
3	Estructura horizontal de los solares en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	95
4	Estimación de consumo de alimento y aporte de nitrógeno del lote de aves del solar N° 1 en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	104
5	Volumen y peso seco por árbol, especie y solar en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.....	106

DATOS BIOGRÁFICOS

Nació en Quito, Ecuador, el 21 de marzo de 1956, en el seno de una familia numerosa. Sus estudios universitarios los realizó en Quito, en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, donde obtuvo el título de Ingeniera Agrónoma, en el año 1982. Su familia, en especial sus padres, Emilio Arévalo y Fanny Vizcaino y su esposo, Jorge Grijalva Olmedo, han motivado su crecimiento personal y el logro de sus metas. Forman parte de la familia Grijalva Arévalo, Gandhi, Felipe y Estefanía de 16, 14 y 13 años, respectivamente.

En su desarrollo profesional se orientó al área socioeconómica de la agricultura, y en este ámbito se ha vinculado a diferentes instituciones nacionales de investigación y desarrollo, así como a la empresa privada y a organismos internacionales. Desde 1992, ejerce actividades de consultoría privada en estudios de género y en planificación, seguimiento y evaluación de proyectos agrícolas y civiles. Parte del trabajo desarrollado está plasmado en diferentes publicaciones. Recibió capacitación formal y en servicio en el enfoque de sistemas y en planificación y evaluación de proyectos, el entrenamiento agroforestal lo realizó en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza y en la Universidad para la Paz en Costa Rica y, en la Universidad Autónoma Chapingo en México. Ha recibido varios reconocimientos por su desempeño como estudiante y profesional. Es miembro de organizaciones de apoyo a niños especiales así como a mujeres, y en esa condición ha promovido la formación y desarrollo de grupos de niños y mujeres.

RESUMEN

Potencial de los huertos caseros para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible

Por Venus Primavera Arévalo Vizcaíno, Maestra en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.

Universidad Autónoma Chapingo.

(Bajo la dirección de Juan Antonio Leos Rodríguez).

Este estudio se realizó en la comunidad La Palmilla, Tlapacoyan, Estado de Veracruz, México, se utilizó una metodología multidisciplinaria para evaluar el potencial de los huertos caseros para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible, para lo cual se seleccionaron descriptores, se formularon hipótesis respecto a la base de recursos, al sistema, a su eficiencia y al impacto en el medio ambiente y, se identificaron indicadores de sostenibilidad para comprobar las hipótesis.

Se caracterizan y analizan los huertos caseros, en su estructura y funciones, dinámica y manejo, productividad, adoptabilidad y sostenibilidad. Los huertos caseros conservan una alta biodiversidad, mantienen la fertilidad del suelo, demandan insumos internos y externos en una relación de 1 a 3 y 510 días/ha/año de mano de obra familiar, distribuida en forma más o menos uniforme y flexible a lo largo del año; producen para la venta y el autoconsumo 24 toneladas de 23 productos, especialmente frutales; aportan con 22 productos de origen vegetal y tres de origen animal a la calidad y diversidad de la dieta; conservan 50.12 ton/ha de C en la biomasa y en el suelo, abastecen el 30% de las necesidades de leña de las familias y sirven de refugio a 10 especies de fauna silvestre.

Los huertos caseros combinan objetivos de conservación y producción, principalmente de alimentos, manteniendo las condiciones ecológicas y socioeconómicas básicas para alcanzar la sostenibilidad. Se proponen acciones de investigación y desarrollo para mejorarlos.

PALABRAS CLAVE: Huertos caseros, desarrollo sostenible, seguridad alimentaria, biodiversidad, suelos, secuestro de carbono.

ABSTRACT

By Venus Primavera Arévalo Vizcaino.

The potential of home gardens for food security and sustainable development

Enero de 1999

(Under the direction of Juan Antonio Leos Rodríguez).

This study was done in the community of La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz, Mexico. A multidisciplinary approach was used to evaluate the potential of home gardens for food security and sustainable development for which descriptors were selected. Hypotheses were formulated with respect to the resource base and the system, its effectiveness and its impact on the environment, and sustainability indicators were identified to prove the hypotheses.

Home gardens were characterized and analyzed on the basis of their structure and functions, dynamics and management, productivity, adoptability, and sustainability. Home gardens maintain a high degree of biodiversity, conserve soil fertility, demand internal and external inputs in a 1 to 3 proportion, and require 510 days/ha/year of family labor. They produce 24 t of 23 products, especially fruit, for sale and home consumption. They contribute 22 vegetable and three animal products that provide quality and diversity to the diet. They maintain 50.12 t/ha of C in the biomass and soil. They supply 30% of the families' needs of firewood and give refuge to ten species of wild fauna.

Home gardens combine the objectives of conservation and production, especially food, while maintaining ecological and socioeconomic conditions which are basic for sustainability. Research and development actions are proposed to improve them.

KEY WORDS: Home gardens, sustainable development, food security, biodiversity, soils, carbon sequestration.

1. INTRODUCCIÓN

Los huertos caseros o solares son uno de los sistemas agroforestales tradicionales más antiguos y difundidos en el mundo, caracterizados por su complejidad y estabilidad ecológica, así como por la producción diversificada de bienes y servicios que aportan en forma significativa a la seguridad alimentaria de la familia campesina. En ese contexto, se favorecen la participación de los miembros de la familia, la generación y difusión de conocimientos tradicionales, además de la domesticación de especies de flora y fauna y la conservación *in situ* de estos recursos. Estas singularidades presentan a estos sistemas como alternativas válidas para alcanzar un desarrollo ecológicamente sostenible y socialmente equitativo, adaptado a la cultura de las comunidades.

La literatura disponible permite observar que este tema ha sido abordado desde diferentes enfoques metodológicos que incluyen la perspectiva geográfica, etnobotánica, nutricional, agronómica e histórica. Las investigaciones han privilegiado ciertos aspectos de índole ecológica y de caracterización antropocéntrica, los mismos que han sido estudiados con mayor precisión rebasando los niveles descriptivos de composición florística que han posibilitado una mejor comprensión sobre su función, manejo y potencial productivo. Aspectos tecnológicos, socioeconómicos y culturales tales como, el manejo tradicional, las técnicas agroforestales desarrolladas, el uso de recursos, el potencial de los huertos caseros en la seguridad alimentaria y en el desarrollo sostenible, han sido menos priorizados en las investigaciones. Por otro lado, el potencial de estos sistemas en la conservación y secuestro de carbono, al igual que muchos de los atributos anteriormente señalados, no han sido cuantificados.

Por estas razones, es relevante, a través de un análisis cuantitativo, profundizar en el conocimiento del potencial de los huertos caseros para demostrar su contribución a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible que conduzca al encuentro de formas de manejo de ecosistemas frágiles.

En el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, donde se llevó a cabo esta investigación, los solares son muy comunes en las áreas ejidales y constituyen un sistema importante dentro de la estrategia de reproducción de las familias campesinas, reflejando la interacción de factores agroecológicos y socioeconómicos, por lo cual esta investigación hizo uso de una metodología multidisciplinaria que combinó ambos enfoques y permitió realizar un análisis integral.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Realizar un análisis cuantitativo de los huertos caseros en la comunidad La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz, a fin de evaluar su potencial para contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible.

2.2 Específicos

2.2.1 Identificar las tecnologías agroforestales prevalecientes en el sistema tradicional de huerto casero, en relación a especies vegetales y animales, la organización espacial y temporal y el manejo.

2.2.2 Evaluar la contribución de los huertos caseros a la conservación y mejoramiento de la biodiversidad y de los suelos.

2.2.3 Evaluar el papel de los huertos caseros en el secuestro de carbono.

2.2.4 Evaluar la contribución de los huertos caseros a la seguridad alimentaria.

3. HIPÓTESIS

Ho 1: En los solares se conserva una gran variedad de plantas y animales que proveen una alta diversidad de productos y beneficios a la familia campesina. Entre los que destacan alimentos de origen vegetal y animal que contribuyen a la calidad y diversidad de la dieta y, la provisión de leña.

Ho 2: La abundancia de mantillo y el sistema radicular en los solares incrementa el contenido de materia orgánica del suelo mejorando las características biofísicas del suelo y, por consiguiente, la fertilidad. El reciclaje de residuos también incrementa el contenido de materia orgánica. La abundancia de materia orgánica mejora la estructura del suelo, disminuye la densidad aparente del mismo e incrementa la capacidad de intercambio catiónico.

Ho 3: Los solares mantienen una humedad alta por la intercepción y mantenimiento del agua en el mantillo y la capa vegetal. Se mejoran las condiciones para el desarrollo de la flora y la fauna. La sequía es amortiguada por este efecto. Una alta humedad del suelo está relacionada con la reducción de la temperatura de la cubierta vegetal y el contenido de materia orgánica del suelo. Un efecto negativo es la proliferación de plagas y enfermedades favorecidas por la alta humedad del suelo.

Ho 4: El uso de insumos internos en los solares es optimizado y se requieren pocos insumos externos que demandan gastos en efectivo, se necesita poca mano de obra, la misma se distribuye de manera uniforme a lo largo año y puede ser asignada de una manera flexible. Se utiliza mano de obra familiar y se optimiza el conocimiento tradicional.

Ho 5: La producción de biomasa total es alta. La diversidad de cultivos disminuye los riesgos de pérdidas de cosecha.

Ho 6: El solar almacena carbono en la biomasa aérea arbórea y arbustiva así como en el suelo lo que ayuda a reducir las emisiones de gas invernadero.

Ho 7: La estructura compleja de la vegetación de los solares, las condiciones microclimáticas y los procesos de reciclaje funcionan como hábitat de refugio y conservación de fauna silvestre.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Desarrollo sostenible

"El desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades del presente sin dañar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (Nuestro futuro común, Informe Brundtland, 1987). Se reconoce ampliamente lo ambiguo de la definición pero también lo importante de las reacciones que ha provocado entre los estrategas del desarrollo internacional, lo que ha hecho que el desarrollo sostenible se convierta en la política oficial de distintas organizaciones internacionales, siendo los casos más notables el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Organizaciones como la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) definen al desarrollo sostenible como "aquel que mejora la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que lo sustentan" (UICN, 1990). La definición en forma implícita se refiere a la puesta en práctica del potencial de los recursos considerando sus límites e introduce un factor de temporalidad ligado a la preservación de los recursos naturales.

La ambigüedad y confusión del concepto ha llevado al planteamiento de diversas visiones por parte del estado, organismos no gubernamentales y organismos de cooperación internacional, dejando atrás el concepto ambientalista e involucrando otros aspectos como los mencionados por Gligo (1991): una coherencia ecológica, estabilidad sociocultural, económica financiera y, finalmente, el control de la incertidumbre y el riesgo.

Existen dos antecedentes del Informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo más conocido como Brundtland, que dan una idea más clara de

desarrollo sostenible, el primero proviene de la Estrategia para la Conservación Mundial, la misma que sustenta que "el nuevo paradigma de desarrollo sostenible busca desarrollar estrategias e instrumentos para satisfacer cinco amplios requisitos:

1. Integración de la conservación y el desarrollo.
2. Satisfacción de las necesidades humanas básicas.
3. Logro de la igualdad y la justicia social.
4. Autodeterminación social y diversidad cultural.
5. Preservación ecológica.

Estos desafíos están tan íntimamente relacionados que resulta difícil, y ciertamente poco útil, situarlos en orden de prioridad jerárquica. Cada uno de ellos es una meta en sí mismo y un prerrequisito para lograr el resto" (Brooks, 1990).

Tudela (1993) señala que hace diez o quince años la palabra clave fue Ecodesarrollo, que aún cuando no alcanzó la misma popularidad que el concepto de desarrollo sostenible fue un antecedente importante del mismo.

El primer antecedente guarda coherencia con el segundo, el paradigma de Ecodesarrollo, el cual plantea una estrategia ambiental de desarrollo como una articulación de "niveles de productividad cultural, ecológica y tecnológica así como de la interdependencia de un sistema de recursos naturales, un sistema tecnológico apropiado, un sistema de valores culturales y su conexión con las condiciones económicas y políticas". Esta nueva racionalidad fundada en el potencial ecológico, en la autodeterminación tecnológica y en la diversidad cultural de los pueblos asegura un aprovechamiento más racional e integrado de los recursos naturales, capaz de generar un desarrollo sustentable que propicie la equidad, la solidaridad y la democracia (Leff, 1994).

En este nuevo orden del desarrollo, la agricultura debe enfocarse como una alternativa de producción que armonice el medio físico, los sistemas naturales y el sistema socio-económico. USAID (1988) citado en De Camino y Müller (1993) define a la agricultura sustentable "como el manejo efectivo de los recursos para satisfacer las necesidades

cambiantes mientras se mantiene o mejora la base de los recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo".

La agroforestería en su acepción más simple es la agricultura con árboles que involucra diferentes prácticas tradicionales adaptadas a las condiciones físicas, ecológicas y a la cultura de las comunidades, las mismas que han sido retomadas para su mejoramiento en el ámbito científico, como una alternativa al modelo convencional de producción agrícola. Por consiguiente, la agroforestería presenta un gran potencial en la construcción de esta nueva racionalidad y, particularmente, los huertos caseros por ser sistemas agroforestales tradicionales desarrollados por las culturas locales con características de estabilidad agroecológica y que además generan diversos productos, especialmente, alimentos y beneficios socioeconómicos y ambientales.

4.2 Definición y características generales de los huertos caseros

Los huertos caseros reciben diferentes nombres y definiciones (Fernandes y Nair, 1986; Price, 1989; Nair, 1993). Citando a varios autores, Monroy y Salazar (1990) reportan que en México se les denomina solar, huerto o huerta familiar, parcela, traspatio y patio.

Con un enfoque agroforestal, Fernandes y Nair (1986) definen a los huertos caseros como "prácticas de uso de la tierra que incluyen un manejo deliberado de árboles y arbustos de usos múltiples en íntima asociación con cultivos agrícolas anuales y perennes y con la cría de ganado dentro del complejo doméstico; el conjunto de la unidad cultivos-árboles-animales es administrado de modo intensivo por la mano de obra familiar". Torquebiau (1992) señala que los términos "huerto casero de árboles" o "huerto forestal" pueden ser un mejor nombre para los huertos caseros multiestratos, pues existen huertos caseros solamente con cultivos agrícolas.

En el ámbito socioeconómico, el huerto familiar se define como una reserva vegetal aledaña a la casa-habitación, cuyo establecimiento refleja su identidad cultural como grupo y su relación con la naturaleza; en él, se practican actividades sociales, biológicas y agronómicas y constituye una unidad económica de autoconsumo a la puerta del hogar (Gispert *et al.*, 1993).

Hasta el momento, se han realizado innumerables estudios sobre los huertos caseros orientados en diferentes lineamientos teóricos y metodológicos que han contribuido a un

mayor conocimiento de estos sistemas agroforestales tradicionales (Méndez, 1996; Viquez *et al.*, 1994; Anderson, 1993 a, 1993 b; Nair, 1993; Stuart, 1993; Gillespe *et al.*, 1993; Gispert, 1993; Monroy y Salazar, 1993, 1990; Cleveland y Soleri, 1991; Herrera *et al.* 1990; Ortega *et al.*, 1990; Alvarez-Buylla *et al.*, 1990; Gliessman, 1990; Michon y Mary, 1990; Thaman, 1990; Christanty, 1990; Krishnamurthy, 1990; Price, 1989; Niñez, 1987, 1985; Fernandes y Nair, 1986; Brownrigg, 1985; Soemarwoto *et al.*, 1985; Barrera, 1980, entre otros).

La literatura sugiere un conjunto de atributos que caracterizan a los huertos tanto en los aspectos agroecológicos como socioeconómicos, los mismos que se presentan a continuación:

4.2.1 Características agroecológicas

En su estructura y función son semejantes a los sistemas naturales (bosque), por lo que se consideran sistemas ecológicamente sustentables debido a la alta diversidad de especies, alta capacidad de captura de la radiación solar, mecanismos de control biológico, ciclos cerrados de nutrimentos y uso eficiente del espacio.

En el huerto existe una alta biodiversidad tanto interespecífica como intraespecífica expresada en subespecies, razas, tipos, cultivares y formas, destacando en esta diversidad parientes silvestres de las plantas cultivadas. Esta diversidad les da una gran relevancia como reservorios de germoplasma y les otorga un inestimable valor para la conservación *in situ* del mismo. Además, en su interior se realiza domesticación y adaptación de especies.

Los árboles, arbustos y herbáceas se distribuyen verticalmente en 3 o 4 estratos. La estratificación cumple la función de ampliar el espacio horizontal a través de la optimización del espacio vertical lo cual permite el uso múltiple de los recursos espacio suelo y plantas e incrementa la producción, medida en términos de biomasa por unidad de área.

Su función primaria es la producción de alimentos y buena parte de los que se producen son consumidos en la misma unidad doméstica y pueden proveer una fracción substancial de las necesidades alimentarias de una familia.

4.2.2 Características socioeconómicas

Los huertos caseros se ubican junto a la casa habitación de la familia campesina, ocupando pequeños espacios horizontales.

Existe una relación estrecha entre la socioeconomía local y familiar y las estructuras agroecológicas de los huertos, siendo los factores socioeconómicos más importantes tamaño, mano de obra, generación de ingresos, presencia de una persona responsable del huerto y función.

En los huertos familiares se da un proceso de producción del cual se obtienen diversos bienes y servicios de origen vegetal y animal. Desde la perspectiva etnobotánica son importantes porque representan el vínculo entre las plantas y la unidad familiar mediante relaciones que son fundamentalmente de uso. Los recursos vegetales de estos sistemas tienen uso múltiple, registrándose varias formas de apropiación o uso: comestible, medicinal, ornamental, madera, forraje, leña, mágico religioso, modificación del ambiente, conservación de recursos naturales.

El huerto tiene la capacidad de producción de alimentos durante todo el año con un insumo de mano de obra relativamente escaso. El trabajo en el huerto es realizado por mano de obra familiar, principalmente por la mujer, no obstante, no es considerado productivo por no ser remunerado y porque los bienes producidos generalmente son de autoconsumo.

La distribución y demanda de mano de obra requerida por el huerto se produce en forma escalonada durante todo el año, existiendo un mínimo de interferencia con otras actividades dentro y fuera de la propiedad.

Económicamente es un sistema agrícola con mucha resistencia a la variación e inseguridad en el mercado por la pérdida de un solo cultivo, por la diversidad de bienes producidos para las necesidades básicas, por ser un sistema de uso múltiple, por absorber mano de obra en caso de pérdida de un empleo fuera de la finca.

Todo excedente comercializable ayuda a tener una fuente de ingresos entre las cosechas de otros cultivos agrícolas y actúa como una caja de ahorro.

Son adecuados para personas con pocos recursos económicos pues no requieren alta disponibilidad de capital en efectivo.

Las familias campesinas son poseedoras de un importante conocimiento tradicional en el manejo de los huertos caseros, teniendo para ellas una alta significancia cultural, ambiental, estética, recreativa y económica.

Las características ecológicas son determinadas por el productor a través de un proceso de renovación permanente, con el fin de hacer un uso más adecuado del espacio a través del tiempo.

Las investigaciones en relación a la mayor parte de estas características no presentan evidencias cuantitativas.

4.3 Evaluación de la sostenibilidad de los huertos caseros

Para fortalecer las bases de supuestos que afirman que los huertos caseros multietratos tropicales son sistemas de uso de la tierra sanos, eficientes y sostenibles, y para contribuir a la comprensión operacional del sistema, Torquebiau (1992) realiza una revisión de estudios de este sistema cubriendo una diversidad de condiciones físicas y socioeconómicas. Identifica descriptores de sostenibilidad y formula hipótesis en relación a lo que debería ser el efecto de los huertos en esos descriptores y posibles indicadores que confirmen las hipótesis. Concluye que los huertos caseros poseen numerosos atributos de sostenibilidad, considerando no sólo su capacidad para llenar diversas necesidades sin afectar negativamente la base de recursos y, en muchos casos, mejorándolo, pero también, su potencial para satisfacer diversas condiciones económicas, sociales, ecológicas e institucionales, las cuales contribuyen a su sostenibilidad.

Este autor fundamenta el análisis de la sostenibilidad en el marco referencial del "Committee on agricultural Sustainability for Developing Countries" (1987), el que describe la sostenibilidad de un sistema agrícola como "su capacidad para satisfacer las necesidades humanas sin destruir y, si es posible, mejorar la base de recursos naturales de la cual depende". Agrega, que un sistema de producción rural sostenible es sólo uno de los elementos en el concepto global de sostenibilidad que incluye una serie de

condiciones económicas, sociales, ecológicas e institucionales que están fuera del sistema rural.

Según su postulante, para que un sistema agrícola sea sostenible, este debe cumplir con algunos requerimientos principales:

- a) Conservar el suelo, incluyendo control de erosión y mantenimiento de la fertilidad.
- b) Usar en forma eficiente y conservar los recursos existentes (agua, luz, energía, recursos genéticos, mano de obra).
- c) Optimizar las interacciones biológicas entre los diferentes elementos del sistema agrícola (mulching, asociación de plantas trepadoras y tutores, fijación de nitrógeno, control biológico de malezas y enfermedades).
- d) Utilizar insumos fácilmente disponibles y de insumos y prácticas que aseguren la salud humana y la conservación del medio ambiente.

En especial, para el caso de los pequeños productores quienes dependen tanto de los cultivos comerciales como de subsistencia, un sistema sostenible debe llenar requerimientos más estrictos, tales como:

- a) Satisfacer las necesidades energéticas de los productores (combustible, mano de obra, calor).
- b) Satisfacer las necesidades de subsistencia de los productores, de tal forma que asegure una dieta adecuada y balanceada.
- c) Fortalecer la cooperación entre los miembros de las comunidades locales.
- d) Asegurar la equidad social, la integridad cultural y que los temas de género y étnicos sean adecuadamente considerados.

Estos requerimientos pueden ayudar a las unidades campesinas a resistir periodos de dificultad causados por estrés climático o económico, mejorar las condiciones de vida en las áreas rurales entre las épocas de cosecha, tomar en cuenta los intereses sociales diversos y asegurar la sobrevivencia de sistemas rurales tradicionales.

Finalmente, estos lineamientos se refieren a la existencia de algunos parámetros externos que contribuyen directamente a la sostenibilidad de sistemas de producción rurales. Algunos de estos son:

- a) La calidad de infraestructura disponible (carreteras, riego, medios de transporte).
- b) Crédito, con condiciones de riesgo manejables en caso de fracaso de la producción.
- c) Acceso a un mínimo de servicios sociales (escuela, salud, planificación familiar).
- d) Acceso directo o indirecto a mercados nacionales e internacionales, con precios favorables en relación a los costos de producción agrícolas.

4.4 Los solares y la conservación de la biodiversidad y de los suelos

Toledo (1994), manifiesta que el término biodiversidad surgido recientemente ligado a las organizaciones dedicadas a la conservación biológica, implica la medición de la riqueza biótica en un espacio y tiempo determinados integrando enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía. El mismo autor citando a Pielou (1991), señala que este concepto abarca diferentes tipos de diversidad: genética, específica, estructural, ambiental y ecosistémica.

El significado amplio y la dimensión cualitativamente nueva de este concepto conllevan un componente geopolítico importante, del que deriva el término megadiversidad biológica, utilizado como uno de los elementos en la negociación en la Cumbre de Río, el mismo que deja muy lejos el concepto de diversidad de especies empleado por los investigadores ecológicos y postulado hace casi cuatro décadas como un rasgo estructural ecosistémico (Toledo, 1994).

Respecto a la conservación de los suelos, en la zona tropical de Nigeria, 5 de las 69 especies encontradas en los huertos caseros fueron reportadas como mejoradoras de suelos (Okafor y Fernandes, 1987). Similar a ésta, existen muchas referencias sobre la importancia de estos sistemas en la conservación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos en los huertos caseros, pero sólo son observaciones cualitativas (Torquebiau, 1992; Alvarez-Buylla *et al.*, 1989).

4.4 Los sistemas agroforestales y el secuestro de carbono

A pesar de que los bosques son un componente importante del ciclo global del C a través de la regulación de los flujos y reservas de C, probablemente están contribuyendo poco actualmente al calentamiento global. No obstante, puede que esto no continúe en el futuro, cuando los bosques templados y boreales alcancen su madurez y se conviertan en un sumidero menor de C y si las tasas de deforestación y degradación continúan acelerándose. Estudios recientes estiman que a través de la ejecución de sistemas de ordenación forestal (forestación y agroforestería) que son compatibles con objetivos forestales tradicionales como producción de madera industrial y de leña, usos tradicionales, protección de recursos naturales, recreación, rehabilitación de tierras deterioradas entre otros, existe un potencial para captar cantidades importantes de C durante los próximos 50 años aproximadamente, en una cuantía equivalente del 11 al 15% del total de emisiones combustibles durante el mismo periodo, mitigando con ello el cambio climático (Brown, 1997). Los escenarios desarrollados por Masera (1994) sugieren que México puede reducir en forma significativa sus emisiones netas de carbono a la atmósfera por medio del manejo de bosques tropicales y templados y la reforestación de áreas degradadas.

En el mundo puede disponerse de 700 Mha (1Mha = un millón de ha) de tierras para programas de conservación y captación de C. En estas tierras se podría conservar y captar de 60 a 87 Pg C (1 Pg = mil millones de toneladas métricas) para el año 2050. La forestación y la agrosilvicultura representan el 50% del total (38 Pg C), acumulándose alrededor del 20% de esta cifra en el suelo, humus y biomasa subterránea (Nilsson y Schopfhauser, 1995).

La zona tropical tiene potencial para conservar y captar, con gran diferencia, la mayor cantidad de C (80%), seguida por la zona templada (17%), y la zona boreal (3%). Más de la mitad de la cantidad tropical procedería de la regeneración natural y asistida, seguida por la protección forestal y la disminución de la deforestación. La forestación y la agrosilvicultura contribuirían con menos de la mitad de la cantidad tropical (16.4 y 6.3 Pg C, respectivamente), pero sin ellas la regeneración y la disminución de la deforestación serían poco probables (Trexler y Haugen, 1995)

Los sistemas agroforestales pueden ser fuentes o bancos de gases invernadero (Schroeder, 1993) dependiendo de las partes del componente (árboles, cultivo, rumiantes) y la forma en que estos son establecidos. Las prácticas que promueven la emisión de gases invernadero incluyen cultivo migratorio, mantenimiento de pasturas, arrozales, fertilización con nitrógeno y producción de rumiantes. El dióxido de carbono es liberado de la vegetación y los suelos después de la labranza y la cosecha y cuando se quema residuos. La producción de rumiantes y los arrozales en sistemas agroforestales producen globalmente cantidades significativas de metano.

El manejo de suelos puede rápidamente alterar las reservas y flujos de carbono bajo el suelo en algunas condiciones. La conversión de pastos o bosques para agricultura intensiva generalmente resulta en un decremento de carbono en el suelo porque incrementa las tasas de descomposición y respiración (Jain *et al.* 1984 y Lal, 1984 citados en Dixon *et al.*, 1994). A la inversa la labranza de conservación o el establecimiento de sistemas agroforestales pueden incrementar el carbono del suelo (Cole *et al.*, 1993).

Dixon (1995) manifiesta que la selección de las prácticas de establecimiento y manejo agroforestales influye en el flujo espacial y temporal (emisiones y secuestro) de las reservas de carbono y nitrógeno, en el suelo y la vegetación. Los sistemas agroforestales pueden ser manejados de tres formas para ayudar a estabilizar las emisiones de gas invernadero:

1. Pueden secuestrar dióxido de carbono en plantas y almacenar carbono y nitrógeno a largo plazo en vegetación perenne y suelos.
2. Estos sistemas producen alimentos, combustible y fibra que ayudan a reducir la deforestación y degradación de los suelos.
3. Esta producción sostenible de biocombustibles puede neutralizar la quema de combustibles fósiles.

El mismo autor reporta que una evaluación global de sistemas agroforestales en más de 50 naciones reveló varias formas prácticas de reducir las emisiones de gas invernadero y

conservar o secuestrar carbono en sistemas terrestres: la labranza reducida, la incorporación de residuos de cultivos, la aplicación de abono verde y sedimentos en el campo y rotaciones utilizando cultivos de cobertura o cultivos de leguminosas retienen el carbono en los suelos por décadas e incluso por siglos. En general, estas prácticas promueven suelos más frescos (mulch, sombra), más húmedos (mantenimiento de humedales o irrigación) y más fértiles (incremento de nutrientes, plantas fijadoras de nitrógeno) y suelos con aireación balanceada (labranza limitada).

Los valores de almacenamiento potencial de carbono estandarizados a una rotación de 50 años (incluyendo almacenamiento de C bajo el suelo) para sistemas agroforestales en ecoregiones y naciones seleccionadas en el estudio referido por Dixon (1995) oscilaron entre 12 y 228 ton C/ha. El potencial para la acumulación de la biomasa es mayor en el trópico húmedo.

Los bosques y las parcelas forestales que son manejados sosteniblemente tienen potencial económico y de secuestro de carbono, así lo evidencian los resultados de una investigación llevada a cabo en Chiapas, México, la cual estimó en un rango de 46.7 a 236.7 ton/ha las cantidades de carbono secuestrado en sistemas de café, barbecho, pastos y maíz en los que se plantaron árboles (De Jong *et al.*, 1996).

En años recientes se han iniciado programas nacionales o regionales de manejo de vegetación y suelos en Australia, Brasil, India, Estados Unidos y otras naciones para conservar carbono en la biósfera terrestre (Dixon *et al.*, 1994). Los programas exitosos tienen una característica común: consideración de necesidades locales por bienes y servicios acordes con objetivos nacionales o globales para reducir la acumulación de gases invernadero en la atmósfera. Faeth *et al.* (1994), reportan evaluaciones de proyectos con igual objetivo en Guatemala, México, Panamá, Tailandia, Nepal y varios países del oeste de la Amazonía.

Los autores antes mencionados hacen referencia a dos estudios de caso de proyectos, en los que la empresa AES Corporation espera durante los próximos 30 años neutralizar emisiones de dióxido de carbono de su planta de carbón en Guatemala y conservar un

bosque tropical en Paraguay secuestrando aproximadamente 13.1 millones de toneladas de carbono a través del establecimiento de programas agroforestales y forestales.

Estos proyectos y otros similares se inscriben dentro de la Convención Marco sobre Cambio Climático y son ejecutados por medio de acuerdos de Instrumentación Conjunta (IC) entre los países del Norte y países en vías de desarrollo (Saénz, 1996, ECOSUR, s/f; Alatorre, 1994) que combinan objetivos forestales, agroforestales y de turismo ecológico.

En este ámbito, en Chiapas, México, con esta misma estrategia se desarrolla un proyecto piloto de secuestro de carbono con la participación comunitaria, por medio de la venta de éste como un servicio ecológico a la Fédération Internationale de l'Automobile con un costo promedio de secuestro de \$ 10 US por tonelada de carbono. Este proyecto es parte del programa oficial del Gobierno Mexicano de IC para reducir el cambio climático (ECOSUR, s/f).

4.5. Los solares y la seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria es el acceso por toda la población durante todo tiempo a los alimentos necesarios para una vida sana (von Braun y otros, 1992 citado por Pinstrup y Pandya, 1995). Al respecto, determinantes esenciales son: la disponibilidad, el acceso, la estabilidad y la calidad de los alimentos (Srinivas, 1992).

La situación actual con respecto a la seguridad alimentaria es desalentadora, las perspectivas para el sector de la población cuya situación alimentaria es insegura - en algunos países supera la mitad de la población total - son sombrías (Srinivas, 1992).

La política de seguridad alimentaria que tiene como finalidad alcanzar la autosuficiencia alimentaria, pero que desatiende aspectos tales como la distribución, acceso a los alimentos y la calidad no ofrece garantía suficiente de seguridad alimentaria para todos los grupos de la población. Los problemas de pobreza y distribución a menudo impiden a grandes sectores de la población el acceso a los alimentos. Por lo tanto, la seguridad

alimentaria es un elemento importante de una política para lograr el desarrollo sostenible y mitigar la pobreza (Srinivas, 1992).

El concepto de seguridad alimentaria opera a todos los niveles: individual, familiar, regional, nacional y global. La disponibilidad doméstica de alimentos requiere que los alimentos se encuentren disponibles en el mercado local o regional, lo cual está determinado por operaciones comerciales, infraestructura y flujos de información (IFPRI, 1995).

A nivel de grupo primario la autosuficiencia alimentaria se refiere a la producción de alimentos para la familia, poder adquisitivo y calidad de alimentos (Srinivas, 1992).

La producción de alimentos es la principal función de muchos solares o huertos caseros, la mayoría de los cuales pertenecen a sistemas de producción de subsistencia. En general, muchos componentes leñosos producen frutos u otro tipo de alimento, de los cuales también se puede obtener leña y postes. Los diferentes productos alimenticios proveen una substancial proporción de los requerimientos nutritivos y caloríficos de la dieta local. Además, la diversidad de especies y la variación de los ciclos de producción de los diferentes componentes aseguran una producción continua a través de todo el año por unidad de huerto casero (Fernandes y Nair, 1986).

Los huertos del tercer mundo, en efecto producen comestibles y no una “nutrición” clínicamente equilibrada. Tanto en los huertos templados como en los tropicales, la mayor parte del espacio disponible se dedica a la producción de alimentos de mayor consumo y no como se suele dar por supuesto al formular muchos programas, a producir verduras, hierbas y especias. En los huertos tropicales hay en primer lugar, raíces, tubérculos, maíz y bananos. También se suelen plantar entre los cultivos de mayor consumo algunas especies frutales y leguminosas. Esta descripción, define que la producción de los huertos domésticos persigue siempre la finalidad de satisfacer las necesidades familiares de comestibles durante todo el año (Niñez, 1987 citado por Buendía y Morán, 1996).

Esta combinación de alimentos con varios productos del huerto puede tener un gran efecto en el valor nutricional de la dieta. En teoría, los huertos caseros o solares facilitan el consumo continuo de pequeñas cantidades de una variedad de nutrientes, los cuales complementan el resto de la dieta. Por ejemplo, los patrones de aminoácidos esenciales en la proteína de vegetales complementan aquellos provenientes de muchos granos, semillas y nueces. Además el consumo de alimentos frescos producidos en el huerto, después de la cosecha evita las pérdidas postcosecha de nutrientes que ocurren debido al almacenamiento, manejo y procesamiento (Grivetti, 1978 y Longhurst, 1983 en Cleveland y Soleri, 1991).

Dewey (1981) encontró en Tabasco que las frutas y las hortalizas no fueron consumidos a menos que se cultivaran en el huerto familiar, porque de lo contrario resultaban caros para ser comprados.

Los resultados de un estudio llevado a cabo en Yucatán, México por Stuart (1990) ilustran sobre la importancia de los cultivos del solar y animales que se crían en él en la calidad y diversidad de la dieta, aunque no cubren las necesidades energéticas. Considerados en conjunto los productos de plantas y animales proveen 11% de energía, 10% de proteína, 47% de grasas, 55% de vitamina A, 73% de vitamina C, 18% de rivo flavina, 16% de niacina y entre 5 y 10% de calcio, fósforo, hierro y tiamina.

El huerto familiar javanés es un ejemplo excelente de la diversidad, la estructura compleja y la función de los huertos familiares tropicales, en los que desde hace siglos ellos están obteniendo rendimientos sostenidos de un modo económicamente eficiente, ecológicamente adecuado y biológicamente mantenido (FAO, 1991b). En la isla de Java, el 90% de toda la fruta y el 79% de todas las hortalizas se cultivan en huertos caseros; estos proporcionan el 15% del ingreso nacional, tanto como el arroz (Dhahiyat *et al.*, 1975, citado por Samson, 1986).

Anderson (1993b) indica que en el sureste de Asia, los solares proveen 33% de calorías y hasta 90% de vitamina A y C.

En Puerto Rico, los propietarios de los huertos tuvieron más posibilidades de tener dietas adecuadas en vitaminas A y C, y los preescolares en vitaminas A, C y riovoflavina, calcio, energía y proteína, cuando sus hogares produjeron en los huertos caseros frutas y vegetales para el consumo (Immink *et al.*, 1981).

Soemarwoto *et al.* (1985), refiriéndose a la contribución de los huertos caseros en la nutrición, manifiestan que en términos de valor calorífico y proteínico es sobresaliente, mejorando así la calidad general de la dieta.

Las citas anteriores evidencian la importancia de estos sistemas agroforestales para la subsistencia familiar, por lo que varios investigadores opinan que el desarrollo de los huertos caseros es una estrategia viable para garantizar la seguridad alimentaria de campesinos con recursos limitados (Niñez, 1985; Fernandes y Nair, 1986; Thaman, 1990; Srinivas, 1992).

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Descripción del área de estudio

5.1.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la Congregación La Palmilla del Ejido Tlapacoyan ubicada en la zona tropical de México, en el Municipio de Tlapacoyan, en la parte norte de la zona central del Estado de Veracruz. Geográficamente se localiza en los 20° 01' 06" de latitud Norte y en los 97° 08' 30" de longitud Oeste (Figura 1) (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988; INEGI, 1993) y a una altitud de promedio 200 msnm.

La Palmilla se escogió tomando en cuenta los siguientes criterios:

Importancia de los huertos en la zona, interés de los propietarios para participar, características de los huertos tales como ubicación, acceso, alta biodiversidad y tenencia de la tierra (presencia de ejidatarios y vecinos).

Por otro lado, la comunidad se encuentra dentro de la zona de influencia del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, CADS de la Universidad Autónoma Chapingo, UACH, con lo cual se contó con apoyo técnico y logístico para el desarrollo de la investigación.

5.1.2 Geomorfología

El lugar donde se realizó el presente trabajo, forma parte de la Subprovincia de la Sierra de Chiconquiaco perteneciente a la Provincia del Eje Volcánico que está constituida principalmente por rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica que se depositaron durante el Cenozoico Superior en forma de derrames, tobas, brechas y cenizas volcánicas. Las rocas basálticas son las que cubren la mayor extensión de esta porción; su morfología es de conos volcánicos, mesetas y montículos de pendiente variable, en la zona costera presenta variedad de topoformas, la disposición de sierras y lomeríos determina un diseño de drenaje radial (INEGI, 1988).

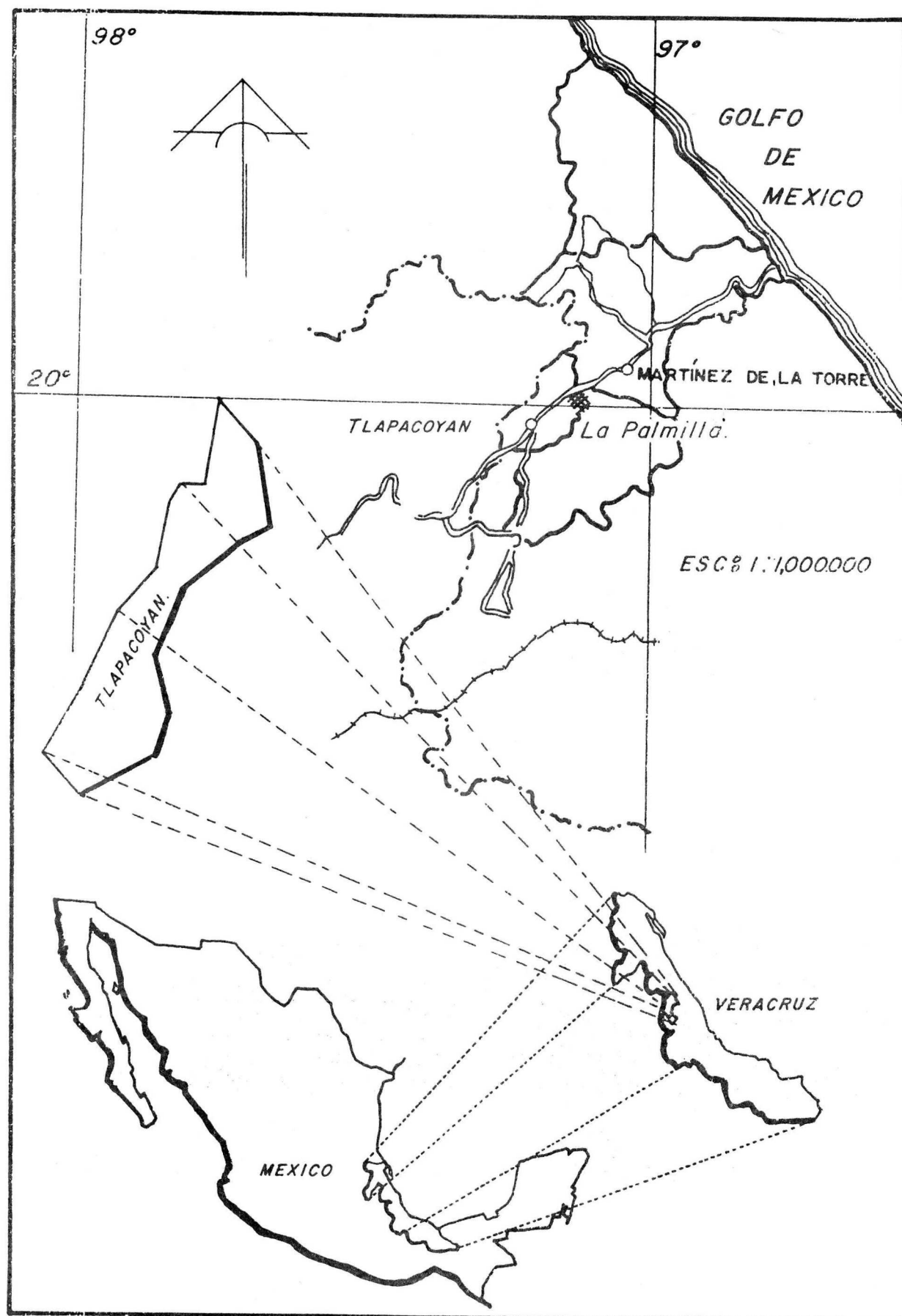


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

5.1.3 Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1981) el clima identificado para esta zona es del tipo cálido húmedo abundantemente lluvioso en verano Af(m). La temperatura del mes mas frío es superior a 18°C y la media anual mayor de 22°C, la precipitación anual varía de 1300 a 3000 mm. Los meses más fríos corresponden a diciembre y enero y los más calurosos a mayo y junio; la precipitación invernal respecto a la total anual es menor de 18%, presencia de canícula, y oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa. En algunas ocasiones se registran heladas en diciembre y enero y ciclones y nortes en el periodo de julio a diciembre.

Torres (1996) reporta para el área de estudio una precipitación media anual de 1573.6 mm, distribuidos entre nueve y diez meses; con temperatura media anual de 23.9° C con registros extremos de 2 y 42° C y un rango promedio de 28.8 a 28.1°C.

5.1.4 Suelos

La unidad de suelos correspondiente al lugar de estudio es: Je + Hh/1, nomenclatura que indica la dominancia del tipo Fluvisol eútrico con un suelo secundario Foezem háplico, con textura gruesa en los 30 cm superficiales (INEGI, 1984).

El análisis físico presenta principalmente suelos franco arenosos y franco arcillosos en los solares estudiados. La mayoría de los suelos tienen acidez moderada o alcalinidad ligera siendo el pH promedio de 6.3. El contenido de materia orgánica muestra un valor medio (2.49%).

5.1.5 Hidrología

Por su ubicación de barlovento respecto de la Sierra Madre Oriental y del Eje Volcánico, la región se encuentra expuesta a frecuentes lluvias y neblinas que originan numerosas corrientes superficiales y manantiales tributarios del río Nautla (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988).

5.1.6 Vegetación

La vegetación dominante de la región es definida como Selva Alta Subperennifolia, que se caracteriza por alcanzar más de 25 m de altura (Gómez-Pompa, 1978). Según Miranda y Hernández (1963) alrededor del 25 o 50% de los árboles que forman esta vegetación pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca y en ella predomina *Brossimum alicastrum*, árbol perennifolio que se asocia con frecuencia a árboles subcaducifolios o caducifolios como chicozapote (*Achras zapota*), tempisque (*Sideroxylon tempisque*), capiri (*S. capiri*), *Mirandaceltis monoica* y *Carpodiptera floribunda*. De esta formación natural quedan algunos relictos, pues en su mayor parte ha sido convertida a la agricultura.

En la vegetación cultivada en la zona, destacan por su importancia: naranja: (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limón mexicano (*C. aurantifolia* Swingle), limón persa (*C. latifolia* Tan.), mandarina (*C. reticulata* Blanco), pomelo (*C. grandis* Osbeck), café (*Coffea arabica* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988). En la actualidad, estos cultivos se se continúan practicando y, además se incluyen plátano (*Musa sp.*) y pimienta (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) (SAGAR, 1995).

5.1.7 Uso actual del suelo

En el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, la agricultura constituye el principal uso del suelo con una superficie de 9,896 ha que representa el 69.5% de la superficie total. Entre los cultivos agrícolas destacan los cítricos que incluyen naranja, limón, mandarina y toronja, con una superficie establecida de 6,477 ha, que equivale al 45.5% del total del municipio, con una producción de 78,161.80 toneladas. Por el volumen de producción, y además, por las fuentes de ocupación que genera en los procesos de producción y post-producción, los cítricos son la principal actividad económica de la región. El café es el segundo cultivo con una superficie de 2,260 ha, que representan el 15.9% respecto al total del municipio, con un volumen de producción de 18,080 toneladas; otros cultivos importantes son: el plátano, con 820 ha, que representan 5.7%, con un volumen de producción de 25,100 toneladas y la pimienta, con 64 ha y un volumen de producción de 652.8 toneladas (SAGAR, 1995). Respecto a la ganadería, esta actividad se realiza en

3,605.44 ha principalmente cubiertas por pastizales inducidos; esta superficie significa el 25.3% del total del municipio.

El mismo documento indica que la ganadería bovina con orientación al doble propósito, con un inventario de 8,750 cabezas es el principal rubro de explotación. En cuanto a producción de leche y carne, se estima una producción de 587.82 y 612.00 toneladas, que equivalen a 0.8% y 0.9% del total del distrito, respectivamente. El sistema de pastoreo predominante es el de tipo extensivo. En menor proporción se explotan especies menores: porcinos, ovinos y aves. La actividad apícola es importante en este municipio.

En la comunidad en estudio, el uso de la tierra presenta dos espacios claramente definidos: la parcela y el solar. La superficie de la parcela es de 3 a 9 ha. Los destinos productivos del suelo en la parcela presentan diferentes variaciones. Destacan los cítricos en combinaciones de especies y variedades como naranja, tangerina, mandarina, limón y pomelo; otro sistema relevante es café-cítricos-chalahuite (*Inga spuria*). Se asignan pequeños espacios para el cultivo de granos básicos para el autoconsumo y hortalizas como erizo o chayote (*Sechium edule*), chile (*Capsicum* spp.) y calabazas (*Cucurbita* spp.). Las hortalizas también se cultivan entre los cítricos en arreglos temporales.

5.1.8 Tenencia de la tierra

En el municipio de Tlapacoyan, se tienen dos tipos de propiedad; la Ejidal, con 43.8% y la Pequeña propiedad con 43.8%

5.2 Procedimiento general

Se tomó como base al trabajo de tipo exploratorio desarrollado en septiembre de 1997 durante el curso de Diseño de Tecnologías Agroforestales contenido en el informe: "Potencialidades de los frutales en el mejoramiento de los solares de Tlapacoyan, Ver." (Comunicación personal¹), cuyos resultados constituyen una primera aproximación sobre la temática a investigarse respecto a la tecnología y al inventario parcial de plantas.

¹ Arévalo y López, 1997

Esta información y visitas complementarias sirvieron para seleccionar por muestreo al azar, 10 propietarios con solares representativos de la comunidad categorizados en campesinos sin tierra (cuatro con área promedio de solar de 1363 m²) y ejidatarios (seis con área promedio de solar de 2292 m²). Con este propósito, con el apoyo del Comisariado Ejidal y de informantes claves se elaboró una lista de propietarios que practicaban sistemas agroforestales de huertos caseros en sus solares. Por la naturaleza multidisciplinaria de la investigación se combinaron los enfoques agroecológico y socioeconómico que hicieran factible el análisis integral.

En el enfoque socioeconómico se utilizaron instrumentos metodológicos del Sondeo Rural Rápido Participativo (Mc Cracken, 1991), como análisis de información secundaria, uso de informantes claves, reuniones, estudios de caso, entrevistas abiertas con guía semi-estructurada y observaciones sistemáticas.

El formulario de entrevistas se diseñó con el propósito de recopilar información relativa a la estructura temporal, función, manejo, producción, destino de la producción, procesamiento, seguridad alimentaria y datos socioeconómicos, relativos a composición familiar, infraestructura, capacitación, organización comunitaria. Además, incluyó la realización de un croquis del solar. Las entrevistas se realizaron con la participación de los miembros disponibles de cada familia de la muestra, incluso, niños y jóvenes, durante visitas periódicas. La información obtenida por esta técnica se contrastó con la observación directa y entrevistas a informantes claves.

El enfoque agroecológico se sustentó en colectas botánicas, identificación de especies y uso de diversas técnicas de muestreo de acuerdo a las variables a cuantificarse.

Este estudio se llevó a cabo de Marzo a Octubre de 1998.

5.2.1 Selección de descriptores y sus indicadores

Se seleccionaron descriptores, se formularon hipótesis referentes al efecto de los huertos caseros en esos descriptores y se identificaron indicadores de sostenibilidad para comprobar las hipótesis. Los indicadores se agruparon en: base de recursos, manejo del sistema agroforestal, eficiencia del sistema e impacto en el medio ambiente. Esta

formulación se basó en los criterios señalados por Torquebiau (1992); se realizó una selección de aquellos descriptores e indicadores más factibles de evaluarse en función de las condiciones y facilidades dadas por la comunidad y de la disponibilidad de tiempo y recursos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descriptores e indicadores de sostenibilidad para los huertos caseros en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Grupos de indicadores	Descriptor	Indicador
1. Base de recursos		
1.1 Recursos biológicos	1. Plantas y animales	Número de especies por huerto Número de especies por hectárea
1.2 Suelos	2. Materia orgánica	Contenido de materia orgánica y densidad aparente
	3. Humedad	Estado de humedad
2. Sistema agroforestal		
2.1 Manejo técnico	4. Insumos	Insumos internos y externos por hectárea
2.2 Manejo socioeconómico	5. Mano de obra	Mano de obra por mes y flexibilidad Mano de obra por hectárea/género Uso de prácticas y conocimiento tradicional
3. Desempeño técnico	6. Productos biofísicos	Volumen de biomasa total por hectárea
4. Desempeño socioeconómico	7. Productos alimenticios	Número de productos vegetales y animales Producción de autoconsumo
4. Impacto en el medio ambiente	8. Carbono en el sistema	Cantidad de carbono por hectárea
	9. Bosques	Cantidad de leña recolectada
	10. Fauna silvestre	Número de especies benéficas y no benéficas por hectárea

Los indicadores obtenidos fueron comparados con parámetros generales o se relacionaron con resultados procedentes de revisiones documentales.

5.3 Procedimientos específicos

5.3.1 La tecnología

La estructura del huerto casero se definió elaborando mapas y perfiles verticales que muestran el arreglo espacial de los componentes del sistema agroforestal y permiten inferir sobre tipos de interacción entre componentes (sombra, competencia) (Beer y Gliessman, 1984). Para cumplir este objetivo y para estimar el secuestro de carbono se seleccionaron seis huertos de la muestra del estudio general formada por 10 huertos.

Se identificaron por especie los árboles y arbustos presentes y se midieron sus coordenadas con respecto al extremo inferior izquierdo del huerto. En los casos de solares con cobertura arborea compleja se trabajó en subparcelas. A cada árbol y arbusto se le midió el diámetro normal (DN) a 1.3 m sobre el suelo y la altura total con la ayuda de un estadal y de un clinómetro. El diámetro de la copa se midió en dirección Norte-Sur y Este-Oeste; registrándose el promedio y se calculó el área de proyección de las copas asumiendo que las proyecciones se aproximan a un círculo. Con estos datos se elaboró un mapa de la parcela indicando la ubicación exacta de cada árbol o arbusto, su especie y área ocupada por la proyección de sus copas (Gliessman y Somarriba, 1984). El inventario de las especies herbáceas se realizó por medio de las colectas botánicas. Para construir un perfil vertical de la parcela, se tomó una franja de 5 m a cada lado del eje longitudinal del huerto y se dibujó sobre una línea horizontal a escala las alturas promedio de los individuos presentes. La toma de datos agroforestales se llevó a cabo en el mes de julio de 1998 y las colectas botánicas en septiembre del mismo año.

La estructura temporal y aspectos de manejo y producción se caracterizan a partir de la información generada en las entrevistas con los productores y por la observación directa. Se realizó un estudio de caso para la estimación del consumo de alimento de las aves y el aporte de estiércol de las mismas.

5.3.2 Conservación de la biodiversidad y de los suelos

5.3.2.1 Conservación de la biodiversidad

Existen propuestas sofisticadas para medir la diversidad de especies como los índices de Shanon-Weaver o Simpson, los espectros de diversidad que expresan la relación del parámetro con el tamaño de la muestra, el vector de diversidad que busca un índice de biodiversidad totalizador que incluya todos los grupos de organismos presentes en un espacio dado (Brown, 1988; Margalef, 1968; y Pielou, 1991 citados por Toledo, 1994). El mismo autor indica que, sin embargo, la fórmula más utilizada sigue siendo el simple cálculo de la riqueza (número de especies) por unidad de superficie.

En esta investigación para la medición de la biodiversidad se utilizó esta variable y además, el número de especies por huerto, en base de la colecta de material botánico en el área muestreada y la identificación y cuantificación de familia, género y especies (nombre científico) y nombre vulgar. Los ejemplares colectados se cotejaron en los herbario de la Dirección de Ciencias Forestales de la UACH y del Colegio de Posgraduados, y se depositaron en el Herbario de la Preparatoria Agrícola de la UACH.

5.3.2.2 Conservación de los suelos

En los suelos se realizaron las siguientes determinaciones: contenido de materia orgánica, capacidad de campo, índice de marchitez permanente y densidad aparente. Para cada solar se tomaron dos muestras de suelo compuestas de 5 y 3 submuestras en el huerto propiamente dicho y en el patio/jardín, respectivamente. La toma de muestras se realizó en los primeros 30 cm superficiales usando una pala recta. El análisis de suelos fue realizado por el Laboratorio de Suelos en la UACH.

5.3.3 Secuestro de carbono

5.3.3.1 Medición de la biomasa

Para estimar la biomasa aérea del estrato arbóreo y arbustivo se utilizaron el diámetro normal y la altura de los árboles y se estimó el volumen leñoso total. La literatura referente a la estimación del contenido de carbón de la vegetación comúnmente reporta

resultados en unidades de materia seca por unidad de área, por lo que las mediciones de biomasa se convirtieron a materia seca. Para la estimación de volumen y peso seco se conformaron grupos de especies a los que se aplicaron ecuaciones conocidas (Anexo 1). Las estimaciones de volumen de fuste se convirtieron a biomasa total aplicando un factor de 1.4, el mismo que representa el valor promedio de la relación utilizada para estimaciones en bosque húmedo tropical (Brown y Lugo, 1984). Se utilizó el peso específico de cada especie o una relación del 50% de la base húmeda (Trabalka, 1995; Brown, 1987) para transformar volumen a peso seco o viceversa.

5.3.3.2 Estimación de la cantidad de carbono secuestrado

La cantidad de carbono secuestrado se estimó en la biomasa aérea arbórea y arbustiva y en el suelo. El contenido de carbono se estimó en 50% de la biomasa seca. Estimaciones globales del contenido de carbono de bosques usan tanto 45% (Wittaker y Likens, 1973; Ajtay *et al.*, 1979) y 50% (Brown y Lugo, 1984) para convertir materia seca a carbón.

La cantidad de carbono en el suelo se estimó multiplicando la densidad aparente por el contenido de materia orgánica del suelo por el contenido de carbono en la materia orgánica y por la profundidad de la capa arable (Faeth *et al.*, 1994).

La estimación de carbono secuestrado no cuenta la biomasa herbácea, la biomasa muerta, el mantillo y las raíces.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 El huerto casero: estructura y funciones

6.1.1 Historia

En el periodo 1975-1980 la antigua hacienda La Palmilla fue colonizada por población procedente principalmente de los estados de Veracruz y Puebla, quienes conformaron la Congregación La Palmilla del Ejido Tlapacoyan. Al mismo tiempo que iniciaron la explotación agrícola en las parcelas, en los solares ubicados en la zona urbana fueron progresivamente estableciendo diferentes especies vegetales tanto con el objetivo de mejorar el entorno de sus viviendas (sombra y viento), así como para obtener diferentes productos para el consumo familiar siendo una respuesta a la provisión inoportuna de alimentos en la reciente comunidad.

Sobre un chaparral iniciaron la formación de los huertos caseros reconocidos por sus propietarios, más bien como solares. Los primeros 4 o 5 años estas tierras fueron cultivadas con maíz mientras se iban estableciendo los cítricos, principalmente naranja Valencia (*Citrus sinensis*) y limón (*Citrus limon*), y café (*Coffea arabica*). Sandía (*Citrullus lanatus*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita* sp.), también se sembraron en arreglo temporal con estos cultivos. Poco a poco estos sistemas fueron enriquecidos con especies de diversos frutales, ornamentales de acuerdo a sus preferencias personales. Otros árboles como el tamarindo (*Tamarindus indica*) y chalahuite (*Inga spuria*) se plantaron con el objetivo de dar sombra al café (*Coffea arabica*). Chacá (*Bursera simaruba*) y cocuite (*Gliricidia sepium*) seleccionadas para demarcar sus propiedades también fueron plantadas en el inicio. Varias de las especies nuevas procedieron de sus lugares de origen o de Misantla, sitio al que los ejidatarios iban a trabajar con el fin de complementar sus ingresos. De esta forma, fueron creando un reservorio de plantas expresado en el paisaje que actualmente se aprecia, el mismo

que se mantiene vigente como un sistema de manejo fundamental en la estrategia de reproducción campesina.

6.1.2 Tamaño

Los solares en La Palmilla varían de 1250 a 2500 m², con un promedio de 2292 m² para los ejidatarios y de 1363 m² para los avencidados. El promedio general es de 1920 m² (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de los solares estudiados por tipo de propietario en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Tipo de propietario	Nº solar	Tamaño (m ²)
Ejidatario	1	2500
	2	2500
	3	2500
	4	2500
	5	2500
	10	1250
Promedio	n (6)	2292
Sin parcela	6	1700
	7	1250
	8	1250
	9	1250
Promedio	n (4)	1363
Promedio general	n (10)	1920

6.1.3 Componentes del huerto

La estructura determinada por el número, tipo y arreglo de componentes otorga singularidad a cada uno de los solares de La Palmilla, no obstante, comparten ciertas características que les proporcionan similitud. A estas nos referiremos a continuación:

Componente Humano: El padre, la madre y 3 a 6 hijos conforman el núcleo familiar típico que se aloja en un solar. En la mitad de los solares conviven varias familias ligadas por el parentesco como son los hijos y sus cónyuges.

Componentes arquitectónicos: Tradicionalmente el solar se concibe como un ámbito de descanso familiar, de trabajo y recreo. La casa está formada por 2 o 3 habitaciones ubicadas en la parte frontal. El pozo para el suministro de agua, una estructura de madera rústica para almacenamiento de leña y granos, la letrina para la evacuación y el lavadero para el aseo personal y de la ropa se encuentran detrás de la casa separados o no por un pequeño patio. Esta zona es utilizada para actividades sociales, almacenamiento de cítricos y secado del café. El 10% de los propietarios mantienen corrales rústicos para cerdos o aves y un porcentaje similar posee instalaciones más permanentes. El sembradero construido en madera sirve para la siembra de hortalizas y reproducción de plantas ornamentales, frutales, cítricos y café (Figura 2).

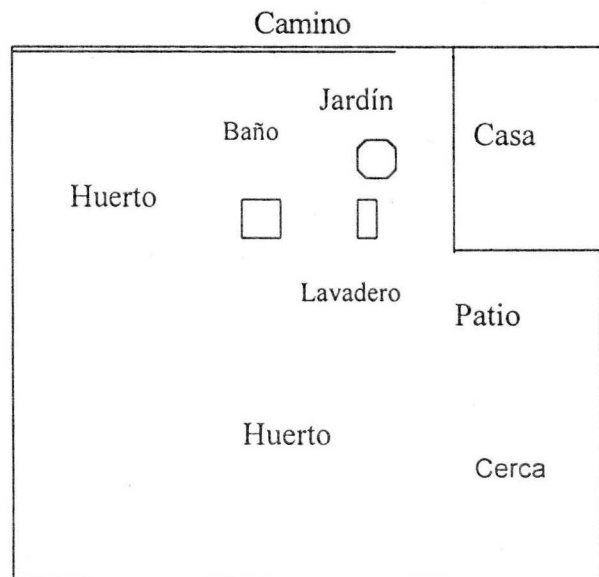


Figura 2. Representación esquemática de un solar. La Pamilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Componentes florísticos: Los recursos vegetales de los solares estudiados son especies de uso múltiple, encontrándose varias categorías de uso o apropiación: comestible, condimento, ornamental, leña, sombra, construcción, medicinal, cerca, lindero, abonos, forraje y madera. Además, brindan refugio a los animales del solar y a la fauna silvestre, especialmente aves. La diversidad de especies depende de la preferencia de la familia campesina. Una lista de las especies que incluye nombre común, nombre científico y familia se presenta en el Anexo 2.

Componentes faunísticos: Las especies animales crecen libremente en los solares y entre estas se cuentan gatos, perros, gallinas, patos, pavos, gansos y cerdos. Sobresalen como el recurso animal más abundante las aves de corral principalmente las gallinas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies animales presentes en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nombre común	Nombre científico	Nº de animales	Nº de solares
Gallinas	<i>Gallus gallus</i>	300	10
Pavos	<i>Meleagris gallopavo</i>	16	3
Patos	<i>Anas</i> sp.	20	2
Gansos	<i>Anser anser</i>	2	1
Cerdos		17	6

Las aves de corral, especialmente pavos y gansos, y los cerdos son mantenidos con el propósito de obtener ingresos en efectivo inmediatos, en tanto que las restantes aves se destinan tanto a satisfacer la demanda de la familia como a la venta.

6.1.4 Estructura horizontal

La distribución topológica de las especies se orienta por el conocimiento del productor y su familia sobre la variación del suelo, las condiciones microclimáticas (disponibilidad de humedad y luz), las necesidades, usos, y hábitos de las plantas, existiendo además, en menor grado un factor de azar. Las especies herbáceas ornamentales que destacan por su valor estético y porte bajo se ubican preferentemente en la parte frontal. En el patio/jardín se mantienen sombreadas en lugares elevados o protegidos de las aves, especies herbáceas ornamentales, medicinales y condimentos en recipientes y tarros, las mismas que se ubican cercanas a la casa tomando en cuenta las necesidades de manejo (riego, protección), y la frecuencia de uso (medicinales y condimentos). Entre estas tenemos: *Origanum vulgare*, *Allium* sp., *Mejorana hortensis*, *Porophyllum ruderale*, *Mentha piperita*, *Ruta chalapensis*, *Torenia fournieri*, *Saintpaulia* sp. Arbustos como *Hibiscus* spp., *Rosa* spp., *Croton* sp., *Bougainvillea glabra*, entre otros, contribuyen a delimitar este ámbito. El chayote y los chiles se ubican comúnmente en el huerto

propiamente dicho y también son protegidos para evitar el daño de los animales. Se asegura suficiente humedad y luz localizando el chayote cerca de las fuentes de agua y apoyándolo en árboles altos. Asimismo, las pequeñas plántulas que emergen espontáneamente en las zonas húmedas, se protegen en el mismo lugar hasta que alcanzan el tamaño apropiado para ser trasplantadas al sitio definitivo, en otros casos, se siembran deliberadamente semillas bajo los árboles más grandes, asegurando así su protección en las primeras etapas de crecimiento.

Los árboles frutales de diversas especies tales como *Mangifera indica*, *Pouteria zapota*, *Litchi sinensis*, *Annona* spp., árboles ornamentales o de sombra tales como *Tamarindus indica*, *Delonix regia*, *Terminalia cattapa*, se distribuyen por lo general detrás de la casa en el solar propiamente dicho, en forma aparentemente aleatoria, sin embargo, como se señala arriba cada individuo es ubicado o reubicado en el lugar más adecuado conforme a la experiencia y preferencias de la familia. Los cítricos intercalados con café y plátano, se plantan en espacios abiertos, mostrando una distribución más o menos regular en espaciamientos de 4x4 m o 5x5 m. A esta estructura se suman algunos individuos del género *Inga*. Las especies maderables se ubican alejadas de la casa por el peligro que conllevan durante las podas o tumba.

En las Figuras 3 a 8 del Anexo 3. se presenta la distribución del espacio horizontal y la ubicación de las especies arbóreas y arbustivas de los solares. Los diagramas horizontales permiten observar un dosel cerrado en la mayor parte del huerto dada la importancia que tiene para los propietarios la provisión de sombra y la protección del viento, pero esta distribución no ocupa en forma eficiente el espacio disponible, existen áreas descubiertas cuyo uso puede optimizarse e incrementar la productividad de los huertos.

6.1.5 Estructura vertical

La vegetación se distribuye en cuatro estratos verticales, los mismos que de una manera general permiten diferenciar sus componentes que se reflejan en las distintas formas biológicas, y optimizar el espacio y por consiguiente la radiación solar (Figura 9). Las

SIMBOLOGÍA



formas biológicas presentes en el huerto en orden de importancia de acuerdo a la información recopilada son: 57 árboles, 56 hierbas y 24 arbustos.

El estrato arbóreo predominante (6.5-17.0 m) está representado por *Inga* spp., *Terminalia cattapa*, *Delonix regia*, *Mangifera indica*, *Persea* spp., *Pimenta dioica*, *Pouteria zapota*, *Diphysa robinoidea*, *Cocus nucifera* y *Phoenix canariensis*, las copas de estos individuos están totalmente expuestas. El siguiente estrato (3.0-6.0 m) está formado principalmente por numerosos cítricos (*Citrus* spp.), con individuos maduros de especies frutales como *Annona* spp., *Psidium guajava*, *Spondias purpurea*, *Byrsonima crassifolia*, *Carica papaya*, *Musa* sp. y árboles en crecimiento del estrato superior como *Persea americana*, los individuos más productivos de las especies frutales están en este estrato y éste es el más productivo del solar en virtud de la alta densidad relativa de los cítricos. El espacio con cítricos generalmente está a plena luz, el resto de componentes reciben en forma parcial la luz, la cantidad depende de la continuidad y amplitud de las copas del estrato superior. Bajo la sombra de este estrato (2.0-3.0 m) se desarrolla el café como la especie más abundante compartiendo este espacio con árboles jóvenes de litchi, anona, zapote, almendro, aguacate y durazno (*Prunus persica*). El estrato más bajo (menor de 2.0 m) corresponde a las herbáceas tales como diferentes pastos, ornamentales, medicinales, condimentos. Entre las trepadoras se destacan el chayote y el estropajo (*Luffa cylindrica*) y entre las rastreras la calabaza.

A través del espacio vertical se observa una capa discontinua de individuos de la misma especie de diversas edades y que por lo tanto se ubican en diferentes estratos. La densidad de especies e individuos es mayor en los tres estratos más bajos que en el más alto. Los árboles frutales, el café y los árboles de sombra son las especies más representativas del solar, seguidas por especies ornamentales, especies no frutales usadas en las cercas y medicinales. En el estrato más alto se encuentran especies maderables representadas por escasos individuos en crecimiento, entre éstos se cuentan: *Casuarina equisetifolia*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*.

El perfil que se presenta en la Figura 9, muestra desuniformidad en la integración vertical de los componentes con espacios más estratificados que otros, es evidente que el espacio vertical también es subutilizado al igual que el espacio horizontal.

6.1.6 Tecnologías agroforestales

Al interior del solar se identificaron cercas vivas, linderos, árboles para sombra, árboles tutores y tecnologías silvopastoriles como las tecnologías más comunes.

Cercas vivas

Las cercas vivas se observan en la parte frontal del 60% de los solares, para este fin la especie preferida es el cocuite, la misma que se establece sola o en combinación, con postes de 1.5 a 2 m, manteniéndose a una distancia de 1.5 a 2 m (Cuadro 4). En las cercas densas se combinan varias especies de diferente altura tales como cocuite, chacá, hoja santa (*Piper auritum*), izote (*Yuca* sp.), tulipán y corbata (*Sansevieria* sp.), donde se requiere evitar la salida de los animales.

Además de cumplir una función estética, esta tecnología sirve para limitar el solar y de soporte vivo a plantas trepadoras como el estropajo.

Árboles en linderos

La plantación de árboles como linderos es una tecnología muy común en el 80% de los solares. El Cuadro 4 reporta 22 especies utilizadas, siendo las más frecuentes cocuite y almendro. Estos árboles se plantaron a distancias de 3, 5 o 6 m entre sí, distancias que aún conservan en algunos solares, en la mayoría se observan distancias de 7, 10 y 15 m, evidenciando la falta de reposición, situación común también a las cercas, las que adicionalmente, requieren podas oportunas. En ambas tecnologías los componentes frutales y ornamentales son importantes. Por otro lado, casi todos los maderables se ubican en los linderos.

Tecnología silvopastoril

Las aves de corral y los cerdos, son mantenidos con el objetivo principal de tener una fuente de ingresos inmediata, pero también se utilizan en la alimentación de la familia. En todos los solares existe al menos una de estas especies. El chayote, la calabaza, chiltepín (*Capsicum annuum*), frutas, otras herbáceas y restos vegetales de la cocina son aprovechados para la alimentación de estos animales. Mayor información sobre los componentes de este subsistema se encuentra en la sección 6.1.3 y 6.1.7.1.

Cuadro 4. Especies utilizadas en linderos y cercas vivas en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nombre local	Nombre científico	Linderos	Cercas vivas
Almendro	<i>Terminalia cattapa</i>	3	
Anona	<i>Annona muricata</i>	2	
Canelo	<i>Cinnamomun zeylanicum</i>	1	
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	2	
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	1	
Cocuile	<i>Gliricidia sepium</i>	6	5
Cojón	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	1	
Corbata	<i>Sansevieria</i> sp.		1
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	1	3
Chote	<i>Parmentiera aculeata</i>	1	1
Durazno	<i>Prunus persica</i>	1	
Floripondio	<i>Brugmansia candida</i>	1	
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	1	
Higuera	<i>Ficus</i> sp.	1	
Hoja santa	<i>Piper auritum</i>		2
Humo	<i>Pithecellobium dulce</i>	1	
Izote	<i>Yucca</i> sp.		1
Limonaria	<i>Murraya paniculata</i>	1	1
Majo	<i>Diphysa robinoides</i>	1	
Mango	<i>Mangifera indica</i>	1	
Olopío	<i>Couepia aff. polyandra</i>	1	
Palma	<i>Phoenix canariensis</i>	2	
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>		1
Sauce	<i>Salix babylonica</i>	1	
Tulipán	<i>Hibiscus</i> spp.	1	2
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i>	1	
Total de especies		22	9

Árboles para sombra

El 80% de los solares poseen café bajo sombra. Los árboles de sombra asociados al café son chalahuite y jinicuil, especies del género *Inga*, y en menor proporción cedro, pimienta, piocho (*Melia azedarach*). Los frutales más frecuentes son diferentes híbridos de plátanos y naranja Valencia; en menor cantidad se observan otras especies y variedades de cítricos y frutales, entre éstos: tamarindo, anona, guayaba y ciruelo. Este servicio también beneficia a la familia y a los animales domésticos al mejorar las condiciones del entorno.

La variedad de café cultivada es Caturra. La distribución de las plantas es generalmente en marco real de 3x3 m o en rectángulo 2.5x3 m. La plantación de cítricos tiene espaciamientos de 4x4 m o 5x5 m para la naranja Valencia. El plátano presenta una distribución irregular, en algunos casos muestra un patrón determinado con espaciamientos de 6x6 m distribuidos entre surcos de café en forma alterna. Información complementaria de este subsistema se presenta en la sección 6.1.4 Estructura horizontal y 6.1.5 Estructura vertical.

Árboles tutores

Individuos altos de cítricos, aguacate, cocuite, son usados comúnmente como soporte para chayote, calabaza melón, maracuyá y ornamentales. Esta tecnología además, provee sombra y estética al lugar.

6.1.7 Funciones

Para la mayor parte de los propietarios el solar representa un patrimonio familiar que asegura un lugar para vivir a sus hijos y aun a sus nietos, y un entorno agradable por las condiciones de microclima existentes por medio de la provisión de sombra y la disminución del impacto del viento (Cuadro 5).

Para las familias campesinas de recursos escasos tienen mayor importancia, ya que además de estas funciones reconocen en el solar un espacio productivo que contribuye a la seguridad alimentaria y por medio de la venta de excedentes complementan los ingresos provenientes del trabajo asalariado, especialmente de los

miembros masculinos de la familia. Esto se corrobora más adelante al tratar de la producción y de los usos de las plantas.

Cuadro 5. Importancia de los solares para los propietarios en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Importancia	Ejidatarios (%)	No ejidatarios (%)
Sombra y estética	20.0	—
Vivienda y sombra	30.0	—
Vivienda, sombra, alimentos e ingreso	10.0	40.0

Por otro lado, el solar es un espacio de experimentación y transferencia, donde se prueban plantas colectadas en otras zonas (litchi, capulín de mayo, anona, guanábana, olopío) y se comparte el conocimiento sobre el manejo de este sistema con los hijos y los vecinos. En algunos casos son utilizados como viveros para la producción de plantas de cultivos comerciales, cítricos, café y ornamentales, así como de lugar de almacenamiento y venta de plantas de café producidas en la parcela. Además, en algunos casos, proveen espacio para la industria de tortillas.

6.1.7.1 Procesos

Se aprovecha el reciclamiento continuo de nutrimentos que provienen de la hojarasca, residuos y podas de café, cítricos, residuos de plátano, plantas muertas, así como residuos orgánicos del hogar entre los que se incluyen la ceniza y el estiércol de los animales de traspatio, en tanto ellos se benefician de la sombra y alojamiento que les proporciona el solar. Además, las aves contribuyen al control de malezas (*escobilla*, *Sida rhombifolia*; zacate, *Axonopus compressus*), de insectos (medidor de la hoja del chayote, rosquilla, gallina ciega que ataca a las raíces de los cítricos) y a mantener la casa limpia de grillos, cucarachas, arañas e incluso pequeñas víboras. Estas ventajas, así como el

menor gasto en alimentos son rescatadas por sus propietarios como los principales argumentos para mantener la crianza a campo abierto ante la alternativa de incrementar especies en el estrato herbáceo.

Enriquecer el estrato de herbáceas parece no ser compatible con los objetivos del productor: crianza libre de animales y provisión de sombra, y con su experiencia en especies tolerantes a la sombra y al efecto animal. En este ámbito existen alternativas que merecen ser evaluadas como la integración de cultivos de cobertura y la producción animal (cerdos, aves, entre otros), práctica común de productores brasileños en sistemas sostenibles de agricultura de cobertura reportados por Sherwood (1997), quien sugiere el estudio del potencial de los granos de los abonos verdes y sus forrajes para este objetivo.

6.2 Dinámica y manejo

6.2.1 Estructura temporal

Aun cuando los propietarios afirman no sembrar cultivos temporales en el huerto, en un solar se observó siembras en pequeños espacios no sombreados con maíz/frijol, *Cajanus cajan* y *Vigna unguiculata*. Igualmente plantas de naranja cucha (*C. aurantium*) que servirán de patrón para injertos con especies comerciales que se destinarán a la venta, fueron trasplantadas del sembradero a una área de 500 m² bajo los naranjos, donde permanecerán por 1 año hasta ser injertadas.

6.2.2 Manejo

Durante el año se realizan diferentes actividades culturales para el mantenimiento del solar. Estas actividades se traslapan o suceden una tras de otra de acuerdo al ciclo de las especies, a las condiciones microclimáticas y a la disponibilidad de mano de obra familiar (Cuadro 6).

En términos generales, los propietarios manejan la cobertura del solar propiamente dicho y el jardín en forma diferente. Así, si bien en el primero se realiza el deshierbe, el suelo se mantiene cubierto con los residuos del deshierbe, de las podas y con la hojarasca, en tanto que el jardín se presenta completamente limpio dada la función social que cumple,

Cuadro 6. Actividades de manejo del solar en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Actividad	Mano de obra (horas)	Epoca	Frecuencia	Forma de aplicación	Insumos
Siembra-plantación/ Renovación	34	Jul. a Dic. Jul. a Sept.	Anual Quincenal	Uso de "sembradero"	Semillas de naranja cucha y hortalizas, esquejes de frutales, plantas
Podas	10	Jul., Dic. Abr., May., Ag. Feb., Mar.	Anual	Poda de ramas viejas	3 veladoras de cebo
Control fitosanitario		Jul.	Anual	Trampas (mosca de la fruta)	2 trampas con proteína hidrolizada
Fertilización química	5	Jul., Dic. Febrero Marzo	Anual	Alrededor de las matas de 0.50 a 1m del tronco	1Kg /mata de café o cítricos de Sulfato de amonio, urea o 20-10-10 (55 kg/huerto)
Aplicación de estiércol y residuos	84	Todo el año	Diaria Semanal	ncorporado alrededor de las hortalizas o cítricos	Estiércol de aves, residuos vegetales y ceniza
Control de malezas*	6	Jul., Nov. Feb., Jul.	Anual Anual	Químico Manual (Chapote)	140 ml de herbicida por bomba de 20 litros
Limpieza y quema	180	Todo el año	Diaria Quincenal 2 veces/semana		
Tumba de árboles, picado de leña	4	Cualquier época	Anual	Manual	
Mantenimiento de cercas	4	Mayo	Anual	Reposición	
Cosecha	112	Todo el año	Continua	Manual	
Procesamiento	18	Ab. a Dic.	Quincenal		Café cereza
Corte de forraje	7	En. a Jul.	2 veces/semana	Manual	
Cuidado de animales	144	Todo el año	Diaria		Maíz, tortilla, animales
Riego	12	Ab. a Jun.	Diaria 2 veces/semana	Manual	

*50% realiza control manual y el 40% control químico

como espacio para la distracción y para las celebraciones, asimismo en este es inusual el uso de herbicidas. Igualmente existen distinciones genéricas en estos espacios, se reconoce socialmente al jardín como un ámbito femenino y al huerto en sí, como un espacio masculino, aun cuando la participación femenina en el manejo del sistema global es predominante, como se confirma más adelante al tratar sobre el uso de la mano de obra.

A continuación se hace referencia a las principales labores practicadas en los huertos:

Renovación

El solar es un sistema de uso de la tierra dinámico que no se mantiene al margen de las influencias del mercado, hace tres años el 33 % de los productores eliminaron total o parcialmente el café debido a los precios bajos. En la actualidad existe la tendencia a renovar por cultivos más rentables como tangerina o limón, la naranja Valencia tardía, proceso que se realiza en dos solares estudiados desde hace dos años en forma paulatina y parcial. Sin embargo, en la comunidad en algunos casos, inclusive se eliminó casi totalmente la cobertura, lo cual ilustra los cambios drásticos que puede causar la intensificación de la comercialización en las estructuras tradicionales de los huertos. Es importante proponer estrategias de intervención para incrementar la producción comercial diversificada sin detrimento de los atributos ya descritos, de este sistema. Lo anterior es corroborado por diferentes autores. Michon y Mary (1990) observaron en Java y en Sumatra que la transformación comercial de los huertos llevó consigo cambios en la complejidad de la estructura, los mismos que se expresaron en una disminución de especies y de estratos verticales.

El material de propagación, en general, procede del mismo huerto o de los vecinos, sólo se compran semillas de jitomate.

Poda

El manejo de la sombra consiste en eliminar árboles viejos y "peligrosos". En el café, los cítricos y algunos frutales se realiza una poda anual que se limita a eliminar los ramajes grandes y más viejos. No se realizan podas de fructificación. El manejo de las podas de

los cítricos difiere en forma marcada de la práctica común en la parcela y que consiste en dejar a menos de 1 m la altura inferior de la copa, en tanto que el solar las ramas más bajas se dejan a una alturas mayores de 2 m a fin de facilitar la circulación y por seguridad. En el plátano se practica el deshoje y deshije. Parte de los productos de las podas se aprovechan cuando es posible para leña, el resto, hojas y ramas finas se dejan podrir en el suelo.

Las cercas vivas también se podan anualmente, sin embargo, como se mencionó anteriormente no son manejadas adecuadamente.

Control de malezas

Cuando es necesario se realiza un deshierbe o chapote o una aplicación anual de herbicida . Se consideran malezas aquellas que compiten con los cítricos como, zacate, escobilla. Cuando se realiza chapote se cuida de no eliminar plantas medicinales y cualquier otra herbácea útil como quintoniles y forrajeras consumidas por los animales. Las aves de corral, la sombra y la cobertura del suelo contribuyen a reducir el crecimiento de malezas ya que en las parcelas de cítricos esta práctica se realiza dos o tres veces al año.

Fertilización y aplicación de abono orgánico

La fertilidad del solar es usualmente mantenida con estiércol de las aves, la incorporación de hojarasca, residuos de podas y deshierbes y, residuos orgánicos de la cocina y de la casa, no obstante los fertilizantes químicos son usados en nueve de los 10 solares en estudio. La fertilización se realiza una vez al año con sulfato de amonio o urea en una dosis de 1 a 2 kg por árbol de café o cítricos, aplicados a 0.5 a 1.0 m alrededor del tronco, utilizándose en promedio 55 kg por solar. El abono orgánico producido durante la noche por las aves se aplica con frecuencia diaria en las hortalizas, chayote y nopales, y en los cítricos. A estas hortalizas también se les aplica las cenizas provenientes de la cocina. El abono orgánico del 10% de los solares es exportado a las parcelas para beneficiar a los cítricos.

Otras labores

La limpieza del solar y quema de basura así como el cuidado de los animales son actividades que se realizan todos los días. El riego individual es una labor crítica de frecuencia diaria, durante la época de secas en los meses de abril, mayo y junio. En el 70% de los solares se quema la basura, en el porcentaje restante se observa contaminación por estos desechos y en la mayoría presencia de aguas negras.

Problemas

Los propietarios señalan como un problema el borrado de la naranja tardía, este manchado que baja la calidad de la fruta y por tanto los precios, se debe al ataque de un ácaro identificado como *Phyllocoptruta oleivora*, los campesinos atribuyen este síntoma al uso de herbicida. Una plaga importante de los cítricos, mango, guayaba y otros frutos es la mosca de la fruta (*Anastrepha ludens*). Otro problema es la caída de los frutos de aguacate, anona y guanábana y la podredumbre de los frutos en la anona.

Mancha grasienta (*Micosphaerella citri*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*), gomosis (*Phytoththora parasitica*), roña (*Elsinoe fawceti*), son enfermedades reportadas en los huertos (Comunicación Personal²), esta proliferación de enfermedades es reportada por varios autores en la literatura como una desventaja de los solares (Torquebiau, 1992; Thaman, 1990).

El uso de trampas para combatir la mosca de la fruta, es el único control que se realiza en vista de la importancia económica de los cítricos en la zona, el mismo que es parte de las campañas fitosanitarias de la SAGAR y es ejecutado por la Junta Local de Sanidad Vegetal.

En el ámbito pecuario, la de mortalidad de las aves es alta (33-56%), las principales causas son la viruela y la fiebre, enfermedades que proliferan en condiciones climáticas extremas y son favorecidas por la insalubridad. El 50% de los propietarios les

² Ing. Fermín Salas, Centro de Apoyo al Desarrollo Rural, Martínez de la Torre, Veracruz.

suministran medicinas recomendadas por alguna casa comercial, los demás prefieren darles algún remedio casero como el de jugo de limón o consumirlas antes de que mueran.

La inseguridad por no disponer de una barda más permanente, la contaminación por aguas negras y la fluctuación de precios de la cítricos, en especial de la naranja son señalados por la mayoría de las familias como problemas relevantes.

Cosecha

La diversidad de plantas alimenticias de estos huertos permite que la familia realice una cosecha continua, especialmente de frutales durante todo el año, de acuerdo a su ciclo de producción. Guanábana, papaya y diferentes híbridos del género Musa, almendro, coco, aún cuando presentan estaciones de alta y baja producción. se cosechan durante todo el año. Asimismo, las especias, los quelites y el chiltepín producen todo el año. De abril a julio las familias se proveen de mango, durazno, nanche y chalahuite; en julio, agosto y septiembre se cosechan mamey, ciruelo y olopío El chayote y otras hortalizas solamente no producen durante el mes de mayo. Los cultivos comerciales como el café, el limón, la pimienta y otros cítricos complementan el ingreso en los diferentes periodos del año (Figura 10).

Procesamiento

En el solar, las mujeres realizan el procesamiento de café, mole, y tortillas para el consumo doméstico. En la preparación del mole se utilizan diversa semillas provenientes del huerto como almendro. También se preparan chiles en vinagre con el fin de conservarlos.

6.2.3 Uso de mano de obra

En general, la responsabilidad tácita del manejo de los huertos es de la mujer, ya sea porque los hombres se dedican a la parcela o al trabajo asalariado, asimismo, existen labores con predominancia masculina como las podas, el control de malezas, la fertilización y la tumba de

Figura 10. Estacionalidad de la producción de las principales especies en los solares en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

MESES(1997-1998)												
Especie/variedad	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Aguacate				—	—							
Almendro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anona		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Café		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calabaza		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ciruelo		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coco	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chalahuite				—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chayote	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chiltepín	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durazno			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Especias	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Guanábana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Guayaba					—	—	—	—	—	—	—	—
Lima de chichi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Limón	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mandarina			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mango		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nanche					—	—	—	—	—	—	—	—
Naranja Mónica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Naranja Reina										—	—	—
Naranja Valencia tardía	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Naranja Valencia temp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nopal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Olopío						—	—	—	—	—	—	—
Papaya	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pimienta					—	—	—	—	—	—	—	—
Plátano	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pomarrosa					—	—	—	—	—	—	—	—
Quelites	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tamarindo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tangerina								—	—	—	—	—
Zapote mamey					—	—	—	—	—	—	—	—

* incluyen la diversidad de plátanos citados en el Anexo 2.

árboles. Los padres asignan actividades a los hijos tanto jóvenes como niños de ambos sexos, en algunos casos también participan los nietos, ellos comparten el cuidado de los animales del huerto y, especialmente las labores de cosecha. Las labores de manejo del huerto se realizan en diferentes momentos utilizando la mano de obra marginal de la familia una vez que se cumplen con las actividades de la parcela, asalariadas, reproductivas y escolares. La mano de obra familiar demandada por un solar establecido de 1920 m² es de 589 horas equivalentes a 98 días por año, considerando seis horas como un día de trabajo para la mano de obra familiar. El aporte de la mano de obra femenina es significativo (92 días), siendo absorbida en mayor grado por las actividades de frecuencia diaria como limpieza, cuidado de animales, aplicación de residuos y cosecha. La cosecha del café realizada cada 20 días es la que utiliza la mayor cantidad de mano de obra (Cuadro 7).

Este sistema para la familia, no sólo es importante por la producción alimentos y los ingresos, sino que además es una fuente de ocupación segura durante la cuarta parte del año para un miembro de la misma.

Gliessman (1984) y Torquebiau (1992) señalan que la mano de obra requerida por estos sistemas es baja, este último citando a varios autores presenta datos muy variables, así, 50 a 120 minutos por día en extensiones de 200 y 500 m², respectivamente. Alvarez *et al.* (1989) reportan la inversión de 35 a 45 días por año en el establecimiento y de 17 a 22 días en los años posteriores en huertos en Balzapote, Veracruz. Christanty (1990) y Michon y Mary (1990) manifiestan que existe una relación directa entre la inversión de la mano de obra y el nivel de comercialización de los huertos. La falta de información sobre esta relación y la estructura de tareas tomadas en cuenta en las referencias, dificulta la comparación con los datos obtenidos del presente estudio.

El Cuadro 7 muestra la tendencia de distribución de la mano de obra a lo largo del año. Las labores con la participación masculina, se realizan como un hobby en los momentos de descanso y en los periodos de menor actividad en la parcela (abril a junio). Los diferentes periodos en que las familias realizan una misma actividad

Cuadro 7. Distribución de mano de obra por mes y género según actividad en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.
(horas/solar)

Superficie promedio: 1920 m²

Actividad	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Sept.		Octub.		Nov.		Dic.		Total	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
Siembra-plantación/Renovación													1		1		1								3	
Podas													2	8											2	8
Fertilización química			1	4																					1	4
Aplicación de estiércol y residuos	7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		84	
Control de malezas				6																						6
Limpieza y quema	15		15		15		15		15		15		15		15		15		15		15		15		180	
Tumba de árboles, picado de leña														4												4
Mantenimiento de cercas										4																4
Cosecha*	14		2	2	3	2	7	4	2		2		2		16		14		14		14		14		104	8
Procesamiento							2		2		2		2		2		2		2		2		2		18	
Corte de forraje*	1		1		1		1		1		1		1												7	
Cuidado de animales*	12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		144	
Riego							4		4		4														12	
Total por solar (horas)	49		38	12	38	2	48	4	43	4	43		42	12	53		51		50		50		50		555	34
Total por solar (días)																									92	6

M: Mujer H: Hombre

*La categoría mujer incluye niños y jóvenes de ambos sexos

confirman la flexibilidad de asignación de mano de obra y su complementariedad con otros sistemas y actividades que maneja la familia (Cuadro 6).

6.2.4 Uso de conocimiento tradicional

Existe un importante conocimiento tradicional de las familias campesinas en el manejo del solar, lo que se refleja en la estrategia para ubicación de especies, arreglos, aprovechamiento de la disponibilidad de agua y luz con diversas especies con requerimientos casi individuales, podas, propagación, reciclaje de residuos, control biológico, manejo de animales. Este conocimiento les permite manejar intensivamente un sistema muy complejo con múltiples componentes.

6.2.5 Uso de insumos

Los requerimientos de insumos externos para la producción de este sistema son básicamente fertilizante, herbicida, maíz para la alimentación animal y animales (cerdos). Se aprovecha el reciclaje continuo de residuos: hojarasca, estiércol, material de podas, restos de comida y basura, forraje procedente de herbáceas y leñosas y material de propagación. De todos estos, el fertilizante y el maíz son los insumos externos más utilizados.

En el caso del fertilizante se usan en promedio 55 kg de urea que contienen 25.3 kg de nitrógeno (N), y el aporte estimado del estiércol de aves para el mismo elemento es de 8.22 kg que representan el 32% del aporte externo (Anexo 4). Con los actuales niveles de producción, los fertilizantes son necesarios para mantener la fertilidad del sistema. Este análisis no considera la hojarasca y otros residuos.

Respecto al uso de maíz para la alimentación de aves, en el mismo anexo se reporta que la cantidad suministrada por solar es de 1392 g/día para un lote de 30 aves. Dado el consumo potencial, se estima que el aporte del componente vegetal del huerto, especialmente frutos y forraje verde, es el equivalente de 443 g/día de maíz, lo que significa el 32% del consumo de este cereal.

6.2.6 Uso de herramientas

En las labores del huerto se utilizan: instrumentos manuales por lo general sencillos: azadón, machete, mazo, pala pilonera y recta, serrote lima, tijera y bomba de mochila. Estas herramientas son las mismas que las utilizadas en las parcelas, los mangos son hechos de madera de naranjo por los propietarios. Además, en la cosecha se utilizan ganchos, ayates, canastos, rejas y escaleras.

6.3 Productividad

6.3.1 Producción

La producción del solar tanto de origen vegetal (frutas, hortalizas, hojas, café) como de origen animal (huevos, aves, cerdos) se destina al consumo familiar y a la venta y presenta volúmenes variables a lo largo de los solares (Cuadros 8 y 9).

El 56% de la producción animal constituyeron aves y huevos, en tanto que el 41% correspondió a los cerdos. En especial aves y huevos sirven para la alimentación familiar en los 10 solares estudiados y para la venta en ocho de ellos. Los cerdos se crían más para la venta que para el consumo de la casa, en seis de los solares se destinaron a este propósito y en dos solares sirvieron para el consumo familiar. Al igual que los cultivos, los animales contribuyen significativamente a la calidad y diversidad de la dieta de la familia, por ejemplo, en el caso de las aves aun cuando el consumo promedio por familia fue 1,4 aves de 2 kg y 2.7 kg de huevos por mes, junto con el consumo de pescados y mariscos obtenidos de la pesca tres veces a la semana, fueron las únicas fuentes de proteína animal a las que tuvo acceso la familia, gastos extras en proteína animal fueron poco comunes.

Vale mencionar que en los solares estudiados existe una explotación porcina intensiva, caracterizada por el uso de alimentos concentrados y cierta tecnología, la misma se excluyó del análisis por distorsionar la información, ya que contribuía con más del 100% de la producción total.

Cuadro 8. Destino de la producción animal en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

(kg/año)

N° solar	Consumo familiar				Venta			Regalo	Producción total
	Aves	Huevos	Cerdos	Total	Aves	Cerdos	Total	Aves	
1	50	45		95	40		40	4	139
2	40	38		78	40		40		118
3	30	6	150	186	10	80	90		276
4	10	50	140	200	38	*	38		238
5	22	6		28	20		20		48
6	12	13		25		70	70	40	135
7	36	44		80	30		30	4	114
8	12	13		25		76	76		101
9	96	60		156	30	70	100		256
10	24	50		74	24	160	184		258
Total	332	325	290	947	232	456	688	48	1683
Frecuencia	10	10	2	10	8	6	10	3	10
Mínimo	12	6	140	25	10	70	20	4	101
Promedio	33	33	145	95	23	46	69	5	168
Máximo	96	60	150	200	40	160	184	40	258

*Dato no incluido en el análisis

Cuadro 9. Destino de la producción agrícola en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

(kg/año)

Nº solar	Consumo familiar	Consumo animal	Regalo	Pérdidas	Venta	Producción total
1	445.0	400.0	117.0	330.0	4480.5	5772.5
2	295.0	101.0	93.0	130.0	4127.0	4746.0
3	75.0	2.0	10.0	5.0	6400.0	6492.0
4	337.5	160.0	553.5		1832.0	2885.0
5	208.5	200.0	15.0		1110.0	1533.5
6	121.0		115.0	10.0	2788.0	3034.0
7	348.0	200.0	41.0		397.0	986.0
8	372.0	170.0	81.0	7.0	1682.5	2312.5
9	272.5	33.0	35.0		1833.0	2173.5
10	575.0	40.0	95.0		3245.0	3955.0
Total	3049.5	1306.0	1155.5	482.0	27895.0	33888.0
Porcentaje	9.0	3.9	3.4	1.4	82.3	100.0
Frecuencia	10	9	10	5	10	10
Mínimo	28.5	2.0	1.0	1.0	64.0	986.0
Promedio	305.0	130.6	115.6	48.2	2789.5	3389.0
Máximo	575.0	33.0	553.5	33.0	4127.0	6492.0

La producción agrícola varía en un rango de 986.0 a 6492.0 kg en los solares estudiados, con un promedio de 3389 kg por solar. El 82.3% de la producción agrícola es destinada a la venta, el 9% al consumo familiar, el 3.9% al consumo animal y el 3.4% es destinada para regalar a los vecinos, hijos y parientes aún de sus pueblos de origen. Sólo el 50% de los solares registran pérdidas poscosecha (1.4%). Los datos analizados destacan las funciones primarias del solar como productor de alimentos de autoconsumo tanto doméstico como animal y como generador de ingresos (Cuadro 9).

A pesar de que tácitamente no se reconoce como intercambio este es una forma de regalo, pues asimismo, reciben productos que ellos no poseen o no disponen en ese momento.

El Cuadro 10. presenta los destinos de la producción de la diversidad de productos procedentes de los solares, los mismos que suman 23, de los cuales 22 fueron utilizados en el consumo familiar y 17 para la venta; un menor número de productos se destinó al consumo animal y para regalo. Destaca el aporte de los frutales en general y de los cítricos especialmente naranja Valencia en el volumen de producción total, en la venta y en el consumo familiar. Existe una gran variación entre la cantidad producida por cada producto, la que muestra un rango de 2.5 kg para la pomarrosa y 19495.0 kg para la naranja Valencia. Otros cultivos de importancia comercial son el café y la pimienta.

Los distintos híbridos de *Musa* sp. son de relevancia para la alimentación de la familia y de los animales. También se utilizan en la alimentación animal la naranja, mango, guayaba y chayote.

La información presentada no es exhaustiva y por lo tanto no registra plantas medicinales, condimentos y quelites, los cuales, no obstante de producirse en pequeñas cantidades tienen una importancia cualitativa en la cultura alimenticia y en la medicina tradicional de la comunidad. Estos se comparten cuando otros vecinos lo requieren.

Cuadro 10. Destino de la producción agrícola por producto en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

(kg/año)

Producto	Consumo familiar	Consumo animal	Regalo	Pérdidas	Venta	Producción total
Naranja tardía	1190.0	760.0	575.0	41.0	16560.0	19495.0
Tangerina	193.0	15.0	120.0	7.0	4440.0	4775.0
Limón	171.0		135.0		3590.0	3896.0
Mandarina	92.0		3.0		1500.0	1595.0
Plátano	650.0	365.0	116.0	30.0	240.0	1401.0
Café	16.0		5.0		681.5	702.5
Mango	204.0	110.0	50.0		150.0	514.0
Chalahuite	145.0		86.0		235.0	466.0
Pimienta					340.0	340.0
Chayote	99.0	20.0	10.0		73.0	202.0
Papaya	44.5	8.0	28.0		22.0	102.5
Guayaba	45.0	20.0		10.0		75.0
Calabaza melón	33.0		6.0		26.0	65.0
Anona	47.5				5.0	52.5
Lima	25.0			25.0		50.0
Ciruelo	22.0	8.0	11.0			41.0
Durazno	24.0		5.0			29.0
Guanábana	12.0				12.0	24.0
Nopal	16.0				6.0	22.0
Chiltepín	6.0		2.5		12.5	21.0
Olopío	10.0		3.0			13.0
Pomarrosa	2.0				2.0	4.0
Tamarindo	2.5					2.5
Total	3049.5	1306.0	1155.5	482.0	27895.0	33888.0
Frecuencia	22.0	7.0	8.0	5.0	17.0	23.0
Mínimo	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.5
Promedio	132.6	56.8	50.2	21.0	1212.8	1473.4
Máximo	1190.0	760.0	575.0	410.0	16560.0	19495.0

6.3.2 Comercialización

La mayor parte de la producción es vendida en el solar a intermediarios que llegan a la comunidad, algunas mujeres productoras recolectan en la comunidad, pequeños volúmenes de producción de aguacate, mandarina, maracuyá, chalahuite, chayote, calabaza melón, durazno, estropajo, chiltepín, plantas medicinales, condimentos en la comunidad y los comercializan en el mercado de la ciudad de Martínez de la Torre, diariamente. Estas mujeres son de escasos recursos y así obtienen ingresos que les permiten complementar los ingresos obtenidos por los miembros asalariados de la familia. Los productos también son vendidos a comerciantes/acopiadores, que venden una producción muy diversa al filo de la carretera.

Las aves en pie se venden en el solar directamente a consumidores. Los cerdos se comercializan a nivel de dueños de sitios de venta de comida y en el único caso en el que se produjeron mayores cantidades, se vendieron en Martínez de la Torre.

6.3.3 Ingresos

Durante el año los productos del solar, como limón, café y animales proveen pequeños ingresos complementarios que sirven a las familias para la compra de alimento animal, animales para crianza y víveres. Por otro lado, son importantes como un recurso estratégico, así, al 30 % de las familias les permitió salir de necesidades críticas de dinero (salud, útiles escolares, deudas, celebraciones especiales). Los ingresos obtenidos por la venta del mayor volumen de cítricos principalmente tangerina y naranja Valencia se destinaron para la compra de insumos para el solar y para la parcela.

Las fluctuaciones de precios de los cítricos afectan los ingresos de los productores en épocas de alta producción debido a que constituye el mayor volumen de producción de los huertos.

6.4 Adoptabilidad

El Programa de Apoyo a la Producción Alianza para el Campo, y el Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura, FIRA, servicios de apoyo gubernamental al

sector agropecuario, no incluyen en forma explícita entre sus prioridades el desarrollo de estos sistemas agroforestales. Con anterioridad, el DIF (Ayuntamiento de Tlapacoyan), la FAO y la Confederación Nacional Campesina desarrollaron en los solares de la zona acciones aisladas dirigidas al mejoramiento nutricional, las mismas que se limitaron a promover el cultivo de ciertas hortalizas y la crianza especializada de aves con la participación de las mujeres. Estos esfuerzos no han sido adoptados por la comunidad y son consideradas propuestas "extrañas" a sus condiciones.

Al igual que en otros países la producción de alimentos en los huertos es ignorada en las estadísticas oficiales y éstos son marginados de la política agropecuaria y finalmente caen en el ámbito de la "invisibilidad" del trabajo doméstico. Ésta y además, la poca atención dada a los huertos por la comunidad científica son identificadas por diferentes autores como las principales limitantes para desarrollar el potencial de estos sistemas como estrategias de producción de alimentos (Landauer y Brazil, 1990; Thaman, 1990; Niñez, 1987; Cleveland y Soleri, 1991).

6.5 Sostenibilidad

6.5.1 Conservación de la biodiversidad

En relación al inventario florístico, en el lugar de estudio se encontró una alta diversidad de especies. Se colectaron 137 especies pertenecientes a 60 familias botánicas en los 10 solares (Cuadro 11).

El cuadro antes citado, muestra el número de especies por familia. Las familias con mayor número de especies en orden de importancia son: Leguminosae, Rutaceae, Compositae, Gramineae, Labiatae, Liliaceae, Myrtaceae, Solanaceae y Rubiaceae, las cuales aportan más del 40% de las especies presentes en los solares; 34 familias están representadas por una sola especie. El número de especies por solar es de 65 y por hectárea es de 71.

La zona presenta 7 especies y 12 variedades del género *Citrus* y 9 híbridos de la familia Musaceae. Además, destacan variedades de especies ornamentales, *Rosa* spp. e *Hibiscus rosa-sinensis* (Anexo 2, Cuadro 12).

Cuadro 11. Número de especies vegetales por familia en los solares de La Palmilla, Veracruz.

Familia	Nº de especies	Familia	Nº de especies
Acanthaceae	3	Lauraceae	3
Agavaceae	1	Leguminosae	14
Aizoaceae	1	Liliaceae	4
Amaranthaceae	3	Lythraceae	1
Anacardiaceae	2	Malpighiaceae	1
Annonaceae	2	Malvaceae	3
Apocynaceae	3	Meliaceae	3
Arecaceae	3	Moraceae	2
Bignoniaceae	1	Musaceae	1
Burseraceae	1	Myrsinaceae	1
Cactaceae	1	Myrtaceae	4
Cannaceae	3	Nyctaginaceae	1
Caprifoliaceae	1	Passifloraceae	2
Caricaceae	1	Phytolaccaceae	1
Caryophyllaceae	1	Pinaceae	1
Casuarinaceae	1	Piperaceae	1
Combretaceae	1	Plumbaginaceae	1
Compositae	7	Portulacaceae	1
Convolvulaceae	1	Polemoniaceae	1
Chrysobalanaceae	1	Rosaceae	3
Cucurbitaceae	2	Rubiaceae	4
Cyperaceae	1	Rutaceae	9
Chenopodiaceae	1	Salicaceae	1
Ebenaceae	1	Sapindaceae	3
Euphorbiaceae	3	Sapotaceae	1
Gesneriaceae	1	Scrophulariaceae	1
Gramineae	7	Solanaceae	4
Guttiferae	1	Sterculiaceae	1
Icacinaceae	1	Tiliaceae	1
Labiatae	6	Verbenaceae	2
		Total	137
		Nº especies /ha	71
		Nº especies /solar (1920 m ²)	65

Cuadro 12. Variedades por especie presentes en los solares de La Palmilla, Veracruz.

Especies	Número de variedades
<i>Musa acuminata</i> x <i>M. balbisiana</i>	9*
<i>Hibiscus rosa -sinensis</i>	5
<i>Rosa</i> sp.	4
<i>Rosa centifolia</i> .	1
<i>Citrus reticulata</i>	4
<i>Mangifera indica</i>	4
<i>Citrus sinensis</i>	3

* híbridos poliploides

Existe un gran número de investigaciones en un amplio rango de condiciones ecológicas y socio-económicas, a diversas escalas y con diferentes superficies muestreadas que reportan sobre la alta diversidad de especies en los huertos (Millat *et al.*, 1996; Torquebiau, 1992; Méndez, 1997; Flores, 1993; Herrera *et al.*, 1993; Ortega *et al.*, 1993; Christanty, 1990; Alvarez *et al.*, 1987, entre otros) pero pocas informan sobre el aporte que ésta hace en la biodiversidad total. Como ejemplo, Alvarez *et al.* (1987) encontraron el 15% de las plantas leñosas de la región de Los Tuxtlas en los huertos de Balzapote, Veracruz.

En ausencia de datos en escalas y límites de inventarios similares para la región, se toma de referencia ilustrativa a Toledo (1994), quien a nivel regional en zonas del trópico húmedo mexicano, reporta 815 especies de plantas fanerógamas, en áreas que oscilan de 500 a 1200 ha en Los Tuxtlas, y en Uxpanapa, Veracruz, respectivamente, se puede inferir que el lugar de estudio posee el 17% de esta diversidad en 1.92 ha de huertos (137) y en un huerto de apenas 1920 m² se puede encontrar el 9% del número de especies registradas a escala regional.

El número de especies basado en escalas espaciales, como indicador de biodiversidad, en el caso de los huertos, debería contribuir en la práctica para analizar la inclusión de estos sistemas dentro de las estrategias de conservación de la biodiversidad que no sólo tomen en cuenta el espacio (ubicación), sino también la cultura (manejo) y asimismo, rescaten los derechos de los campesinos sobre estos recursos por medio de algún tipo de incentivo que los motive a conservarlos y a mejorarlos.

6.5.2 Conservación de los suelos

6.5.2.1 Materia orgánica

El contenido de materia orgánica superficial (0-30 cm) varía de bajo (0.80) a alto (3.46). Entre las dos zonas de manejo: jardín y huerto existe una marcada diferencia. Así, la primera presenta valores bajos y la segunda valores medios con porcentajes promedios de 1.66 y 2.32, respectivamente, tendencia que se observa en todos los huertos. El mayor contenido de materia orgánica se explicaría por la presencia de la cobertura, pues es la única diferencia en el manejo del sistema, con lo que el aporte de materiales al suelo es mayor en la zona correspondiente al huerto (Cuadro 13). Este indicador, la densidad aparente y la humedad como atributos de sostenibilidad del recurso suelo de los huertos se menciona en diversos estudios sólo como una observación (Torquebiau, 1992).

Cuadro 13. Contenido de materia orgánica de los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nº de solar	Materia Orgánica (%)	
	Jardín	Huerto
1	0.93	1.33
2	1.80	2.80
3	0.80	1.46
4	3.00	3.46
5	3.13	2.86
6	1.83	3.06
7	0.80	1.00
8	2.66	2.40
9	1.53	2.80
10	1.20	2.06
Promedio	1.66	2.32
Mínimo	0.80	1.00
Máximo	3.00	3.46

6.5.2.2 Humedad del suelo

En el Cuadro 14 se muestran los contenidos de humedad del suelo en los solares en estudio. El promedio de humedad para todos los solares fue de 14.2 %, existiendo una pequeña diferencia de 2 % entre los promedios de las dos zonas con un valor mayor para el huerto. El máximo valor de retención de humedad se observa para los huertos (18.86 %), en general la retención de humedad fue mayor en los huertos que poseen una mayor cantidad de materia orgánica lo cual es congruente con la afirmación de que el contenido de materia orgánica incrementa la capacidad de retención de humedad sostenida por varios autores (Sánchez, 1981; Torquebiau, 1992) y comprueba la hipótesis planteada. Torres (1996), en un estudio similar en huertos de cítricos en Ixtacuaco, Veracruz encontró una relación muy baja entre estas dos variables, y explica el hecho por la alta pluviosidad de verano que contribuye a la recarga del suelo. En este sentido, se esperaría, que esta relación sea más evidente en épocas de menor precipitación.

Cuadro 14. Contenido de humedad de los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nº de solar	Humedad (%)	
	Jardín	Huerto
1	12.48	11.44
2	10.06	15.67
3	12.80	17.24
4	13.25	18.86
5	13.91	12.10
6	13.66	15.75
7	15.59	13.46
8	13.87	16.04
9	13.93	16.25
10	12.50	15.18
Promedio	13.20	15.20
Mínimo	10.06	11.44
Máximo	15.59	18.86

La presencia de plagas y enfermedades reportada en el acápite 6.2.2 constituye un efecto negativo asociada al estado de humedad de los huertos.

6.5.2.3 Densidad aparente

La densidad aparente en los 30 cm superficiales presenta valores que van de 1.16 a 1.35 g/cm³, con un promedio general de 1.27 g/cm³ (Cuadro 15). No existen diferencias importantes entre las dos zonas de manejo para esta variable, lo cual contrasta con las diferencias de contenido de materia orgánica entre las dos zonas, sin embargo estos valores son menores que 2 g/cm³, valor reportado por la literatura para calificar procesos de compactación en los suelos (Ortíz y Ortiz, 1984).

Cuadro 15. Densidad aparente de los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nº de solar	Densidad aparente (g/cm ³)	
	Jardín	Huerto
1	1.35	1.16
2	1.25	1.28
3	1.43	1.35
4	1.28	1.25
5	1.28	1.31
6	1.19	1.35
7	1.16	1.21
8	1.25	1.28
9	1.35	1.31
10	1.19	1.11
Promedio	1.27	1.26

6.5.3 Secuestro de carbono

La producción promedio de biomasa leñosa por solar con una densidad de 101 árboles (428 árboles/ha), es de 6.72 m³ (28.43 ton/ha) equivalentes a 3.32 toneladas de peso seco (14.00 ton/ha) (Cuadro 16). En el Anexo 5 se presentan por especie discriminados por solar, datos referentes a diámetro normal, altura total, volumen y peso seco por árbol y total.

Cuadro 16. Volumen y peso seco por solar y por hectárea en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz

Nº solar	Tamaño (ha)	Nº árboles	Volumen (m ³)	Peso seco (ton)
1	0.25	144	3.18	1.5
2	0.25	62	2.24	1.2
3	0.25	138	10.69	5.2
4	0.25	110	17.19	8.5
5	0.25	94	4.68	2.3
6	0.17	60	2.38	1.2
Total (n=6)	1.42	608	40.37	19.9
Promedio/solar	0.24	101	6.72	3.32
Promedio/ha		428	28.43	14.00

El Cuadro 17 permite apreciar los parámetros utilizados para la estimación de carbono secuestrado en los huertos.

La estimación de carbono secuestrado en la biomasa arbórea en los solares estudiados muestra una gran variación entre sí, en un rango que va de 0.60 a 4.25 toneladas, lo que básicamente se explica por el tipo de componentes leñosos presentes y el estado de desarrollo de los mismos en cada uno. Así, en los huertos 3 y 4, los valores de C son los más altos en virtud de la dominancia de árboles de mayor tamaño sobre los cítricos y café (Cuadro 18).

Cuadro 17. Variables o parámetros para estimar el carbono secuestrado en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Variable/Parámetro	Solar					
	1	2	3	4	5	6
Area (ha)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.17
Edad del solar (años)	13	10	18	18	16	10
Nº de árboles	144	62	138	110	94	60
Biomasa aérea	3.18	2.24	10.69	17.19	4.68	2.38
Peso seco leñoso (ton)	1.5	1.2	5.2	8.5	2.3	1.2
Contenido de carbono (% de peso seco)	50	50	50	50	50	50
Suelo						
Profundidad (m)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Densidad (ton/m3)	1.26	1.27	1.39	1.27	1.30	1.27
Materia orgánica (%)	1.13	2.30	1.63	3.23	2.50	2.43
Contenido de carbono de la materia orgánica (%)	50	50	50	50	50	50

Cuadro 18. Estimación del carbono secuestrado en la biomasa arbórea y arbustiva y en los suelos en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Solar Nº	C Biomasa arbórea y arbustiva (ton)	C Suelo* (ton)	C total (ton)
1	0.75	5.34	6.09
2	0.60	10.95	11.55
3	2.60	8.49	11.09
4	4.25	15.38	19.63
5	1.15	12.19	13.34
6	0.60	7.87	8.47
Total	9.95	60.22	70.17
Promedio/solar	1.66	10.04	11.67
Promedio/ha	7.11	43.01	50.12
Promedio/ha/año	0.51		

* Excluye la hojarasca y la biomasa radicular

Aun cuando las comparaciones con otros estudios son difíciles pues se tratan de otros sistemas, en diferentes condiciones ecológicas, de suelo y con diferentes edades, se toma como referente el secuestro de carbono mediante cercas vivas y plantaciones y cercas con café analizadas por De Jong *et al.* (1995) en el estado de Chiapas, con cantidades secuestradas de 72.3 y 130.2 ton /ha para una rotación de 25 años, equivalentes a 2.9 y 5.2 ton/ha/año, respectivamente, lo cual da una idea del potencial de almacenamiento en las cercas o en linderos que son las tecnologías más utilizadas en los huertos y que con un adecuado manejo podrían contribuir a incrementar la cantidad actualmente secuestrada que apenas representa el 18 y 10 % del potencial de las alternativas mencionadas.

Respecto a las reservas orgánicas del suelo, se puede decir que son 5 veces más que lo secuestrado en la biomasa aérea y sirven de punto de partida para comparar los efectos de sistemas en estudio después de varios años (Fassbender *et al.*, 1985). Dixon *et al.* (1994)

citando a varios autores, señalan que globalmente esta relación es de 1.5 a 3 y que esta acumulación en los suelos está asociada al uso de labranza reducida, a la incorporación de residuos, al mantenimiento de la cobertura, al uso de sombra, al uso de plantas fijadoras de nitrógeno. Todas estas prácticas son utilizadas en los solares, por consiguiente son formas de reducir las emisiones de gas invernadero.

6.5.4 Producción de leña

Una familia promedio consume al año 48 rollos de leña de 20 kg, de los cuales el 30% se abastece del solar producto de las podas o de la tumba de árboles viejos, el porcentaje restante procede de las parcelas. Casi todas las familias usan gas como combustible complementario. Aparentemente no existe deficiencia en el suministro de leña, pues la leña que procede de las podas en las parcelas se regala y satisface las necesidades locales.

De cualquier forma, la producción de leña en el huerto disminuye la presión sobre otros sistemas como la parcela o el monte y, por otro lado, estaría contribuyendo a reducir las emisiones de C a la atmósfera, al sustituir la quema de combustibles fósiles, siendo éste un impacto adicional del sistema en el ambiente.

La emisión de dióxido de carbono por la quema de biomasa, es un tema de controversia, hay autores que argumentan que parte de la biomasa que se quema se convierte en carbono elemental y no se puede contabilizar como emisión de dióxido de carbono (Crutzen y Andreae sf. citados en Nadal, 1992).

6.5.5 Fauna silvestre

La alta diversidad vegetal provee hábitat a la fauna silvestre, destacando la presencia de aves y pequeños mamíferos. El tordo es el ave más observada, entre abril y junio se refugia en los árboles altos de mango en los cuales realiza el anidamiento. Esta especie al igual que la palma (*Phoenix canariensis*) es también preferida por la primavera (Cuadro 19).

Los flores, frutos y semillas del solar, así como el alimento y residuos de tortillas asignados a las aves de corral y cerdos, sirven de alimento a estas aves.

Cuadro 19. Especies de animales silvestres observadas en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Nombre común	Nombre científico	Nº de solares
Aves		
Tordo	<i>Cassidix mexicanus</i>	10
Primavera	<i>Turdus grayi</i>	10
Chupamiel	<i>Amazilia</i> spp.	6
Gorrión	<i>Carpodacus mexicanus</i>	5
Gavilán	<i>Buteo magnirostris</i>	10
Caliandra de la palma	<i>Icterus galbula</i>	6
Paloma cholina	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	6
Mamíferos		
Tuza	<i>Dasyprocta mexicana</i>	4
Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	4
Conejo	<i>Sylvilagus</i> sp.	3

Fuente: Aguilar-Ortíz, 1982
Starker, 1977

Entre los mamíferos la tuza aunque es poco frecuente, es considerada depredadora ya que ataca a las raíces de los cítricos, del plátano y del cocuite por lo es combatida con trampas.

La literatura hace referencia cualitativa a la diversidad de animales silvestres que habitan en los solares. Torquebiau (1992) citando a Christanty (1981), indica que en cuatro comunidades de Java fueron encontradas 121 especies de aves. No existen datos sobre presencia de aves silvestres en los huertos caseros en México, pero, si tomamos de referencia ilustrativa el estudio de Aguilar (1982), que registró 136 especies de avifauna en una zona cafetalera de 28 ha en el estado de Veracruz, la riqueza de aves encontrada en 1.92 ha de solares (7), representa el 5% de ésta. Esta observación se realizó de abril a julio por lo cual se puede esperar el incremento de la avifauna en los solares, en estudios sistemáticos en periodos más extensos dados los hábitos alimenticios y estacionalidad de las aves.

Pájaros insectívoros como el tordo y la caliandra ayudan a disminuir las poblaciones de insectos y por otro lado, otras aves tales como el chupamiel e insectos son importantes en la polinización y otras especies en la dispersión de las semillas.

A continuación se presenta un resumen de los parámetros obtenidos para los indicadores seleccionados en este estudio (Cuadro 20).

Cuadro 20. Indicadores de sostenibilidad para los huertos caseros en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz. Resumen.

Grupos de indicadores	Descriptor	Indicador
1. Base de recursos		
1.1 Recursos biológicos	1. Plantas y animales	Nº de especies vegetales/huerto: 65 Nº de especies vegetales/ha: 71 Nº de especies de animales domésticos/huerto: 8 Nº de especies de animales domésticos/ha: 5
1.2 Suelos	2. Materia orgánica	Contenido de materia orgánica: 2.49 % M Densidad aparente: 1.27 %
	3. Humedad	Estado de humedad: 16.53 %
2. Sistema Agroforestal		
2.1 Manejo técnico	4. Insumos	Insumos por hectárea del huerto y fuera del huerto: N: 101 kg (urea), 33 kg (estiércol) (25.3 y 8.2 kg/huerto, respectivamente). Relación: 32 % Alimento para aves/huerto: maíz: 1392 g/día; frutas y forraje: equivalente a 443g/día de maíz. Relación: 32%

Cuadro 20. Continuación.....

	Descriptor	Indicador
2.2 Manejo socioeconómico	5. Mano de obra	Total: 8.2 días/mes, 98 días/año, 510 días/ha/año Mujer: 7.7 días/mes, 92 días/año, 479 días/ha/año Hombre: 0.5 días/mes, 6 días/año, 31 días/ha/año Flexibilidad: Calendario de manejo flexible Uso de conocimiento tradicional
3. Desempeño técnico	6. Productos biofísicos	Volumen de biomasa total: Biomasa leñosa: 2 m ³ /ha/año Biomasa cosechas: 23.86 ton/ha/año
4. Desempeño socioeconómico	7. Productos alimenticios	Nº de productos de origen animal: 2 Porcentaje de la producción animal: 60% Nº de productos de origen vegetal: 22 Porcentaje de la producción vegetal: 9%
5. Impacto en el medio ambiente	8. Carbono en la biomasa y en el suelo	Biomasa aérea: 7.11 ton C/ha, 0.51 ton C/ha/año Suelo: 43.01 ton C/ha
	9. Bosques y otros sistemas	Cantidad de leña colectada en los solares/ha/año: 1.5 toneladas
	10. Fauna silvestre	Nº de especies/ha: 10 especies de aves y mamíferos, 1 especie no benéfica.

7. CONCLUSIONES

Conforme a los objetivos e hipótesis planteados, así como con los resultados y discusión, las conclusiones de este estudio son las siguientes:

Base de recursos

1. Los huertos mantienen una alta diversidad de plantas y animales. Se identificaron 137 especies pertenecientes a 60 familias botánicas. Se conservan 71 especies vegetales y 5 de animales domésticos por hectárea, lo cual les da un valor inestimable como reservorios de germoplasma *in situ*.

2. El contenido de materia orgánica (2.32 %), la humedad aprovechable (15.20%) y la densidad aparente (1.27 g/cm^3) del huerto propiamente dicho, reflejan el potencial natural del sistema en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

Manejo técnico y socioeconómico

3. Los insumos externos más utilizados son fertilizantes y maíz para la alimentación animal. Los principales insumos internos provienen del reciclaje de residuos de materiales vegetales y estiércol, aportes de restos vegetales de comida y basura. El aporte de N a través del estiércol de aves es de 8.2 kg/año por huerto que representan el 32% del N proveniente de la urea. La relación entre la cantidad de maíz requerida para la alimentación de las aves en un solar y el consumo de frutas y forrajes es de 32%.

4. El manejo del solar demanda por año 98 días de mano de obra familiar, principalmente femenina, con una distribución más o menos uniforme y flexible en el tiempo, existiendo un importante conocimiento tradicional de la familia en el manejo del mismo, lo que les permite administrarlo intensivamente, a pesar de su complejidad.

Desempeño técnico

5. El sistema acumula anualmente por hectárea 2 m^3 de biomasa aérea leñosa y produce 23.86 toneladas de cosechas de 23 productos, especialmente frutales.

Desempeño socioeconómico

6. Por la alta diversidad vegetal, los huertos caseros proveen productos múltiples a lo largo del año, los mismos que son destinados a la venta y al autoconsumo, 22 productos de origen vegetal y tres de origen animal contribuyen substancialmente a la calidad y diversidad de la dieta. Los frutales y los alimentos de origen animal, salvo excepciones, sólo fueron consumidos de la producción del solar.

Impacto en el medio ambiente

7. Este sistema agroforestal conserva 50.12 ton/ha de C, en la biomasa aérea leñosa y en el suelo, el flujo por hectárea y año es de 0.51 toneladas, valor que representa el 16% del potencial esperado con la inclusión de árboles maderables en cercas vivas. No obstante, el sistema es un sumidero de carbono, además de producir alimentos y biocombustibles y por lo tanto, contribuye a disminuir las emisiones de C a la atmósfera.

8. El solar abastece el 30% de las necesidades de leña de las familias y con la producción de las parcelas satisface las necesidades locales, de esta forma contribuye a disminuir el proceso de deforestación y la presión sobre otros sistemas.

9. La estructura de los solares reflejada en una diversidad de especies vegetales distribuida en diversos estratos, crea un hábitat adecuado que sirve de refugio a 10 especies de aves y mamíferos, los mismos que son agentes naturales importantes en la polinización, dispersión de semillas y control de insectos.

Conclusión general

De acuerdo con los descriptores e indicadores seleccionados relativos a la base de recursos, al sistema agroforestal, a su desempeño técnico y socioeconómico y al impacto en el medio ambiente, los cuales comprueban la mayor parte de hipótesis planteadas, los huertos caseros de La Palmilla combinan objetivos de conservación y producción, principalmente de alimentos, manteniendo las condiciones ecológicas y socioeconómicas básicas para alcanzar la sostenibilidad.

8. RECOMENDACIONES

El desarrollo de los huertos caseros como sistemas sostenibles de uso de la tierra y, en particular como sistemas abastecedores de alimentos, se logrará bajo dos premisas fundamentales:

- 1) Reconocimiento social de su importancia productiva y ambiental, lo que implica su integración en las políticas de apoyo a la producción y a la conservación del medio ambiente y el acceso de sus propietarios a los incentivos existentes para otros sistemas.
- 2) La valoración del sistema al interior de la comunidad, ya que el huerto es concebido como una actividad doméstica y tiene más un reconocimiento sociocultural como espacio de convivencia que como actividad económica rentable.

En este contexto, a continuación se presentan las recomendaciones siguientes:

Investigación

1. Continuar esta evaluación en un periodo más largo, a fin de confirmar la relevancia de los indicadores seleccionados en esta fase e incorporar otros, que permitan evaluar en forma integral la sostenibilidad de este sistema.
2. Evaluar manejo de especies, podas y rendimientos en cercas y linderos.
3. Seleccionar arreglos de especies complementarios en requerimientos de luz, en particular, especies tolerantes a la sombra tales como ornamentales exóticas.
4. Evaluar el potencial de los granos y forrajes de los cultivos de cobertura en la producción animal a fin de seleccionar especies herbáceas compatibles con el manejo de las especies animales.
5. El componente animal, es clave en el mantenimiento de la fertilidad, en el control biológico de malezas y de insectos, así como alimento y fuente de ingresos, por lo que

su manejo e interacciones deben estudiarse con mayor profundidad a fin de optimizar su función en el sistema.

6. La importación de urea es importante en el mantenimiento de la fertilidad del sistema, por lo que se requiere realizar un estudio de balance de nutrientes a fin de evaluar desde este punto de vista, la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

7. Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades, en especial en cítricos, aguacate, anona y guanábana.

8. Es posible mejorar el sistema agroforestal tradicional tomando en cuenta las siguientes consideraciones: incremento de la diversidad, incremento de la densidad del estrato arbóreo superior y prácticas de manejo para el mantenimiento de la fertilidad.

Se proponen dos alternativas cuyas interacciones biológicas y socioeconómicas deben ser evaluadas:

1. Introducir especies maderables en el estrato superior tales como Cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) o primavera (*Cybistax donell Smithii*), lo cual permitirá optimizar el espacio vertical y horizontal, utilizando el espacio ocupado por cítricos y café y en cercas y linderos o en sustitución del 10% de la población de cítricos en particular de naranja tardía. Con la inclusión de 75 árboles/ha, esta alternativa permitiría obtener mayores ingresos y el secuestro de aproximadamente 49 ton C /ha en 18 años.
2. Incorporar al espacio vertical sobre los cítricos y café y en cercas y linderos, una combinación de árboles maderables y árboles fijadores de nitrógeno como cocuite y especies de *Inga*. Nuevas especies frutales de valor económico como maracuyá, litchi, rambután, carámbola, capulín japonés, entre otros, pueden reemplazar en forma parcial a los cítricos. En ambos casos, deben evaluarse diferentes coberturas leguminosas, con lo cual se buscaría la sostenibilidad natural del sistema y su rentabilidad.

Transferencia

1. Difundir el conocimiento tradicional sobre este sistema agroforestal fomentando las formas locales de transmisión de conocimiento de padres a hijos y entre vecinos.

2. Capacitar a los productores sobre elaboración de compostas con el uso de materiales vegetales (podas de cítricos, café, cocuite, residuos de deshiera, hojarasca), estiércol y basuras a fin de conseguir procesos de reciclaje más eficientes y contribuir a disminuir la contaminación por basura en los huertos.

Desarrollo

1. Fortalecer y/o promover la organización de la comunidad, con el propósito de potenciar su poder de negociación en los procesos de asistencia técnica, uso de créditos, provisión de servicios ambientales y comercialización, tal como la identificación de nichos de mercado para frutas, ornamentales, medicinales, condimentos, maderas y otros.

2. Con iniciativa gubernamental o local, mejorar la infraestructura de comercialización respecto al acopio y transporte.

3. Promover el desarrollo de industrias de pequeña escala buscando alternativas de procesamiento y conservación que den valor agregado a los productos del huerto: tales como elaboración de mermeladas, frutas cristalizadas, frutas en almíbar, frutas secas; secado y empacado de plantas medicinales y condimentos; productos procesados de madera, como una medida para enfrentar los precios bajos y para un mejor aprovechamiento de estos productos en el autoconsumo o venta.

4. Facilitar los procesos de empoderamiento de la comunidad para conservar y difundir sus conocimientos sobre este sistema y preservar su capacidad de creación y soberanía en el diseño y manejo de sus huertos.

5. El huerto es un excelente espacio para la participación productiva de la mujer por su cercanía a la casa, por lo que cualquier acción encaminada al desarrollo de este sistema agroforestal, debe fortalecer y reconocer el papel relevante que ella realiza en el manejo y desarrollo del mismo.

6. Buscar posibilidades de alianzas con instituciones de investigación para el mantenimiento de germoplasma de frutales, ornamentales y maderables.
7. Coadyuvar al reconocimiento social a la invalorable función desarrollada por los campesinos para el aprovechamiento, mejoramiento y conservación de los recursos naturales, explorando la posibilidad de venta de servicios ambientales tales como secuestro de carbono y mantenimiento de la biodiversidad.

Metodología

8. Con el apoyo de un equipo multidisciplinario, identificar niveles críticos y rangos para los parámetros de los indicadores de sostenibilidad que sirvan de referente específico para los huertos caseros de la comunidad La Palmilla y definir un procedimiento que integre el conjunto de indicadores y permita apreciar de manera global la sostenibilidad del sistema agroforestal.

9. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ortíz, F. 1982. Estudio ecológico de las aves del cafetal. In: Jiménez, E. y A. Gómez Pompa (eds.). Estudios Ecológicos en el Agroecosistema Cafetalero. Instituto Nacional de Investigaciones de Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental. México. pp: 103-128.
- Alatorre, G. 1994. Pros y contras de la valorización de los bosques como sumideros de carbono. En. Estudios Rurales y Asesoría A.C. y GEA A.C. (eds.) ¿Cómo actuar "juntos" contra el cambio climático?. Mayo, 1995. México. pp:7-8.
- Alvarez-Buylla, R, M.E., E Lazos Chavero and J.R. Garcia Barrios. 1989. Homegardens of a humid tropical region in Southeast Mexico: an example of an agroforestry cropping system in a recently established community. *Agroforestry Systems* 8: 133-156.
- Anderson, E.N. 1993 a. Gardens in tropical America and tropical Asia. *Biótica*, nueva época 1, 1993:81-102.
- Anderson, E.N. 1993 b. Southeast asian gardens: nutrition, cash and ethnicity. *Biótica*, nueva época 1, 1993:1-11.
- Atjay, P., P. Ketner and P. Divegneud. 1979. In. Bolin, B., E.T. Degens, S. Kempe and P. Ketner (eds.). *Scope-13: The Global Carbon Cycle*. Wiley. New York. p. 29.
- Bailey, L.H. 1949. *Manual of cultivated plants*. Mc. Millan Publishing Co. New York. 1116 p.
- Barrera, A. 1980. Sobre la unidad habitacional tradicional campesina y el manejo de los recursos bióticos en el área maya yucateca. *Arboles y arbustos de las huertas familiares*. *Biótica*. 5(3): 115-128.
- Beer, J. y S. Gliessman. 1984. Medición de biomasa en sistemas agroforestales In. Beer, J. y E. Somarriba (eds.). *Investigación de Tecnologías Agroforestales Tradicionales: actas del curso efectuado en Tabasco, Campeche, Quintana Roo, México. noviembre 30 a diciembre 10, 1981*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. pp: 83-91.
- Brooks, D. 1990. Más de las frases llamativas: ¿Qué significa realmente desarrollo sostenible? CIID Informa. Octubre. Ottawa. s/p.

- Brownrigg, L. 1985. Homegardening en international development: What the literature shows. League for International Food Education. Washington, D.C. 126 p.
- Brown, S. and A. E., Lugo. 1984. Biomass of Tropical Forest: A New Estimate Based on Forest Volumes. Science 293:1290-1293.
- Brown, S. A.J. Gillespie and E., Lugo. 1989. Biomass Estimation Methods for Tropical Forest with Applications to Forest Inventory Data. Forest Science Vol. 35 (4): 881-902.
- Brown, S. 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. In: XI World Forestry Congress, IV Tópico. octubre , 1997.Turquía. pp: 107-121.
- Buendía, N. A. y M. Morán V. 1996. Seguridad alimentaria y participación de la mujer campesina en huertos caseros. Estudio de caso en las comunidades de Novara, Edo. de Veracruz y San Miguel Tlaixpan, Edo. de México. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. 86 p.
- Cañas, R. 1995. Alimentación y nutrición animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Colección en Agricultura. Santiago de Chile. 576 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Center for International Forestry Research. 1997. El Sistema Mira, Componente de Silvicultura. Manual del Usuario. Luis A.Ugalde A. (ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 39 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 165. p.38.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. Leucaena (*Leucaena leucocephala*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 166. p.44.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. Madreado (Madero negro, madrecaao,..) (*Gliricidia sepium*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 180. p.64.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 173. p.44.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. Mangium (*Acacia mangium*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 196. p.41.

- Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988. Los municipios de Veracruz. Secretaría de Gobernación. México. pp: 265.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook N° 607. USDA Forest Service. Washington, DC. 464 p.
- Cleveland, D.A. and Soleri, D. 1991. Food and Dryland gardens. Center for People, Food and Environment-UNICEF. Tucson, USA. 387 p.
- Cole, C.V., K. Flach, J. Lee, D. Sauerbeck and B. Stewart. 1993. Agricultural Sources and Sinks of Carbon. Water Air Soil Poll. 70: 111-122.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. 1988. Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid, España. 203 p.
- Contreras, M. de E., M.A. 1982. Identificación y caracterización de 16 clones de plátano en Tabasco. Universidad Autónoma Chapingo. Colección Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía N° 4. Chapingo, México. p. 12.
- De Camino V., R.y S. Muller. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y de los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programas N° 38. Proyecto IICA-GTZ. San José, Costa Rica. 134 p.
- De Jong, B.H.J., G. Montoya G., K. Nelson, L. Soto P., J. Taylor and R. Tipper. 1995. Community forest management and carbon sequestration: A feasibility study from Chiapas, Mexico. Interciencia. 20 (6): 409-416.
- Dewey, K.G. 1981. Nutritional consequences of the transformation subsistence from comercial agricultuture in Tabasco, Mexico. Human Ecology. 9 (2): 151-187.
- Dixon, R. K., J.K. Winjum, K.J.Andrasko, J.J.Lee and P.E. Schroeder. 1994. Integrated systems: assesment of promising agroforest and alternative land-use practices to enhance carbon conservation and sequestration. Climate Change 30: 1-23.
- Dixon, R. K. 1995. Sistemas agroforestales y gases invernadero. Agroforestería en las Américas. Año 2 N° 7, Jul.-Sept. 1995. CATIE. Turrialba. Costa Rica. pp:22-26.
- ECOSUR. s/f. Proyecto Piloto Internacional para el secuestro de carbono y desarrollo silvicultural comunitario, en Chiapas, México. ECOSUR-University of Edinburgh.
- FAO. 1991a. Climate Change and agriculture, forestry and fisheries. Position paper, 2nd world climate conference, Genera, 1990.
- FAO. 1991b. Silvicultura y Seguridad Alimentaria. Estudios Montes N° 90. p. 47-49.

- Faeth, P., Ch. Cort and R. Livernash. 1994. Evaluating the carbon sequestration benefits of forestry projects in developing countries. World Resources Institute (WRI) -EPA. USA. 96 p.
- Fernandes, E. and Nair, P. 1986. An evaluation of the structure and functions of tropical home gardens. *Agricultural systems*. 21(4):279-310.
- Fontenot, J.P., L.W Smit, and A.L Sutton. 1983. Alternative utilization of animal wastes. *J. An. Sci.* 57 (2) 221-233.
- Fryxell, P.A. 1992. Malvaceae. En. *Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología-University of California. Fascículo 68. Septiembre, 1993. Xalapa, México 255 p.
- García, E. 1988. Modificaciones del sistema de clasificación climatológica de Köppen para México 3ª ed. México, D.F. 71 p.
- Gillespie, A.R., D.M. Knudson and F. Geilfus. 1993. The structure of four home gardens in the Petén, Guatemala. *Agroforestry Systems* 24:157-150.
- Gispert, C. M., A: Gómez C. y A. Nuñez P. 1993. Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares en dos bosques tropicales mexicanos. En Carabias, J. y E. Leff. (eds.). *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. Vol.2. UNAM, México. pp: 575-623.
- Gliessman, S.R. 1984. Los huertos familiares como sistemas agroforestales en el trópico húmedo mexicano. In. Beer, J. y E. Somarriba (eds.). *Investigación de Tecnologías Agroforestales Tradicionales: actas del curso efectuado en Tabasco, Campeche, Quintana Roo, México. noviembre 30 a diciembre 10, 1981*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. pp: 81-83.
- Gliessman, S.R. y E. Somarriba. 1984. Caracterización de huertos familiares: Práctica de campo. In. Beer, J. y E. Somarriba (eds.). *Investigación de Tecnologías Agroforestales Tradicionales: actas del curso efectuado en Tabasco, Campeche, Quintana Roo, México. noviembre 30 a diciembre 10, 1981*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. pp: 86-90.
- Gligo, N. 1990. Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. Diciembre 1990. p. 1.
- Gómez-Pompa, A. 1978. *Ecología y vegetación del estado de Veracruz*. CECSA. México. 91 p.
- Gutiérrez, B.C. 1994. Icacinaceae. En. *Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología-University of California. Fascículo 80. Septiembre, 1994. Xalapa, México. 133 p.
- Haager, J. 1998. *El gran libro de las plantas de interior*. Checoslovaquia. pp: 93, 107.

- Herrera C., N., A. Gómez-Pompa, L. Cruz K. y J.S. Flores. 1993. Los huertos familiares mayas en X-uilub, Yucatán, México. Aspectos generales y estudio comparativo entre la flora de los huertos familiares y la selva. *Biótica*, nueva época 1, 1993:19-36.
- IFPRI. 1995. Visión de la alimentación, la agricultura y el medio ambiente en el año 2020.
- INDIA-INCA. 1978. Manual del avicultor. Quito. 113 p
- INEGI. 1984. Carta edafológica Martínez de la Torre F14 D86. Escala 1:50.000. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección General de Geografía. México.
- INEGI. 1988. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. pp: 12-19.
- INEGI. 1993. Carta topográfica Martínez de la Torre F14 D86. Escala 1:50.000. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección General de Geografía. México.
- Inmink, M.D.C., D. Sanjur and M. Colon. 1981. Home gardens and the energy and nutrientes intake of women and preschoolers in rural Puerto Rico. *Ecology of Food and Nutrition*. 11: 191-199.
- Krishnamurthy, L. 1990. The potential of home garden for nutritional security and ecological protection in rural México. V International Congress of Ecology. Yokohama, Japan.
- Landauer, K and Brazil, M. 1990. Recomendations. In ____ (eds.) Tropical homegardens. Tokyo, Japon. United Nations University Press. pp: x-xv.
- Leff, E. 1994. Ecología y capital: Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. 2da. de. Siglo vii editores-UNAM. México. 437 p.
- Martínez A., M.A., V. Evangelista O., M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O. y A. Wong L. 1995. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 303 p.
- Martínez H., H.A. 1990. Camaldulensis (*Eucalipto camaldulensis*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico N° 158. pp.31.
- Masera, O., M.J. Ordoñez y R. Dirzo. 1992. Emisiones de carbono a partir de la deforestación en México. *Ciencias* 43: 151-153.

- Méndez, E. 1996. Influencia de factores socioeconómicos sobre la estructura agrocológica de huertos caseros en Nicaragua. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 94 p.
- Mc Cracken, J. 1991. Introducción al Sondeo Rural Rápido. En *Lecturas en Extensión. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes*. Quito. pp. 132-169.
- Mc Donald, A. 1994. Convolvulaceae. En. *Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología-University of California. Fascículo 77. Mayo, 1994. Xalapa, México. 133 p.
- Michon, G. and F. Mary. 1990. Transforming Traditional Home Gardens and Related Systems in West Java (Bogor) and West Sumatra (Maninjau). In Landauer, K. y M. Brazil (eds.) *Tropical homegardens*. Tokyo, Japon. United Nations University Press. pp: 169-185.
- Millat, E M., M.D., J.B. Hall and Z. Teklehaimanot. 1996. Structure and floristics of Bangladesh homegardens. *Agroforestry systems* 33: 263-280.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Colegio de Posgraduados*. Chapingo, México. p. 38.
- Monroy, R. y Salazar, Ma E. 1990. Mosaico tecnológico en un huerto tradicional del Valle de Cuernavaca. Resumen. I Encuentro regional en investigaciones de flora y fauna. Tlaxcala. Tlax.
- Monroy, R. y Salazar, Ma E. 1993. Análisis del uso múltiple espacio-temporal en los agroecosistemas morelenses del Valle. Resumen. XII Congreso Mexicano de Botánica. Mérida, Yucatán. p. 178.
- Moreno C., A.M. y M.S. Garay M. 1989. Uso de las plantas para combustible en dos comunidades nahuas: Santa María Cuauhtapanaloyan y Santiago Yancuictlalpan, Mpio. de Cuetzalan, Puebla. In: *Memorias de Primera Reunión Nacional sobre Dendroenergía*. 8-9 de nov. Comp. Fernando Zavala. Chapingo, México. UACH. p. 15.
- Nadal E., A. 1992. Economía ambiental y cambio climático: Externalidades y régimen regulatorio por creación de mercados. El concepto de mercado de emisiones permisibles y sus limitaciones. En. *Estudios Rurales y Asesoría A.C. y GEA A.C.* (eds.) ¿Cómo actuar "juntos" contra el cambio climático?. Mayo, 1995. México. pp: 5-6.
- Nair, P.K.R. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht, Países Bajos. Kluwer Academic Publishers. pp: 85-97
- Nee, M. 1993. Solanaceae II. En. *Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología-University of California. Fascículo 72. Enero, 1993. Xalapa, México. 158 p.

- Nilsson, S. and W. Schopfhauser. 1995. The carbon sequestration potential of a global afforestation program. *Climate Change* 30:267-293.
- Niñez, Vera. 1985. Introduction: household gardens and small-scale food production. *Food and Nutrition Bull.* 7(3):1-5.
- Niñez, Vera. 1987. Household gardens: theoretical and policy considerations. *Agricultural systems* 23: 167-186.
- Okafor, J.C. and E. Fernandes. 1987. The compound farms of south-eastern Nigeria: a predominant agroforestry homegarden system with crops and small livestock. *Agroforestry Systems.* 5: 153-168.
- Ortega, L.M., S. Avendaño, A. Gómez-Pompa y E. Ucán E. 1993. Los solares de Chunchucmil, Yucatán, México. *Biótica, nueva época* 1, 1993:37-51.
- Ortíz, B. y C.A. Ortiz, 1984. *Edafología.* 4ª. Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 374 p.
- Price, N. W. 1989. The tropical mixed garden en Costa Rica. Ph.D. Thesis. The University of British Columbia. 403 p.
- Pinstrup Andersen, P. and Rajul Pandya Lorch. 1995. The supply side of global food security. IFPRI Reprint N° 322. USA.
- Rojas M., G. 1995. Análisis de factibilidad financiera de una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en sistemas agroforestales en Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 117 p.
- Ruenes, M. R. y J. Jiménez O. 1997. Importancia agroecológica de los huertos familiares yucatecos: "Solares". En *Red Gestión de Recursos Naturales. Huertos familiares.* México. 6: 4-13.
- Sáenz, A. 1996. Instrumentación conjunta: la experiencia de Costa Rica. En. *Estudios Rurales y Asesoría A.C. y GEA A.C. (eds.) ¿Cómo actuar "juntos" contra el cambio climático?*. Mayo, 1995. México. pp: 30-32.
- Samson, J.A. *Fruticultura Tropical.* Editorial Limusa. México. pp:27, 182-183.
- Sánchez, P. 1981. *Suelos del trópico. Características y manejo.* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica. 634 p.
- SAGAR. 1995. Características generales del Municipio de Tlapacoyan. Martínez de la Torre. 16 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1985. *Inventario Forestal de Campeche.* Publicación Especial N° 56. Agosto, 1985. México, D.F. pp: 66-81.

- Schroeder, P. 1993. Agroforestry systems: integrated land use to store and conserve carbon. *Climate Research* 3:53-60.
- Sharma, R., E. Sharma and A.N. Purohit. 1995. Dry matter production and nutrient cycling in agroforestry systems of mandarin grown in association with *Albizia* and mixed tree species. *Agroforestry Systems*. 20: 165-179.
- Sherwood, S. 1997. Cultivos de cobertura y sistemas de abonos verdes para pequeños agricultores en regiones tropicales y subtropicales. En *Red Gestión de Recursos Naturales*. México. 7: 41-46.
- Soemarwoto, O., I. Soemarwoto, Karyono, E.M. Soekartadiredja and A. Ramblan. 1985. The javanese home garden as an integrated agroecosystem. *Food and Nutrition Bull.* 7(3):44-47.
- Srinivas, M. N. 1992. Desarrollo del pueblo y para el pueblo. En: *Un mundo de diferencias. Un nuevo marco de trabajo para la cooperación al desarrollo en los años noventa*. Inter Press Service (IPS). San José. Costa Rica. pp: 196-200.
- Standley, P.C and J.A. Steyermark. 1946. *Flora de Guatemala*. Chicago Natural History Museum. Chicago. V24. p. 70.
- Standley, P. 1982. *Tress and Shrubs of Mexico*. Smithsonian Institution-National Museum. Hirschberg, Germany. V23. 1721 p.
- Starker, L.A. 1977. *Fauna Silvestre de México*. 2da. edición. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 600 p.
- Stuart, J.W. 1993. Contribution of dooryard gardens to contemporary yucatecan maya subsistence. *Biótica, nueva época* 1, 1993:53-61.
- Thaman, R. 1990. Mixed Home Gardening en the Pacific Islands: Present Status and Future Prospects. In Landauer K. y M. Brazil (eds.) *Tropical homegardens*. Tokyo, Japon. United Nations University Press. pp: 41-65.
- Toledo, V. M. 1994: La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación de los noventas. *Ciencia*. 34: 43-59.
- Torres, J. A. 1996. Caracterización del agroecosistema naranjo- ovino en Tlapacoyan, Veracruz. Tesis. M.C. Colegio de Posgraduados. Veracruz, México. 150 p.
- Torquebiau, E. 1992. Are tropical agroforestry home gardens sustainable? *Agri. Ecosystems Environ.* 41: 189-207.
- Trabalka, J.R. (ed.). 1995. Atmospheric carbon dioxide and the global carbon cycle. United States De p. of Energy. USA. pp. 113-115.

- Trexler, M.C. and C. Haugen. 1995. Keeping it green: evaluating tropical forestry strategies to mitigate global warming. World Resources Institute. Washington, DC.
- Tudela, F. 1993. Para agarrar lo sustentable por los cuernos. Taller sobre Políticas hacia una Agricultura Campesina Sustentable. México. p. 4.
- Unión Mundial para la Naturaleza UICN. 1991. Resumen Cuidar la Tierra, Estrategia para el Futuro de la Vida. 60 p.
- Viquez, E., A. Prado, P. Oñoro y R. Solano. 1994. Caracterización del huerto mixto tropical en la Asunción, Masatepe, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 1(2): 5-9.
- Whittaker, R.H. and G.E. Likens, 1975. In. Leith, H. and R.H. Whittaker (eds.) Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag. New York. pp: 305-310.

Anexo 1. Agrupación de las especies leñosas para la estimación de volumen y peso seco en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Grupo/ especies	Código	Volumen (m ³)	Peso Seco Leñoso (kg)	Fuente
1. <i>Swietenia macrophylla</i>	001	EXP(-10.0600+1.9816*LN DN+1.0370*LN H)		SARH, 1985
2. <i>Terminalia catappa</i>	002	EXP(-10.177+2.196*LN DN+0.772*LN H)		Martínez, 1990
<i>Salix babylonica</i>	033			
3. <i>Acacia mangium</i>		EXP(-8.2816+2.2534*LN DN)	EXP (-1.58254+1.3791*LN DN)	CATIE, 1992
<i>Annona diversifolia</i>	011			
<i>Persea americana</i>	013			
<i>Persea schiedeana</i>	014			
<i>Annona muricata</i>	016			
4. <i>Brosimum alicastrum</i>		EXP(-9.5342+1.8598*LN DN+0.9699*LN H)		SARH, 1985
<i>Mangifera indica</i>	007			
<i>Pouteria zapota</i>	008			
<i>Ficus</i> sp.	009			
<i>Litchi chinensis</i>	024			
<i>Couepia aff. polyandra</i>	027			
5. <i>Bursera simaruba</i>	004	EXP(-9.8828+1.9218*LN DN+1.0471*LN H)		SARH, 1985
<i>Spondias purpurea</i>	020			
6. <i>Cedrela odorata</i>	029	EXP(-9.6458+1.7939*LN DN+1.0392*LN H)		SARH, 1985
7. <i>Casuarina equisetifolia</i>	006	EXP(-9.0882+1.5402*LN DN+0.9755*LN H)	EXP(-1.3471+1.6990*LN DN+0.3949*LN H)	CATIE, 1991
8. <i>Gliricidia sepium</i>	017		EXP(-2.1698+1.9565*LN DN+0.0376*LN H)	CATIE, 1991
<i>Diphysa robinoides</i>	018			
<i>Pithecellobium dulce</i>	019			
<i>Pimenta dioica</i>	023			
<i>Jatropha curcas</i>	028			

DN = Diámetro normal

H = Altura total

Anexo 1. Continuación....

Grupo/ especies	Código	Volumen (m ³)	Peso Seco Leñoso (kg)	Fuente
9. <i>Guazuma ulmifolia</i>	031		EXP(-1.1607+1.4651*LN DN+0.4483*LN H)	CATIE, 1991
<i>Parmentiera aculeata</i>	021			
<i>Pseudomedia oxyphyllaria</i>	030			
<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	034			
<i>Oecopetalum mexicanum</i>	036			
10. <i>Cocus nucifera</i>	025	(DN ² H) 0.8		
<i>Phoenix canariensis</i>	026			
11. <i>Leucaena leucocephala</i>	032		0.025 (DN ² H)	CATIE, 1991
<i>Delonix regia</i>	003			
<i>Pithecolobium arboreum</i>	042			
<i>Cupania dentata</i>	043			
12. <i>Pinus patula</i>	037		0.196*DN*2.266	Brown <i>et al.</i> , 1989
13. <i>Citrus spp.</i>	039		Tronco: (EXP(5.653+0.595*LN DN ² H))/1000*0.5 Ramas: (EXP(5.484+0.443*LN DN ² H))/1000*0.5	Sharma <i>et al.</i> , 1995
14. <i>Coffea arabica</i>	040	0.7854 (DB ² H) 0.5		
15. Otras:				
<i>Byrsonima crassifolia</i>	005	EXP(-9.4174+1.7639*LN DN+1.0407*LN H)		SARH, 1985
<i>Psidium guajava</i>	010			
<i>Inga spuria</i>	012			
<i>Prunus persica</i>	015			
<i>Tamarindus indica</i>	022			
<i>Inga jinicuil</i>	035			
<i>Cinnamomun zeylanicum</i>	038			

DN = Diámetro normal

DB = Diámetro basal

H = Altura total

Anexo 2. Listado de especies encontradas en los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Especies del estrato arbóreo

Nombre local	Nombre científico	Familia
Aguacate chinina	<i>Persea schiedeana</i> Nees	Lauraceae
Aguacate misanteco	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae
Aguacate oloroso	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae
Aiste, piñón	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae
Almendro	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae
Anona	<i>Annona diversifolia</i> L.	Annonaceae
Cachichín	<i>Oecopetalum mexicanum</i> Greenm. & Thomps.	Icacinales
Capulín de mayo	<i>Ardisia compressa</i> HBK.	Myrsinaceae
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae
Canelo	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees	Lauraceae
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarinaceae
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae
Cocuile	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Leguminosae
Cojón de gato	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i> Blake	Apocynaceae
Chacá	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Chalahuile	<i>Inga spuria</i> Humb. & Bonpl.	Leguminosae
Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seemann.	Bignoniaceae
Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes	Rosaceae
Framboyán	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Rat.	Leguminosae
Frijolillo	<i>Pithecolobium arboreum</i> (L.) Urban	Leguminosae
Garochillo	<i>Cupania dentata</i> DC.	Sapindaceae
Guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i> Lam. De Wit.	Leguminosae
Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i> (HBK.) Radlk.	Sapindaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
Higuera	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Humo	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb) Benth.	Leguminosae
Jinicuil	<i>Inga jinicuil</i> Schlecht.	Leguminosae
Jonote	<i>Heliocarpus donell-smithii</i> Rose	Tiliaceae

Anexo 2. Continuación.....

Nombre local	Nombre científico	Familia
Lima de chichi	<i>Citrus limetta</i> Risso	Rutaceae
Limón persa	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka	Rutaceae
Limón agrio	<i>Citrus limon</i> Burn.	Rutaceae
Litchi	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	Sapindaceae
Majo	<i>Diphysa robinoides</i> Benth.	Leguminosae
Mango petacón	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Mango manila	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Mango resina	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Mango Tommy	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i> H.B.K:	Malpighiaceae
Naranja Mónica	<i>Citrus reticulata</i> Osbeck	Rutaceae
Naranja reina	<i>Citrus reticulata</i> Osbeck	Rutaceae
Naranja Valencia tardía	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Rutaceae
Naranja Valencia temprana	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Rutaceae
Naranja de azúcar	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Rutaceae
Naranja cucha	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindley	Rosaceae
Olopío	<i>Couepia aff. polyandra</i> (H.B.K.) Rose	Chrysobalanaceae
Palma de coco	<i>Cocus nucifera</i> L.	Arecaceae
Palma de dátiles	<i>Phoenix canariensis</i> Horton	Arecaceae
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	Myrtaceae
Pino pátula	<i>Pinus patula</i> Schldl. & Cham.	Pinaceae
Piocho	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> L.	Myrtaceae
Sauce	<i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Leguminosae
Tangerina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
Tepetomate	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donn. Smith	Moraceae
Zapote mamey	<i>Pouteria zapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Sapotaceae
Zapote domingo	<i>Mammea americana</i> L.	Guttiferae
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	Ebenaceae
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Swartz	Leguminosae

Anexo 2. Continuación.....

Estrato arbustivo

Nombre local	Nombre científico	Familia
Astronómica	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae
Bugambilia morada	<i>Bougainvillea glabra</i> Chois	Nyctaginaceae
Café	<i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra	Rubiaceae
Camarón	<i>Pachystachys lutea</i> Nees	Acanthaceae
Clerolindo	<i>Clerodendrum thomsoniae</i> Balf.	Verbenaceae
Cola de acamaya	Aff. a <i>Crossandra</i> sp.	Acanthaceae
Croton	<i>Croton variegatus</i> L.	Euphorbiaceae
Cuernavaca	<i>Montanoa grandiflora</i> (DC.) Sch. Bip.	Compositae
Flor de canasta	<i>Plumbago capensis</i> Thunb.	Plumbaginaceae
Floripondio	<i>Brugmansia x candida</i> Pers.	Solanaceae
Frijol de árbol	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Leguminosae
Galán	<i>Lindenia rivalis</i> Benth.	Rubiaceae
Hoja santa	<i>Piper auritum</i> HBK.	Piperaceae
Ipsora	<i>Ixora coccinea</i> L.	Rubiaceae
Izote	<i>Yuca</i> sp.	Agavaceae
Limonaria	<i>Murraya paniculata</i> Jack	Rutaceae
Lluvia de oro	<i>Croton variegatus</i> L.	Euphorbiaceae
Nopal	<i>Opuntia</i> sp.	Cactaceae
Quiebraplato	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq. Subsp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D. Austin	Convolvulaceae
Ramo de novia	<i>Duranta repens</i> L.	Verbenaceae
Rosa roja	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae
Rosa amarilla	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae
Rosa de Castilla	<i>Rosa centifolia</i> L.	Rosaceae
Rosa verde	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae
Rosa rosa pequeña	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae
Tulipán clavel	<i>Hibiscus</i> sp.	Malvaceae
Tulipán amarillo	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Tulipán blanco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Tulipán japonés	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Tulipán rojo	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Tulipán rosado	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i> Presl.	Caprifoliaceae

Anexo 2. Continuación.....

Especies del estrato herbáceo

Nombre local	Nombre científico	Familia
Acahual amarillo	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	Compositae
Ala de murciélago	<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	Passifloraceae
Calabaza melón	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae.
Calabaza	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae
Cebollina	<i>Allium aff. glandulosum</i> Link & Otto	Liliaceae
Clavelina	<i>Dianthus latifolius</i> L.	Caryophyllaceae
Clavito	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Apocynaceae
Copa de oro	<i>Solandra maxima</i> (Sessé & Moc.) P. Green.	Solanaceae
Coquillo	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae
Corbata	<i>Sansevieria</i> sp.	Liliaceae
Cresta de gallo	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae
Chile verde	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae
Chiltepín de bola	<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill	Solanaceae
Chiltepín pico de pájaro	<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill	Solanaceae
Chile serrano	<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>acuminatum</i> Fring.	Solanaceae
Dalia	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Compositae
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae
Erizo	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Cucurbitaceae
Espárrago	<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth.) Jesso P.	Liliaceae
Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
Escobillón	<i>Callistemon speciosus</i> D.C.	Myrtaceae
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand.	Polemoniaceae
Flor de muerto	<i>Tagetes erecta</i> L.	Compositae
Frijol carita	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Leguminosae
Frijol negro	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Leguminosae
Gardenia	<i>Gardenia augusta</i> (L.) Merrill	Rubiaceae
Guaparrón	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth et Bouché	Phytolaccaceae
Guichin	<i>Verbesina persicifolia</i> DC.	Compositae
Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal.	Solanaceae

Anexo 2. Continuación.....

Nombre local	Nombre científico	Familia
Jabonera morada	<i>Catharanthus roseus</i> Don.	Apocynaceae
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	Euphorbiaceae
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Gramineae
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i> Sims fma. <i>flavicarpa</i>	Passifloraceae
Mejorana	<i>Mejorana hortensis</i> Moench.	Labiatae
Menta	<i>Mentha piperita</i> L.	Labiatae
Mirto	<i>Salvia microphylla</i> HBK.	Labiatae
Mozote blanco	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Compositae
Muicle	<i>Justicia spicigera</i> (Schlecht.) L.H	Acanthaceae
Orégano	<i>Origanum vulgare</i> L.	Labiatae
Pápalo	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Compositae
Papatla de maceta	<i>Canna generalis</i> Bailey	Cannaceae
Papatla roja	<i>Canna edulis</i> L.	Cannaceae
Papatla roja	<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae
Perritos	<i>Torenia fournieri</i> Lind.	Scrophulariaceae
Piñanona	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Araceae
Plátano blanco	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano bolsa	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano chaparro	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano dominico	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano macho	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano morado	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano pera	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano roatán	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae
Plátano Tabasco	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla (híbrido poliploide)	Musaceae

Anexo 2. Continuación.....

Nombre local	Nombre científico	Familia
Quelite morado	<i>Amaranthus caudatus</i> L.	Amaranthaceae
Quintonil verde	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae
Sábila	<i>Aloe barbadensis</i> Mill.	Liliaceae
Sanmiguelito	<i>Zinnia violacea</i> Cav.	Compositae
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Labiatae
Verdolaga de adorno	<i>Mesembryanthemum</i> sp.	Aizoaceae
Verdolaga morada	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
Violeta	<i>Saintpaulia</i> sp.	Gesneriaceae
Yierbabuena	<i>Mentha spicata</i> L.	Labiatae
Zacate estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilger	Gramineae
Zacate guinea	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Gramineae
Zacate limón	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC. Ex Ness) Stapt.	Gramineae
Zacate pangola	<i>Digitaria decumbens</i> Stent	Gramineae
Zacate	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Gramineae

Anexo 3.

Estructura horizontal de los solares de La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz (Figuras 3-8)

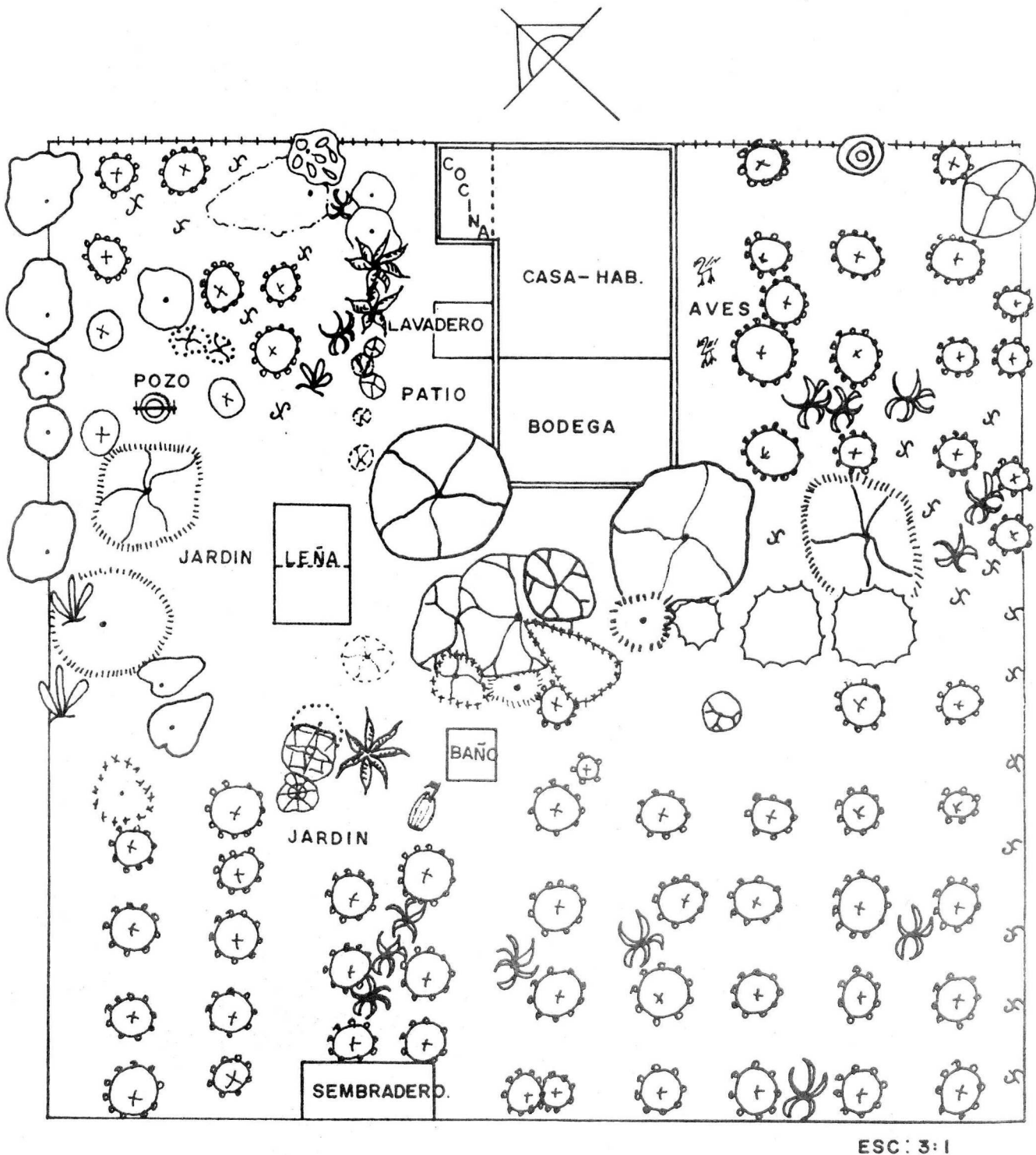


Figura 3. Distribución espacial solar #1 en La Palmilla
Tlapacoyan, Veracruz.

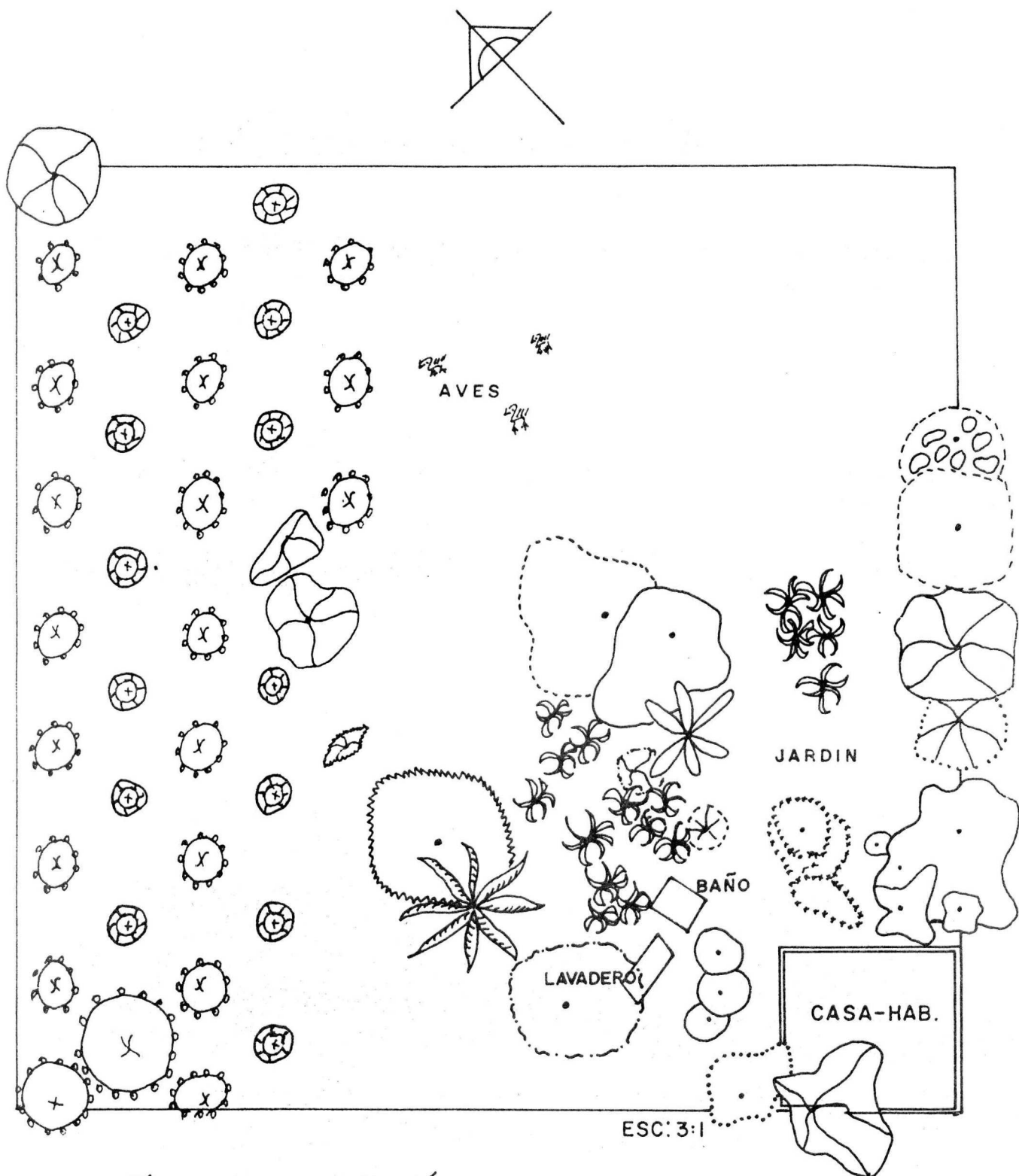


Figura 4. Distribución espacial solar #2 en La Palmilla Tlapacoyan, Veracruz.

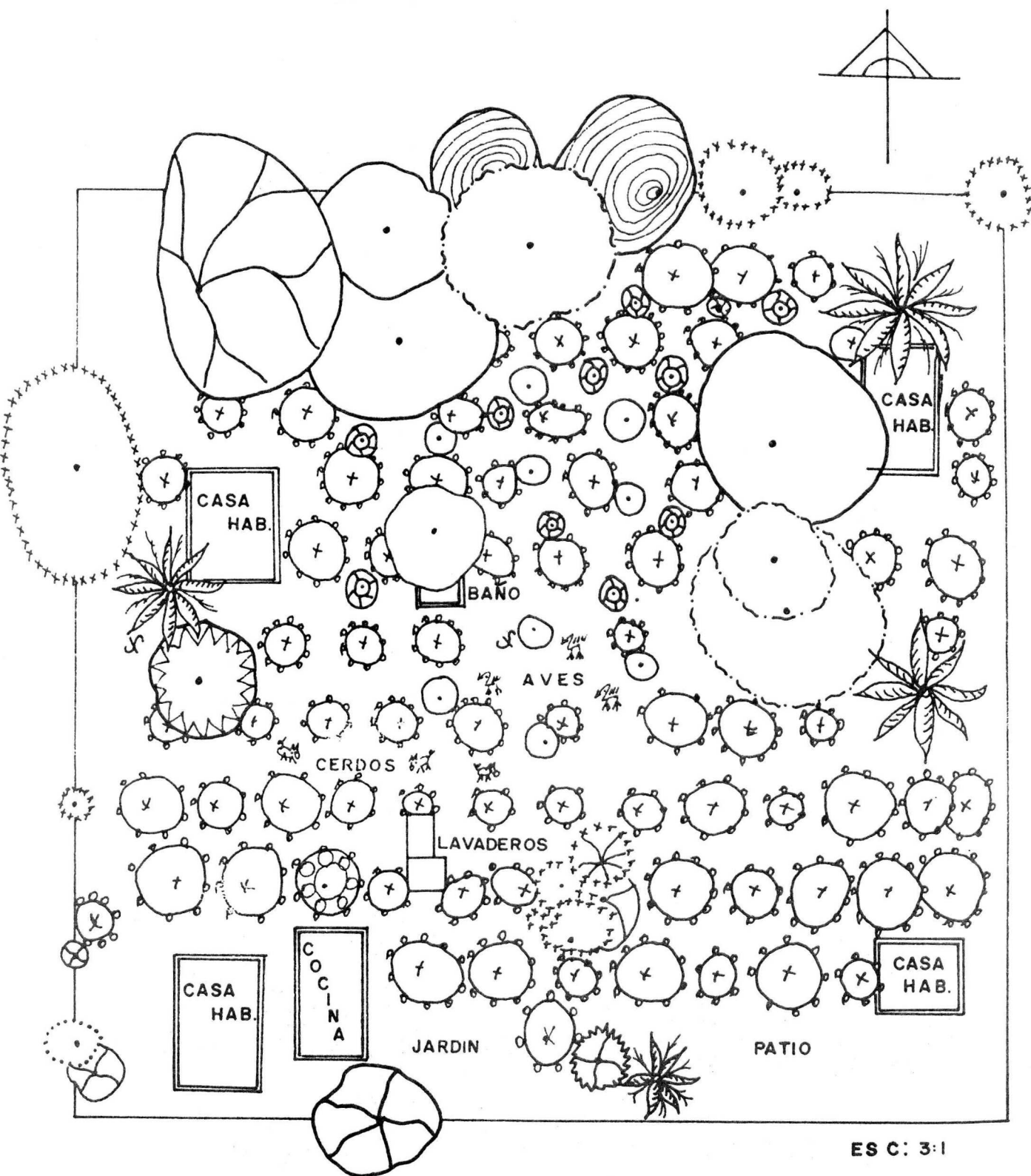


Figura. 5. Distribución espacial solar #3 en La Palmilla Tlapacoyan , Veracruz.

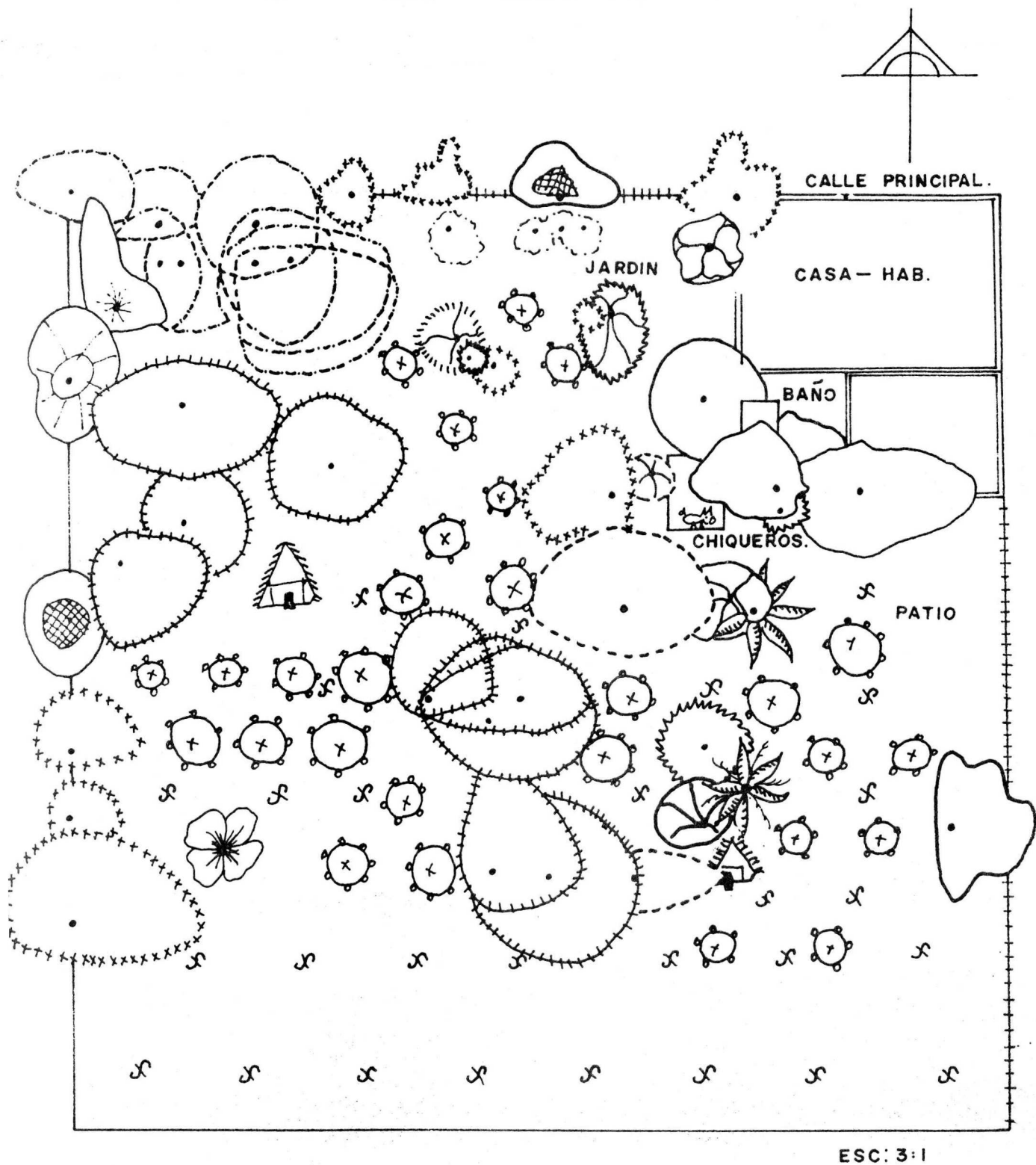
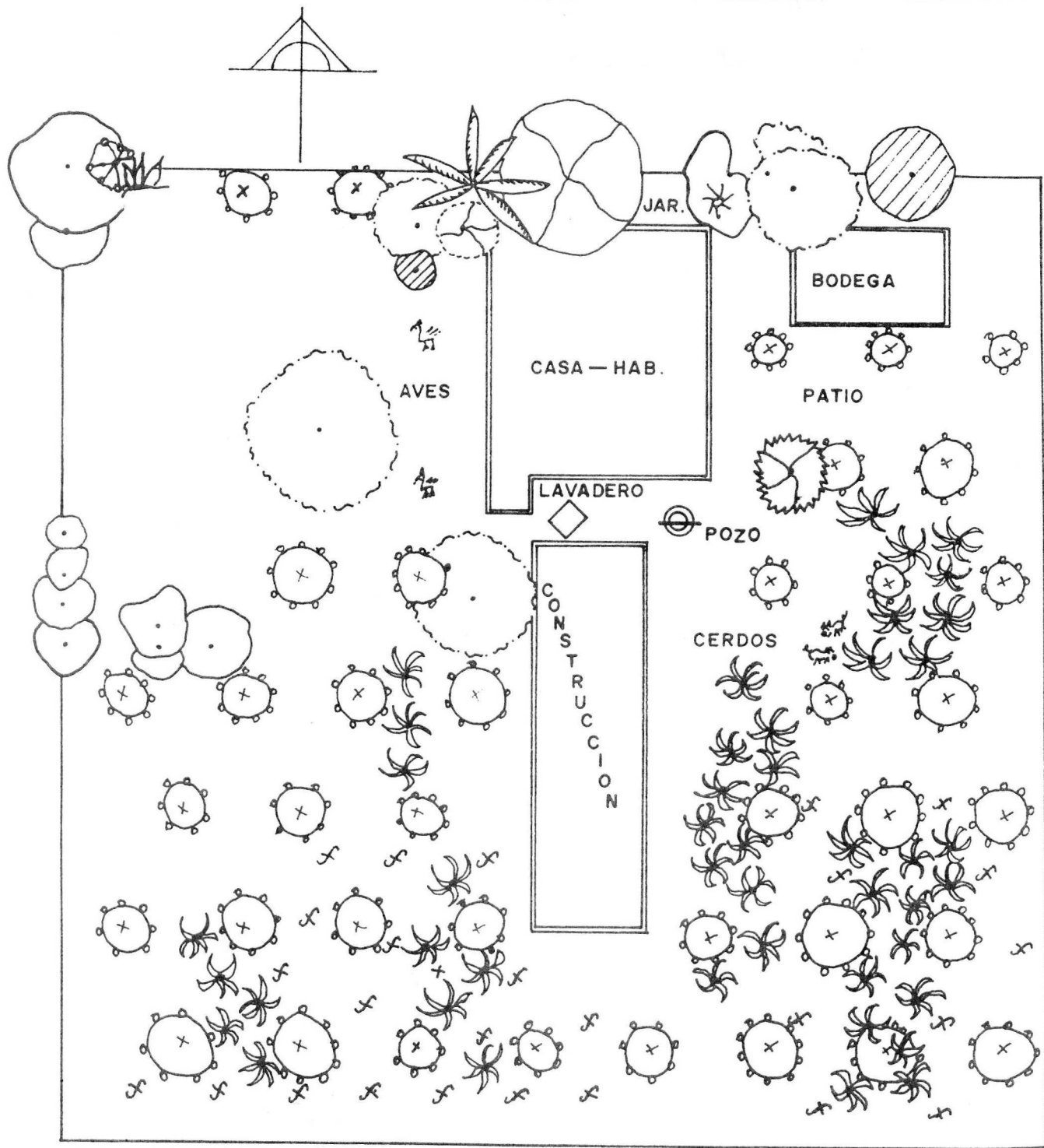


Figura 6. Distribución espacial solar #4 en La Palmilla Tlapacoyan, Veracruz.



ESC: 3:1

*Figura 7. Distribución espacial solar # 5 en La Palmilla
Tlapacoyan, Veracruz.*

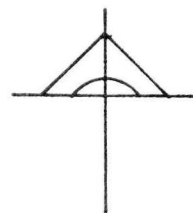
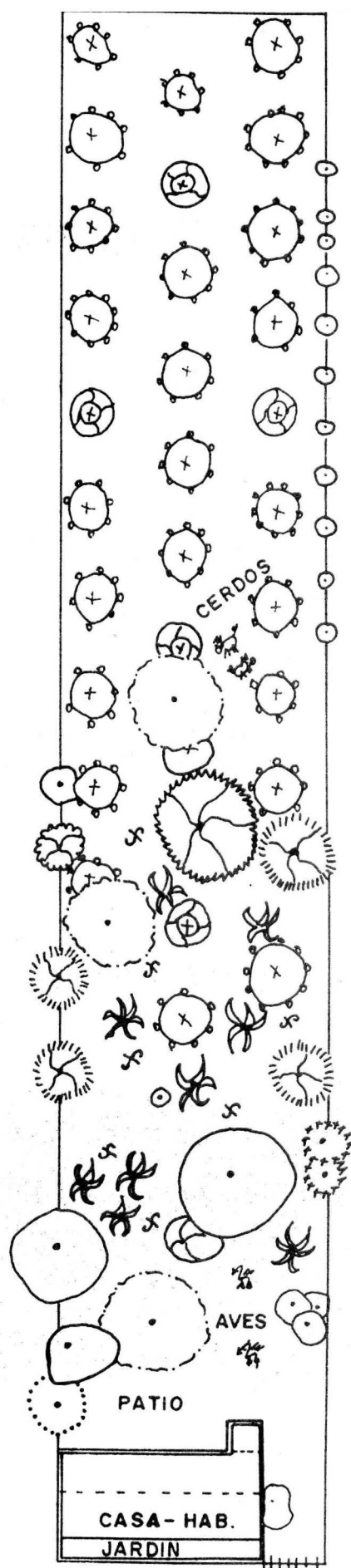


Figura 8. Distribución espacial solar #6 en La Palmilla Tlapacoyan, Veracruz.

ESC: 4=1

SIMBOLOGÍA

Figuras : 3—8 Continuación.....

NOMBRE CIENTÍFICO.

Swietenia macrophylla.

Terminalia catappa.

Delonix regia.

Bursera simaruba.

Byrsonima crassifolia.

Casuarina equisetifolia.

Mangifera indica.

Pouteria zapota.

Ficus sp.

Psidium guajava.

Annona diversifolia.

Inga spuria.

Persea americana.

Persea schiedeana.

Prunus persica.

Annona muricata.

Gliricidia sepium.

Diphysa robinoidea.

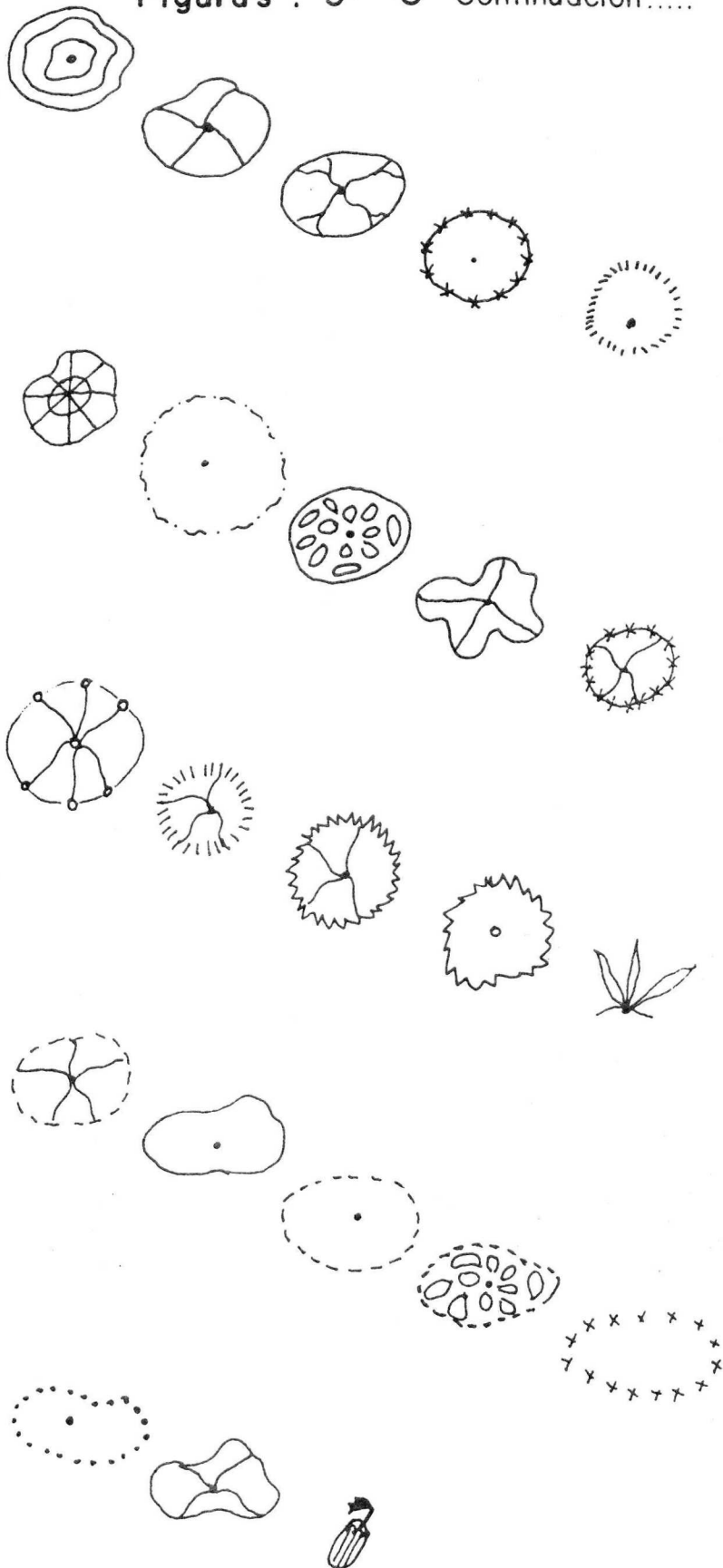
Pithecellobium dulce.

Spondias purpurea.

Parmentiera aculeata.

Tamarindus indica.

Carica papaya.



NOMBRE CIENTÍFICO
Musa sp.

continuación...

Cupania dentata.

Hibiscus rosa sinensis.

Pimenta dioica.

Litchi chinensis.

Cocus nucifera.

Phoenix canariensis.

Couepia aff. polyandra.

Jatropha curcas.

Cedrela odorata.

Pseudomedia oxyphyllaria.

Guazuma ulmifolia.

Leucaena leucocephala.

Salix babylonica.

Tabernaemontana chrysocarpa.

Inga jinicuil.

Oecopetalum mexicanum

Pinus patula.

Cinnamomun zeylanicum.

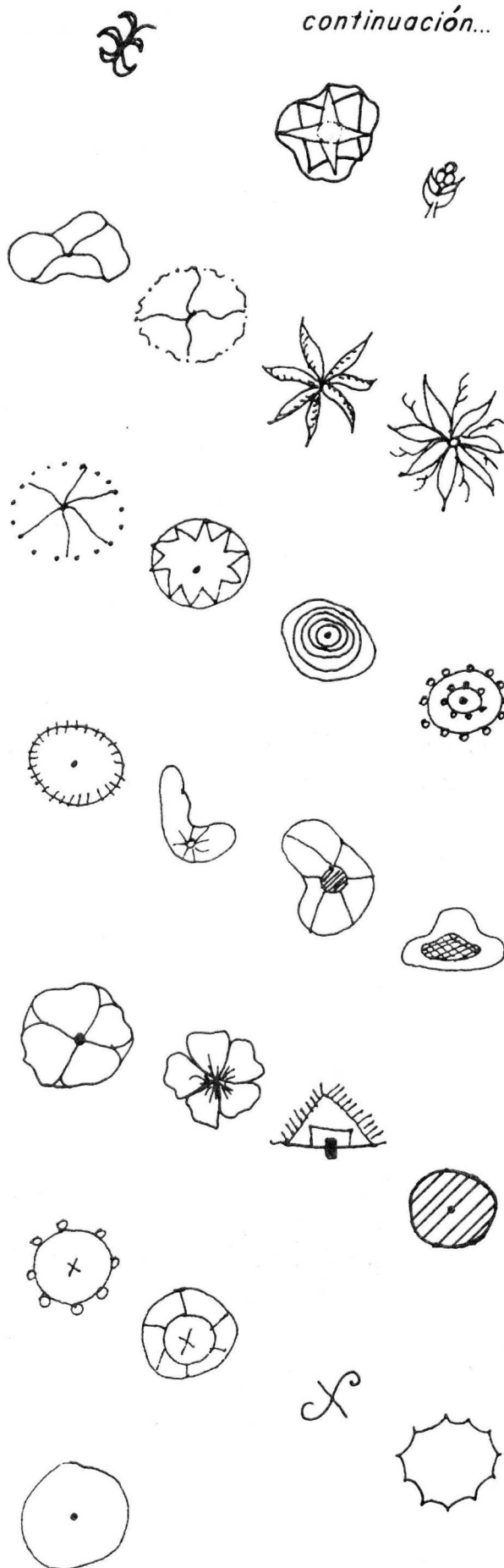
Citrus sinensis

Citrus latifolia.

Coffea arabica.

Pithecollobium arboreum.

Croton variegatus.



Anexo 4. Estimación del consumo de alimento y del aporte de nitrógeno del lote de aves del solar N° 1. La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

Cuadro 4a. Evolución de las existencias de aves.
(1997-1998)

Concepto	Nº
Consumo	25
Venta	20
Regalo	2
Nacimientos	68
Total	115
Muertes	38
Existencias	30

Mortalidad (en relación al total de existencias): 33%

Mortalidad (en relación al total de nacimientos): 56%

Cuadro 4 b. Estimación del consumo diario de alimento

Categoría	Nº	Peso kg	Requerimientos* g/ave	Consumo potencial g/lote	Consumo probable g/ave	Alimento disponible g/lote
< 12 semanas	5	0.5	26	130	22	111
12 a 24 semanas	5	1	57	285	42	209
> 24 semanas	20	2	71	1420	54	1072
Total	30			1835		1392

*Fuente: Cañas, 1995

Estimación del consumo

El consumo probable de alimento/día se calculó tomando como referencia el consumo potencial equivalente a los requerimientos estimados en cada categoría de aves, de acuerdo con la calidad de la dieta (Cuadro 4c).

Cuadro 4c. Composición de la dieta

Alimento	Cantidad		MS		PC		EM	
	g	%	g	%	g	%	Mcal/kg MS	Mcal
Maíz	1250	90	1150	92.0	115	10	3.25	3.73
Tortilla	142	10	128	90.0	10	8	2.80	0.36
Total	1392	100	1278	91.8	125	9	2.94	4.09

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

EM: Energía metabolizable

Cuadro 4d. Estimación del aporte de nitrógeno de las excretas.

Categoría	Excretas ¹	Contenido	MS	Contenido	Total N
	g/ave/día	de MS ² %	g/ave/día	de N %	g
1(5 aves)	30	25	7.5	4.8	1.8
2(5 aves)	60	25	15.0	4.8	3.6
3(20 aves)	100	25	25.0	4.4	22.0
Total g/día					27.4
Total kg/año					8.22
Total kg/ha/año					33.88

Fuente: ¹FAO, 1991a²Fontenot *et al.*, 1983

Anexo 5. Volumen y peso seco por árbol, especie y solar en La Palmilla, Tlapacoyan, Veracruz.

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	Nº	Nº	DN	ALTURA	VOLUMEN		BIOMASA TOTAL	
		SOLAR	ÁRBOLES	MEDIO (cm)	MEDIA(m)	m3	m3	PESO SECO*	
								(Kg/árbol)	(Kg)
1	<i>Swietenia macrophylla</i>	1	1	9.5	9	0.05	0.05	27.32	27.32
2	<i>Terminalia catappa</i>	1	3	14.64	7.83	0.07	0.20	39.86	119.58
2	<i>Terminalia catappa</i>	2	2	17.4	5.4	0.07	0.15	43.72	87.44
2	<i>Terminalia catappa</i>	3	2	6	2.1	0.00	0.01	2.04	4.07
2	<i>Terminalia catappa</i>	5	1	10	6.5	0.03	0.03	14.95	14.95
3	<i>Delonix regia</i>	1	3	9.35	8	0.03	0.10	17.48	52.45
3	<i>Delonix regia</i>	3	1	45.3	7.5	0.77	0.77	384.77	384.77
4	<i>Bursera simaruba</i>	1	2	19.36	3.4	0.08	0.15	26.02	52.03
4	<i>Bursera simaruba</i>	4	9	26.24	6.67	0.28	2.50	94.51	850.57
4	<i>Bursera simaruba</i>	6	2	11.51	3.3	0.03	0.05	9.28	18.56
5	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	2	5.4	5.75	0.01	0.03	6.88	13.76
5	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	1	5	5.2	0.01	0.01	5.41	5.41
6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	1	7.3	6.7	0.02	0.02	16.14	16.14
7	<i>Mangifera indica</i>	1	2	24.13	10	0.35	0.70	183.10	366.20
7	<i>Mangifera indica</i>	2	1	25	7.9	0.30	0.30	155.60	155.60
7	<i>Mangifera indica</i>	3	3	39.38	9.7	0.85	2.55	442.05	1326.14
7	<i>Mangifera indica</i>	4	14	31.76	11.95	0.70	9.77	362.78	5078.87
7	<i>Mangifera indica</i>	5	4	31.14	7.78	0.44	1.77	230.64	922.57
7	<i>Mangifera indica</i>	6	3	20.44	7.67	0.20	0.60	103.97	311.90
8	<i>Pouteria zapota</i>	1	1	3.5	2.7	0.00	0.00	1.36	1.36
8	<i>Pouteria zapota</i>	3	1	46.5	17	2.00	2.00	997.72	997.72
9	<i>Ficus sp.</i>	1	1	22	6	0.18	0.18	90.33	90.33
9	<i>Ficus sp.</i>	3	2	11.05	6.5	0.05	0.11	27.12	54.25
10	<i>Psidium guajava</i>	1	2	10.46	6.1	0.05	0.09	37.57	75.15

DN: Diámetro Normal

* : Estimados según ecuaciones seleccionadas (Anexo 1)

Anexo 5. Continuación.....

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	Nº SOLAR	Nº ÁRBOLES	DN MEDIO (cm)	ALTURA MEDIA(m)	VOLUMEN TOTAL*		BIOMASA TOTAL PESO SECO*	
						m3	m3	(Kg/árbol)	(Kg)
10	<i>Psidium guajava</i>	3	1	6	6.2	0.02	0.02	14.34	14.34
11	<i>Annona diversifolia</i>	1	2	7.07	4.35	0.02	0.04	13.45	26.90
11	<i>Annona diversifolia</i>	4	1	16.3	7.9	0.14	0.14	80.22	80.22
11	<i>Annona diversifolia</i>	5	2	6.16	5.25	0.02	0.03	10.02	20.04
12	<i>Inga spuria</i>	1	1	11.8	6.7	0.06	0.06	36.51	36.51
12	<i>Inga spuria</i>	4	1	13	7.3	0.08	0.08	47.35	47.35
12	<i>Inga spuria</i>	6	4	10.14	7.58	0.06	0.22	31.77	127.09
13	<i>Persea americana</i>	1	1	9	6.2	0.04	0.04	22.53	22.53
13	<i>Persea americana</i>	2	1	2.7	2.1	0.00	0.00	1.72	1.72
13	<i>Persea americana</i>	3	1	7.8	6.2	0.03	0.03	16.59	16.59
13	<i>Persea americana</i>	4	3	12.7	10.9	0.08	0.23	47.05	141.15
13	<i>Persea americana</i>	5	1	13	4.5	0.08	0.08	49.46	49.46
13	<i>Persea americana</i>	6	1	26	10	0.39	0.39	217.67	217.67
14	<i>Persea schiedeana</i>	6	1	3.5	3.2	0.00	0.00	2.99	2.99
15	<i>Prunus persica</i>	1	2	6.97	2.2	0.01	0.02	3.97	7.94
15	<i>Prunus persica</i>	2	1	10.5	7.6	0.06	0.06	29.72	29.72
15	<i>Prunus persica</i>	5	1	12	2.8	0.03	0.03	13.31	13.31
16	<i>Annona muricata</i>	1	2	4.19	4.2	0.01	0.01	4.39	8.79
16	<i>Annona muricata</i>	2	1	4	3.2	0.01	0.01	3.98	3.98
16	<i>Annona muricata</i>	4	1	9.3	4.5	0.04	0.04	24.17	24.17
16	<i>Annona muricata</i>	5	1	5.2	6.2	0.01	0.01	6.97	6.97
17	<i>Gliricidia sepium</i>	1	1	5.3	5.5	0.00	0.00	3.18	3.18
17	<i>Gliricidia sepium</i>	2	4	19.24	5.93	0.06	0.23	39.75	158.99
17	<i>Gliricidia sepium</i>	3	2	40.53	6.75	0.25	0.49	171.59	343.18
17	<i>Gliricidia sepium</i>	4	4	18.41	7.38	0.05	0.21	36.76	147.05

DN: Diámetro Normal

* : Estimados según ecuaciones seleccionadas (Anexo 1)

Anexo 5. Continuación....

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	Nº	Nº	DN	ALTURA	VOLUMEN TOTAL*		BIOMASA TOTAL PESO SECO*	
		SOLAR	ÁRBOLES	MEDIO (cm)	MEDIA(m)	m3	m3	(Kg/árbol)	(Kg)
17	<i>Gliricidia sepium</i>	5	9	9.75	5.31	0.01	0.13	10.47	94.23
17	<i>Gliricidia sepium</i>	6	7	14.19	5.89	0.03	0.22	21.90	153.32
18	<i>Diphysa robinoides</i>	2	2	25.62	10.45	0.14	0.28	71.11	142.21
18	<i>Diphysa robinoides</i>	4	1	21	9	0.10	0.10	47.92	47.92
19	<i>Phithecellobium dulce</i>	2	1	12.7	5.2	0.04	0.04	17.55	17.55
20	<i>Spondias purpurea</i>	2	3	5.17	4.7	0.01	0.03	3.40	10.19
20	<i>Spondias purpurea</i>	3	10	13.98	4	0.05	0.49	19.41	194.08
21	<i>Parmentiera aculeata</i>	2	1	12.5	5.2	0.05	0.05	26.54	26.54
21	<i>Parmentiera aculeata</i>	3	1	4.2	2	0.01	0.01	3.50	3.50
21	<i>Parmentiera aculeata</i>	6	1	15	1.3	0.04	0.04	18.62	18.62
22	<i>Tamarindus indica</i>	2	1	29	9	0.43	0.43	212.67	212.67
22	<i>Tamarindus indica</i>	4	1	11	8.5	0.07	0.07	36.25	36.25
23	<i>Pimenta dioica</i>	2	3	8.63	5.53	0.01	0.04	8.26	24.78
23	<i>Pimenta dioica</i>	4	2	8.67	6.85	0.01	0.02	8.40	16.80
23	<i>Pimenta dioica</i>	6	1	7	6.8	0.01	0.01	5.53	5.53
24	<i>Litchi chinensis</i>	2	1	3.5	2	0.00	0.00	0.95	0.95
24	<i>Litchi chinensis</i>	5	1	6.4	5.5	0.02	0.02	11.56	11.56
25	<i>Cocus nucifera</i>	1	2	8.06	3.2	0.02	0.03	8.32	16.63
25	<i>Cocus nucifera</i>	2	1	23	7.5	0.32	0.32	158.70	158.70
25	<i>Cocus nucifera</i>	4	2	36.67	8.8	0.95	1.89	473.33	946.66
26	<i>Phoenix canariensis</i>	3	4	21.12	8.18	0.29	1.17	145.95	583.80
26	<i>Phoenix canariensis</i>	5	1	34.5	11.9	1.13	1.13	566.56	566.56
27	<i>Couepia aff. polyandra</i>	2	1	13	6.2	0.07	0.07	35.05	35.05
28	<i>Jatropha curcas</i>	3	2	14.03	4.8	0.04	0.09	21.26	42.52
28	<i>Jatropha curcas</i>	4	1	13	3.2	0.04	0.04	18.03	18.03
29	<i>Cedrela odorata</i>	3	2	39.29	13.75	1.00	2.00	419.84	839.68

DN: Diámetro Normal

* : Estimados según ecuaciones seleccionadas (Anexo 1)

Anexo 5. Continuación....

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	Nº	Nº	DN	ALTURA	VOLUMEN TOTAL*		BIOMASA TOTAL PESO SECO*	
		SOLAR	ÁRBOLES	MEDIO (cm)	MEDIA(m)	m3	m3	(Kg/árbol)	(Kg)
30	<i>Pseudomedia oxyphyllaria</i>	3	1	3.8	3.6	0.01	0.01	3.93	3.93
31	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	9	20.47	8.57	0.13	1.21	68.41	615.65
32	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	1	6.7	5	0.01	0.01	5.61	5.61
32	<i>Leucaena leucocephala</i>	5	1	9	5.7	0.02	0.02	11.54	11.54
33	<i>Salix babylonica</i>	4	2	10.01	5.3	0.02	0.04	10.85	21.69
34	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	4	2	15.7	5	0.07	0.15	36.42	72.85
35	<i>Inga jinicuil</i>	4	1	13	7.3	0.08	0.08	47.35	47.35
36	<i>Oecopetalum mexicanum</i>	4	1	15	8.9	0.09	0.09	44.12	44.12
37	<i>Pinus patula</i>	4	1	10.5	8.1	0.01	0.01	4.66	4.66
38	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	5	2	10.3	5.55	0.04	0.08	17.81	35.63
39	<i>Citrus spp.</i>	1	93	8.28	6.3	0.01	1.31	7.04	490.44
39	<i>Citrus spp.</i>	2	37	5.72	3.28	0.01	0.24	3.26	85.21
39	<i>Citrus spp.</i>	3	95	7.4	3.39	0.01	0.84	4.41	303.12
39	<i>Citrus spp.</i>	4	28	8.76	3.53	0.01	0.30	5.44	111.87
39	<i>Citrus spp.</i>	5	40	16.28	4.58	0.03	1.00	12.55	390.10
39	<i>Citrus spp.</i>	6	34	12.62	5.53	0.02	0.71	10.49	273.97
40	<i>Coffea arabica</i>	1	17	7.02	2.35	0.00	0.08	2.77	47.16
40	<i>Coffea arabica</i>	3	10	11.05	2.85	0.01	0.14	8.34	83.36
40	<i>Coffea arabica</i>	4	25	9.53	2.35	0.01	0.21	5.11	127.82
40	<i>Coffea arabica</i>	5	30	10.8	2.4	0.01	0.33	6.71	201.17
40	<i>Coffea arabica</i>	6	6	13	3.2	0.02	0.13	12.95	77.73
42	<i>Phithecelobium arboreum</i>	1	3	5.61	4.7	0.01	0.02	3.70	11.09
43	<i>Cupania dentata</i>	1	2	7.29	6.2	0.02	0.03	8.24	16.47

DN: Diámetro Normal

* : Estimados según ecuaciones seleccionadas (Anexo 1)

MIEMBROS DEL COMITÉ ASESOR

Juan Antonio Leos Rodríguez, Dr., Coordinador General de Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo, UACH.

L Krishnamurthy, Dr., Director del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo, UACH.

Ernestina Cedillo Portugal, M. C., Profesora Investigadora del Área de Biología del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, UACH.

