



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

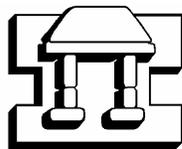
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**Caracterización del Sistema Agroforestal: "Huerto Familiar"
y propuesta de un modelo de huerto poliespecífico en la
zona seca del Alto Mezquital "Dexthí, Hidalgo".**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A:
GONZALEZ ESPINOSA OSCAR GABRIEL

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. FRANCISCO LOPEZ GALINDO



IZTACALA

Los Reyes Iztacala. Estado de México

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Este trabajo de tesis está dedicado:

- ☞ A Sara y Luis, por su apoyo incondicional, por sus consejos, por su preocupación y protección, por seguirme tratando como su niño a mis 24 años, por su amor y por hacerme amarlos cada día más e impulsarme a superarme cada día para nunca decepcionarlos, a mis padres por hacer de mi la persona que ahora soy.*
- ☞ A la persona más importante en mi formación profesional, por sus críticas, burlas y retos, por ponerme nervioso al poner a su juicio un protocolo o comentario, aún más que con mis profesores, a mi hermano, el M. en C. Jorge Eduardo por su extraña forma de quererme.*
- ☞ A Mónica y Chabe que a pesar de estar loquitas siempre están ahí cuando las necesito.*
- ☞ A todos mis primos, por recordarme que la amistad no tiene edad y hacerme olvidar mis problemas cuando estamos juntos*
- ☞ A mis tíos, por enseñarnos a mí y a mis primos a vivir como hermanos, por estar ahí, por querernos, preocuparse y apoyarnos cuando lo necesitamos.*
- ☞ A mis compañeros y cómplices de aventuras, Juan, Alejandro, Osvaldo y Climaco, por acompañarme todos estos años.*

- ☞ *A la persona que en aquel momento me demostró que todo puede ser mejor, a esa persona que cuando mi vida era perfecta y pensé que no podía ser mejor llego para ponerle un toque especial a mi vida, a mi soporte técnico, por hacerme mas corta la carrera, por apoyarme, por amarme y ponerme una nueva meta en la vida, a mi esposa Perla, por la magia que nos une.*

- ☞ *A esas personitas que me apoyaron inconscientemente, a ellos que hicieron de mí una mejor persona, a ellos que quieren desinteresadamente, a ellos que quiero dar siempre el mejor ejemplo, a ellos que sin saberlo me hicieron salir de una etapa muy difícil, a ellos que me mostraron un lugar donde esconderme de la realidad, a Ricky, Flor y Tlali, por recordarme que nunca dejamos de ser niños.*

- ☞ *A la luz que me dio el último impulso en este conflictivo camino de la titulación, por dirigir los sueños que había perdido, por darme nuevos motivos para luchar en esta vida, a mi hijo Demian, porque cada paso que doy es por ti, para darte una mejor vida...*

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Francisco López Galindo, por la dirección, paciencia, enseñanza y apoyo para la culminación de este trabajo de tesis.

A los miembros del jurado, Dr. Diodoro Granados Sánchez, M. en C. Ismael Aguilar Ayala, M. en C. Daniel Muñoz Iniestra, M. en C. Gumersindo de la Cruz Guzmán por sus valiosas aportaciones para el enriquecimiento de este trabajo de tesis.

A todos mis profesores de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, que durante estos años han sido parte importante en mi formación profesional.

A la comunidad Hña-hñu, por su amistad, ayuda y colaboración para la realización de este trabajo, ya que sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1. INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. ANTECEDENTES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1. MARCO DE REFERENCIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS ÁRIDAS .	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3. PROBLEMÁTICA DE LAS ZONAS ÁRIDAS EN EL ESTADO DE HIDALGO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.4. TIPOS DE AGROECOSISTEMAS EN LAS ZONAS SECAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.5. DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS HUERTOS FAMILIARES	14
3. OBJETIVOS	17
3.1. OBJETIVO GENERAL:	17
3.2. OBJETIVOS PARTICULARES:	17
4. MATERIAL Y MÉTODOS	18
4.1. AREA DE ESTUDIO	18
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS HUERTOS FAMILIARES	21
4.3. DISEÑO DE UN HUERTO FAMILIAR POLIESPECÍFICO MULTISTRATIFICADO	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL AGROECOSISTEMA HUERTO FAMILIAR	25
5.2 CARACTERIZACIÓN DEL HUERTO FAMILIAR	25
5.2.1 Agrobiodiversidad.....	25
5.2.2 Estructura horizontal	33
5.2.3 Estructura Vertical.....	52
5.2.4 Flujo de energía y reciclado de materia	54
5.2.5 Manejo y aprovechamiento	56
5.3 PROPUESTA DE UN MODELO AGROECOLÓGICO DE HUERTO FAMILIAR.....	65
5.3.1 Aspectos agroecológicos necesarios en el establecimiento de un huerto familiar.	66
5.3.2 Siembra de hortalizas	77
5.3.3 Composta.....	78
5.3.4 Diseño del huerto	80
6. CONCLUSIONES	82
7. SUGERENCIAS Y COMENTARIOS FINALES	84
8. LITERATURA CITADA	85
9. ANEXOS	90

RESUMEN

En las áreas rurales se observan altas tasas de deforestación, procesos acelerados de degradación de suelos y pérdidas de especies de flora y fauna silvestre, la erosión del capital natural reduce sensiblemente la posibilidad de las personas de obtener ingresos a partir del manejo de sus recursos naturales, en tales condiciones se desarrollan técnicas que conjugan las actividades agrícolas, pecuarias y forestales con el fin de optimizar la producción por unidad de área de acuerdo al principio de rendimiento sostenido como los huertos familiares que son sistemas agroforestales multiestratos en donde los componentes de la producción están mezclados espacialmente. El presente estudio proporciona información general que permite orientar el diseño y establecimiento de huertos familiares en la zona seca del Alto Mezquital, el Dexthí-San Juanico, Hidalgo; para esto se caracterizaron tres huertos familiares en base a su distribución horizontal, vertical y uso de especies, así como su flujo energético, manejo y aprovechamiento del huerto encontrando una riqueza específica de 79 especies distribuidas en 6 subsistemas de producción bien definidos: Barreras Biológicas, Medicinal, Ornamental, Frutal, Cultivos y Animal formando tres pisos de estratificación vertical. El manejo que se realiza en los huertos familiares de la zona de estudio se basa principalmente en conocimientos tradicionales que se transmiten de generación en generación teniendo como destino final la mayoría de los productos el autoconsumo. Con base en estos resultados se establecieron las especies estructurales que dan fisonomía y estructura a los huertos familiares y se realizó una propuesta para el establecimiento de un huerto familiar con fenotipos adaptados climáticamente a la zona, por lo que, la probabilidad de éxito es mayor manteniendo la posibilidad de obtener una productividad y productos diversificados a lo largo del año.

1. INTRODUCCIÓN

En las áreas rurales se observan altas tasas de deforestación, procesos acelerados de degradación de suelos y pérdidas de especies de flora y fauna silvestre, la erosión del capital natural reduce sensiblemente la posibilidad de las personas de obtener ingresos a partir del manejo de sus recursos naturales. De los 2.1 millones de hectáreas que conforman el Estado de Hidalgo, el 30 % es tierra susceptible de ser cultivada, la proporción de tierra que se destina actualmente a la agricultura es de 16 %, pero solo el 23 % de estos cuenta con riego y el resto es de temporal, una gran proporción con lluvias escasas y una tendencia a disminuir por deterioro al ecosistema. Los procesos mas intensos de erosión se registran en las zonas áridas y semiáridas del estado, en esta región el sobrepastoreo, la apertura de suelos a cultivos de producción marginal, la sobreexplotación de algunas especies no maderables y la agricultura de riego con uso de aguas residuales y agroquímicos son los sistemas productivos que necesariamente deberán ser transformados a una producción sostenible. (Velasco, 1982).

El manejo y uso sustentable de la Biodiversidad local, el aumento de la biomasa por unidad de producción, el manejo y mejoramiento de los suelos, el manejo y control de plagas sin contaminar a los consumidores, los suelos, los ríos y las lagunas, son algunos de los principios agroecológicos desarrollados por la agricultura de varios pueblos indígenas (Boege, 2000). Dentro de estas técnicas agroecológicas se encuentran los huertos familiares, prácticas de uso de la tierra que incluyen un manejo deliberado de árboles y arbustos de usos múltiples en una combinación interactiva con cultivos y animales dentro de los componentes de las casas individuales. Los huertos familiares son sistemas agroforestales multiestratos en donde los componentes de la producción están mezclados espacialmente, el huerto familiar no es homogéneo, existen variaciones marcadas en la composición de las especies, sus arreglos estructurales, importancia relativa de componentes de la producción,

papel o propósito del huerto e ingreso de beneficios monetarios para la familia en cualquier área dada (Krishnamurthy, 1999).

Se han logrado avances considerables respecto a las técnicas agropecuarias y se han obtenido resultados positivos en diferentes niveles sociales, económicos y ambientales; sin embargo se reconoce que existe una considerable diferencia entre el conocimiento científico y los conocimientos tradicionales locales en muchas zonas de tierras secas, por lo que el panorama general de las comunidades rurales sigue empeorando, para reducir esta diferencia es necesario integrar conocimientos tradicionales documentados y validados con conocimientos científicos modernos; por lo tanto las posibilidades de aprovechamiento de los recursos vegetales de las zonas áridas de México dependen de investigaciones dirigidas a entender el conocimiento tradicional como el uso de los huertos familiares poco estudiados y ampliamente distribuidos en el medio rural.

2. ANTECEDENTES

2.1 Marco de referencia

Se tiene suficiente información para afirmar que los huertos familiares son de origen prehispánico, la evidencia arqueológica señala que la población que se sostenía antiguamente en las tierras bajas excedía con ventaja a la actual (González-Jácome, 1985 citado en Jiménez-Osorio, 1999; Harrison, 1980); hoy en día los huertos familiares tienen una amplia distribución en Mesoamérica y son conocidos con diferentes nombres: huerto casero, huerto mixto, solar, patio, traspatio, *kuaros*, entre otros; su contribución a la producción global de alimentos se ignora, pero es muy importante en la economía familiar y seguridad alimentaria. Muchos grupos de investigación nacionales e internacionales han estudiado los sistemas agroforestales y se ha producido nueva información desde la época de los 90's, aunque la mayoría de investigaciones sobre agroforestería se realiza en zonas tropicales (Ruenes y Jiménez-Osorio, 1997 y Muschler *et al.*, 2001).

Estudiando más de 120 casos de huertos caseros en climas templados y tropicales bajo diferentes situaciones socioeconómicas en México; Krishnamurty (1990) distinguió tres tipos de huertos familiares: a) *huertos de subsistencia* manejados por el trabajo familiar usando herramientas simples con bajos insumos, contribuyen al ingreso nutricional pero con ningún ingreso monetario; b) *huertos semicomerciales*, además de proveer seguridad nutricional son la principal fuente de ingreso monetario para las familias de bajos ingresos; c) *huertos comerciales* manejados intensivamente con grandes insumos, el propietario se especializa generalmente en un solo producto, el hábitat, diversidad de especies, fenología, prácticas de manejo y técnicas de comercialización de estos huertos son similares a aquellas de la producción agrícola de un solo cultivo; López (1991), realizó una caracterización agroecológica del ejido Acayuca y áreas aledañas en el Estado de Hidalgo, con el fin de valorar las condiciones productivas de la zona y proponer una serie de acciones para contribuir a la elevación del desarrollo rural sustentado en el manejo integral de recursos definiendo

tres niveles jerárquicos de investigación, considerando uno de estos los agroecosistemas locales como huertos familiares, realizando la caracterización en función de criterios ecológicos y socioeconómicos aplicando un enfoque sinóptico y analítico, a través de la Teoría General de Sistemas; por otro lado en 1999 mediante el programa de manejo integral de recursos e investigación participativa en el Alto Mezquital, creó diez proyectos entre los cuales se encuentra el manejo de huertos familiares, seleccionando huertos con la mejor disposición espacial de sus elementos y líneas de producción bien definidas y mayor diversidad, en dónde se aplicaron técnicas de reproducción sexual y asexual; Méndez *et al.* (2001) mediante un análisis interdisciplinario de huertos familiares en Nicaragua, relacionó las variables agroeconómicas y socioeconómicas con la microzonación, diversidad, uso de especies e importancia socioeconómica, encontrando diez microzonas con una alta diversidad de especies, asegurando que no existe relación entre la inversión de labores y el tipo de zona o número de especies presentes; Osorio (1997), caracterizó la estructura y función del solar maya desde su perspectiva como un agroecosistema, describiendo la diversidad en su composición taxonómica, estructura vertical (Fig. 1) y horizontal (Fig. 2), manejo y aprovechamiento a partir de los subsistemas de producción, además de analizar la interacción que la familia maya conlleva con el solar; Tamayo (1995) describió las características agroecológicas del sistema “huerto familiar” en el municipio de Comalcalco, Tabasco; determinando su estructura y función, así mismo caracterizó los procesos de trabajo y manejo del sistema y determinó los usos y diversidad de especies útiles que conforman al sistema agroforestal “huerto familiar” de la región; del mismo modo Jiménez-Osorio *et al.* (1999) realizaron una descripción de las técnicas agropecuarias en los solares de la península de Yucatán mediante la elaboración de un listado florístico, establecimiento de especies estructurales, producción de hojarasca anual por solar y el aporte de las 10 especies más importantes, así como el contenido de N, P y C por especie; Raya (1989) definió los tipos de agricultura y aprovechamiento de los recursos mediante el uso del criterio

ecológico, estableció la dinámica de los sistemas agrícolas y realizó el análisis del flujo de materia y energía mediante el uso de diagramas utilizando la simbología propuesta por Odum (1981) (Diagrama 1); Levasseur *et al.* (2000), realizaron un estudio de los sistemas agroforestales tradicionales en la comunidad maya de San José Belice, mediante la descripción de la milpa, cacao bajo árboles de sombra y huertos familiares, además de su relación con las necesidades de la familia, destacando la importancia de los sistemas agroforestales para satisfacer en un 62 % necesidades alimenticias de la familia.

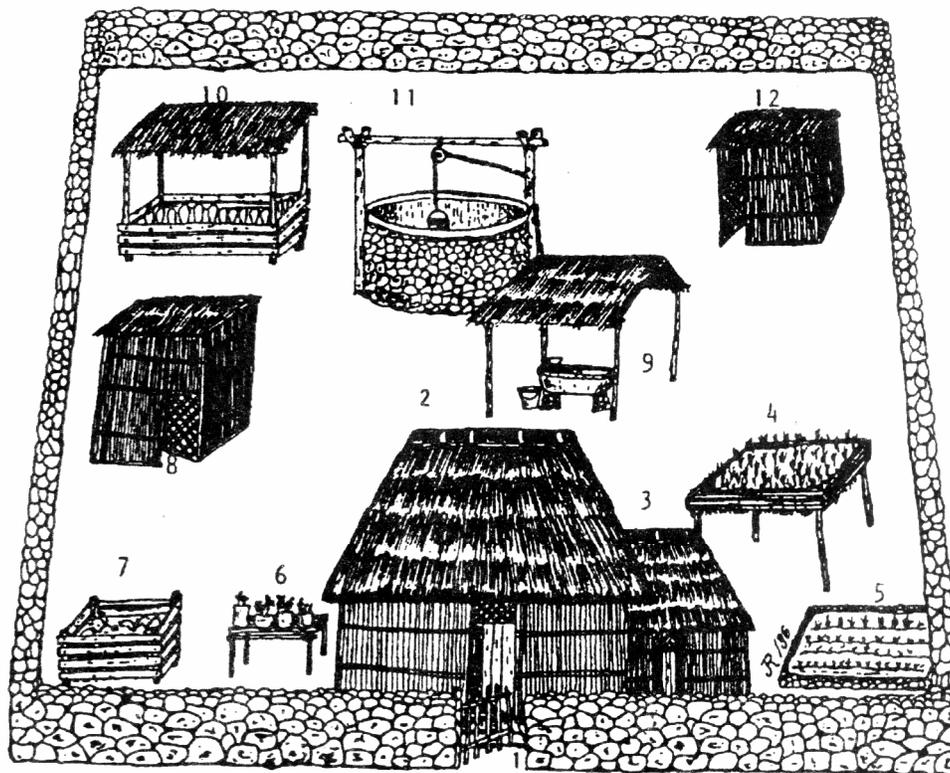


Fig. 1. Distribución horizontal del solar Maya. 1. Albornal, 2. Casa-habitación, 3. Cocina, 4. Ka'anché, 5. Era, 7. Chiquero, 8. Gallinero, 9. Lavadero, 10. Granero, 11. Pozo, 12. Baño. (Tomado de: Osorio, 1997).

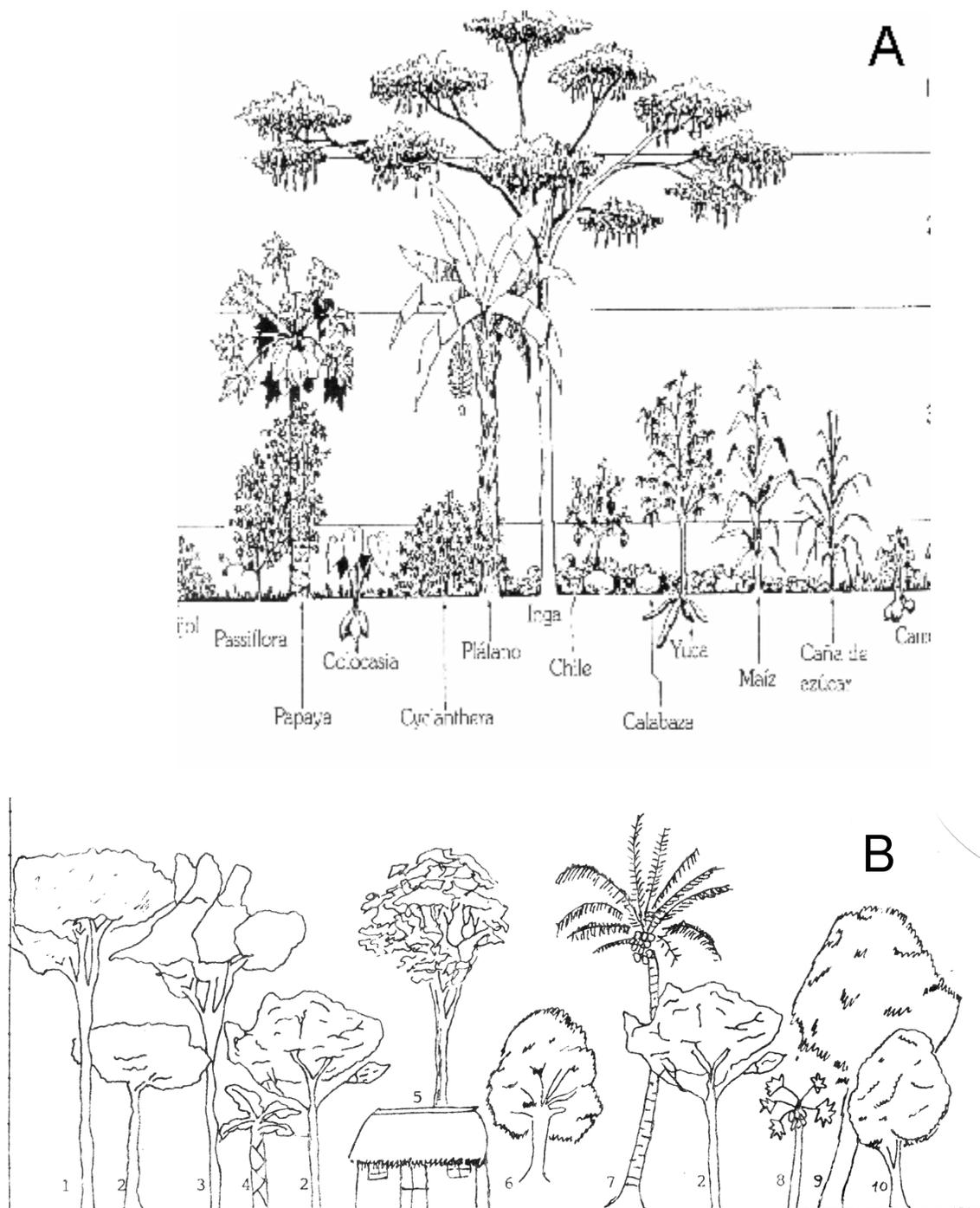


Fig. 2. A: Composición de especies y estructura vertical de los huertos caseros en áreas tropicales (Niñez 1985. In: Krishnamurth, 1999). B: Estructura vertical del Huerto: 1. *Pimenta dioica*, 2. *Theobroma cacao*, 3. *Bursera simaruba*, 4. *Musa paradisiaca*, 5. *Cedrela odorata*, 6. *Tamarindus indica*, 7. *Cocos nuctifera*, 8. *Carica papaya*, 9. *Persea americana*, 10. *Citrus aurantifolia*.

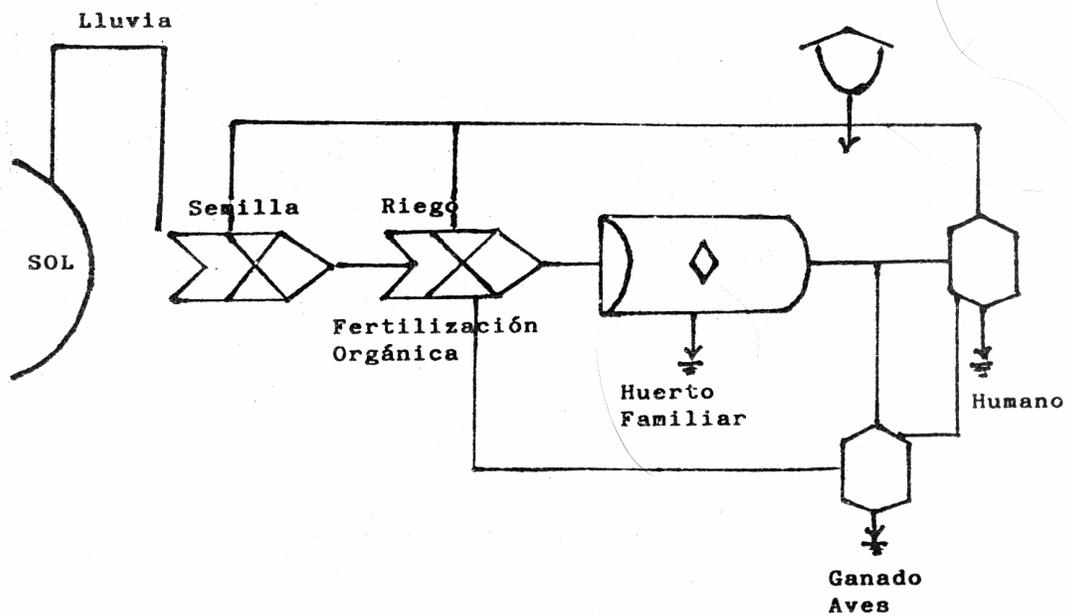


Diagrama 1. Flujo de energía en un huerto familiar. La fuente primaria de energía, el sol, además de la lluvia y semilla permiten tener en producción al huerto familiar del cual se obtienen frutos y vegetales tanto para consumo humano como para aves y ganado. La existencia de este espacio permite la posterior utilización del agua y los desechos orgánicos reciclándolos (Raya, 1989).

Negreros-Castillo *et al.* (1999) con la ayuda del huerto familiar establecieron sistemas de producción que permiten conservar las especies de mayor valor identificando y describiendo los cultivos adecuados para diferentes etapas de desarrollo de la vegetación secundaria, además de incorporar el conocimiento local en la descripción de cultivos y rescatar el conocimiento local sobre cultivos nativos; Oteng'I *et al.* (2000) realizaron un estudio sobre protección contra el viento con ayuda de setos en sistemas agroforestales en una zona árida, cuantificando y entendiendo los efectos de la protección por una combinación compleja de setos y árboles agroforestales, bajo la variación de la dirección del viento; Nautiyal (1998) realizó una descripción de los sistemas agroforestales en el paisaje rural determinando la densidad de árboles, especies utilizadas por la comunidad, energía e insumos económicos invertidos y producción de alimentos, combustibles, granos y otros productos en tres sistemas agroforestales, incluyendo los huertos familiares; Schroth *et al.* (2001) estudiaron la interacción planta-suelo en sistemas agroforestales basado en la cosecha de los árboles analizando los beneficios en comparación con sistemas menos diversos como los monocultivos y sistemas basados en cosechas anuales, identificando los problemas para mantener la fertilidad del suelo y proponiendo caminos para optimizar estos sistemas y beneficiar al ambiente; Castillo (2001) describió los diferentes sistemas agrícolas denominados “nainu”, lo cual consistió en la obtención de información general sobre el uso de la tierra encontrando que estos sistemas están siendo poco a poco improductivos por la poca transmisión.

2.2 Características generales de las zonas áridas e importancia de su flora

La cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México es muy variada desde el punto de vista fisonómico, la insolación suele ser muy intensa y la humedad atmosférica en general baja, en consecuencia la evaporación y la transpiración alcanzan valores altos, se pueden observar prácticamente todo tipo de condiciones topográficas, con suelos de drenaje deficiente y un contenido de materia orgánica bajo, pero con nutrientes en general abundantes, en el perfil del suelo se encuentra muchas veces un horizonte de concreciones de carbonato de calcio llamado localmente caliche. Ahora bien los diferentes índices de precipitación y temperatura que presentan dichas regiones generan diferentes tipos de clima, por lo que la aridez varía de un lugar a otro y lo mismo ocurre con la vegetación xerófila (Rzedowski, 1986 y Zamudio *et al.*, 1992).

La flora característica de las zonas desérticas suelen incluir por lo general un número considerable de especies susceptibles de aprovecharse por el hombre, hoy en día este aprovechamiento se encuentra muy diversificado pero poco tecnificado; unas cuantas especies en cambio han sido objeto de explotación intensiva con fines de comercio o industrialización en escala más o menos importante, como la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), el orégano (*Lippia graveolens*), el agave pulquero (*Agave atrovirens* y *A. salmiana*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*). Debido a la falta de recursos el hombre que habita en regiones áridas se empeña más en obtener provecho de la vegetación natural que el que vive en áreas con suficiente agua. (Rzedowski, 1957; UNAM, 2002 y Ríos, 1978).

2.3 Problemática de las zonas áridas en el Estado de Hidalgo

Las zonas áridas son consideradas las menos afectadas por la actividad del hombre debido a las condiciones climáticas que no son favorables para el desarrollo de la agricultura ni al de una ganadería intensiva y el aprovechamiento de las plantas silvestres es asimismo limitado, la densidad de la población humana se mantiene baja y en algunas regiones se encuentran casi completamente despobladas. El uso más frecuente de estas zonas es la ganadería, siendo las cabras los animales más frecuentes, aunque en muchas partes se pastorean también bovinos, caballos, burros y borregos. Un ejemplo de esto es el Estado de Hidalgo, en donde las condiciones de atraso económico, atomización de la tierra, desorganización de los productores, insuficiencia de servicios básicos e infraestructura y la ausencia de una cultura de protección y cultivo sustentable son factores que inciden en la baja contribución de producto y bienestar de los recursos naturales y generan condiciones de rezago económico en su población y comunidades, su economía muestra un desarrollo desigual que se traduce en la presencia de diferentes grados de progreso económico y bienestar social entre las regiones que integran la entidad, la pobreza existe en mayor porcentaje en el medio rural en donde se observan altas tasas de deforestación, procesos acelerados de degradación de suelos y pérdida de especies de flora y fauna silvestre, la erosión del capital natural reduce las posibilidades de las personas de obtener ingreso a partir del manejo de sus recursos naturales. Se observa que aproximadamente el 77 % de la superficie de labor en el estado corresponde a cultivos de temporal, estos son muy vulnerables y dependientes de fenómenos naturales, lo que impide su diversificación y limita el cultivo a los que tienen mayor resistencia a los cambios de clima, como son el maíz y la cebada (Velasco, 1982).

2.4 Tipos de agroecosistemas en las zonas secas

En general, las modificaciones que realiza el humano para producir alimentos tienden a ir de mayor heterogeneidad a la homogeneidad y de sistemas complejos a sistemas más simples, con el uso de agroecosistemas intensivos en los que se manejan monocultivos muchas veces con el mismo genotipo, los cuales dependen de insumos agroquímicos para su mantenimiento y tienden a uniformar los hábitats para facilitar el empleo de la tecnología generada y disminuir la mano de obra, se realizan transformaciones que alteran los procesos ecológicos, tales como: flujo de energía, ciclos de nutrimentos, mecanismos de regulación de poblaciones y resiliencia (Cuadro 1). En tales condiciones se han desarrollado técnicas que conjugan las actividades agrícolas, pecuarias y forestales con el fin de optimizar la producción por unidad de área de acuerdo al principio de rendimiento sostenido como los sistemas tradicionales de cultivos múltiples, denominados sistemas agroforestales (Jiménez-Osorio *et al.*, 1999).

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociaciones con cultivos agrícolas y animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal. Dentro de los sistemas agroforestales se encuentra el sistema de producción a pequeña escala denominado huerto familiar (Diagrama 2), considerado como uno de los agroecosistemas tradicionales menos estudiados y muy usuales en el medio rural (Musálem, 2001 y Tamayo, 1995).

Cuadro 1. Comparación de procesos que ocurren en los sistemas ecológicos (Jiménez-Osorio, 1999).

Procesos ecológicos	Ecosistema	Agroecosistema de monocultivos
<i>Flujo de energía</i>	Relativamente estable. Sostenible. Mantiene su productividad. Se da a través de complejas cadenas tróficas.	Requiere insumos antropogénicos para mantenerse, Sostenibilidad varía.
<i>Ciclos de nutrimentos</i>	Los ciclos de los macro y micro nutrientes están interconectados a través de diferentes interacciones. La productividad depende del reciclamiento de los nutrimentos.	Mínimo reciclaje de nutrimentos. * Erosión. * Lixiviación. * Cosecha.
<i>Mecanismos de regulación de poblaciones.</i>	Complejas interacciones bióticas. Mecanismos de control de poblaciones de acuerdo a los recursos disponibles y a la productividad del ecosistema. Diversificación de nichos.	Reducción de las interacciones tróficas. Reducción en la diversidad de nichos. Las poblaciones no se reproducen, ni se autorregulan.

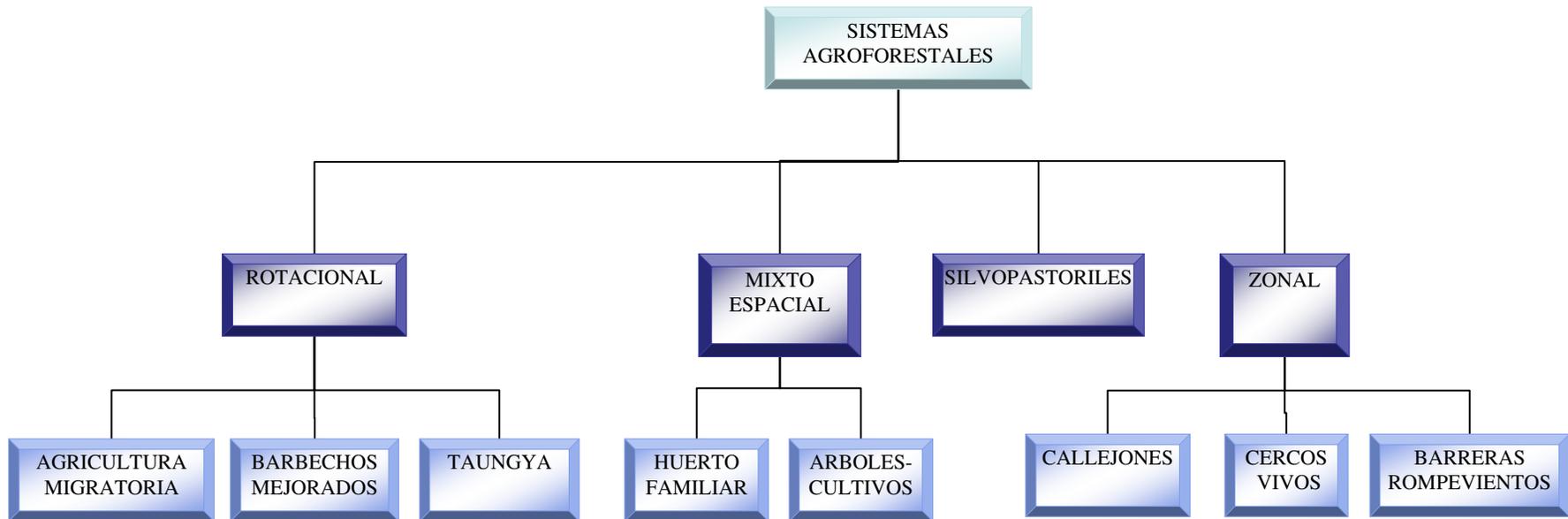


Diagrama 2. Tipos de sistemas agroforestales Krishnamurthy, (1999)

2.5 Definición, composición e importancia de los huertos familiares

El huerto familiar es una agrupación de árboles y arbustos frutales y forrajeros, con cultivos de ciclo corto, plantas medicinales, ornamentales y crianza de animales establecidos sin orden aparente; son importantes en la economía de subsistencia, proveen de productos que mejoran la alimentación, plantas medicinales y son una fuente rica de recursos, Flores (1989 *In*: Flores 1992), plantea que en los huertos mesoamericanos se han manejado alrededor de mil especies siendo por lo tanto una conservación de germoplasma *in situ*, en el que a parte del esfuerzo campesino no se realiza ninguna inversión como en las reservas o parques naturales; aunque el propósito del huerto familiar es de autoconsumo, muchas veces produce excedentes que pueden contabilizarse como ingresos; además, proporciona a lo largo del año distintos productos debido a la diversidad de especies que se asocian, y los usos múltiples que presentan muchas de las especies (CONAFE, 2000).

Los huertos son sitios en los que los procesos de selección y domesticación se mantienen (al igual que sus fenotipos), por lo que tienen una gran variabilidad genética, debido a esto cada huerto es único en sí mismo y parece ser un producto de interacciones complejas de factores múltiples. La selección de especies se determina por preferencias individuales, hábitos dietéticos, disponibilidad de recursos incluyendo el trabajo familiar, especies de valor relativo tradición familiar y habilidad técnica (Jiménez-Osorio, 1999 y Krishnamurthy, 1999).

Aunque cada huerto familiar tiene su propia individualidad hay ciertas características emergentes en el sistema de huertos familiares que lo conforman como un todo. Normalmente pueden encontrarse tres distintas unidades en todo huerto: patio, casa y huerta (Fig.1); para quien lo ve por primera vez no existe algún orden aparente en la ubicación de las plantas, esto se debe a que la ubicación de cada planta puede obedecer a razones y procedimientos muy diferentes como: la pedregosidad, el tipo de

suelo, la diferente distribución de sombras producida por la casa, anexos y plantas ya establecidas, la mayor o menor humedad producida por el manejo cotidiano del agua (derrame de cubos de agua al sacar del pozo y agua sobrante de los quehaceres domésticos o del baño), el especial intento de someter a una planta a ciertas condiciones y el dejar que las plántulas que broten espontáneamente y demuestren por si misma sus posibilidades de adaptación. Una de las características conspicuas es la configuración vertical (Fig. 2) que resulta de la composición de especies, de este modo en un huerto existen varios pisos o estratos de vegetación, que se diferencian según la altura, la edad y los hábitos de crecimiento de cada especie, existen por lo menos tres capas: la capa del fondo de menos de un metro de altura que consiste en cultivos, hortalizas, rastreras, condimentos, cultivos de tubérculos y plantas medicinales; una capa media de mas de un metro de altura formada por ornamentales, cultivos alimenticios y cercos vivos y finalmente un capa superior de mas de diez metros que consiste en árboles frutales y de usos múltiples; la estratificación en los huertos tiene como principal objetivo el de ampliar el espacio horizontal mediante el espacio vertical, llevando consigo un incremento en la productividad media en términos de biomasa por unidad de superficie; por otro lado la producción de animales tiene un papel importante en el huerto familiar, proporcionando ingresos monetarios e insumos de nutrición para la familia. De este modo el huerto familiar constituye un ecosistema muy complejo en el que se aprovechan todos los espacios disponibles y se cultivan las especies de acuerdo a la época del año, aprovechando el tiempo y el espacio; el buen uso del espacio horizontal y vertical del predio redundará en una mayor rentabilidad ecológica y económica de la finca, al diversificar la producción y conservar un microclima favorable con menos erosión, menos viento, conservación de la humedad y erradicación de las malezas (INTA, 1997 y Montes, 1982).

Cada vez se reconoce más el valor de los sistemas de conocimientos locales del ambiente y los sistemas indígenas de ordenación de los recursos, que anteriormente se consideraban como arcaicos, antieconómicos y causa de deterioro ambiental, hoy se considera como una estrategia de aprovechamiento forestal económicamente viable (Cox y Atkins, 1979; Warner, 1994 y Castillo, 1998).

Por lo anterior, la presente investigación tiene como propósito aportar los elementos básicos que explican la composición y dinámica de los huertos familiares de la zona en cuestión, con la finalidad de proponer la adopción de unidades de producción multiespecíficas y multipropósitos para contribuir a la elevación de productividad y la calidad de vida de la comunidad investigada.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

Realizar la caracterización del agroecosistema: “Huerto familiar”, así como proponer un modelo de huerto multiespecífico en el Alto Mezquital.

3.2 Objetivos particulares:

- Determinar la agrobiodiversidad y uso de especies.
- Caracterizar la estructura vertical, horizontal y función del agroecosistema “Huerto familiar”.
- Describir el manejo y aprovechamiento del agroecosistema “ Huerto familiar “
- Determinar los elementos geoambientales necesarios para el establecimiento de un huerto familiar.
- Diseñar un modelo de huerto familiar poliespecífico multiestratificado para la comunidad el Dexthí, Hidalgo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la comunidad del Dexthí-San Juanico ubicada en la zona conocida como el Valle del Mezquital, Hidalgo (Fig. 4). Se encuentra ubicado entre los 20° 34' latitud norte y los 99° 14' longitud oeste a una altura promedio de 1800 msnm. El clima predominante es el Bsohw''(W)(e)g, semiseco de temperaturas medias de 17.6 ° C, con una precipitación anual de 431.4 mm y una precipitación media mínima del mes mas seco de 1.8 mm y una máxima del mes mas lluvioso de 85.1 mm. La temperatura media mínima es de 13.7 ° C correspondiendo a los meses de diciembre y enero y la media mas alta es de 20.8 ° C para los meses de mayo y junio. La oscilación térmica fluctúa entre 4 y 5 ° C. El periodo seco va de diciembre a febrero, la estación lluviosa de junio a septiembre con un periodo interestival en julio y agosto.

En esta zona se encuentran Rendzinas asociadas a Feozem calcárico con material calcáreo en todo el suelo y Rendzinas con horizontes melánicos directamente sobre material calcáreo asociadas a Litosoles con menos de 25 cm de espesor sobre la roca constituyendo suelos de textura media (INEGI, 1979 y Aguilera, 1989).

La vegetación natural representativa es el matorral espinoso deciduo de *Fouqueria splendens* y *Echinocactus platyacanthus*, con 744.45 Ha y el matorral subinerme de *Myrtillocactus geometrizans* con *Karwinskia humboldtiana*, que conforman 883.82 Ha (González, 1994), se pueden encontrar zonas de matorral xerófilo y mas específicamente a matorral crausicaule donde dominan los géneros *Opuntia*, *Agave* y *Prosopis laevigata* acompañados por *Schinus molle*. Matorral subinerme,

vegetación caracterizada del 30 al 70 % de plantas con espinas que se desarrollan en regiones cuyo substrato geológico esta constituido por material calcáreo. Por otra parte se encuentran 607.08 ha de agricultura de temporal de maíz, cebada, frijol y haba, 308 ha de cultivos de lechuguilla 128.77 ha de áreas con erosión grave y 61.68 ha de asentamientos humanos (López *et al.*, 1999).

La población total es de aproximadamente 600 habitantes, en su mayoría pertenecientes al grupo étnico Hña-hñu (Otomíes) que en términos generales se dedican a la talla de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), la agricultura de temporal de granos básicos para autoconsumo, ganadería extensiva de caprinos y la manufactura de implementos de fibra de ixtle y fabricación de shampoo de especies naturales. Los niveles de ingresos y de marginación los ubican como de extrema pobreza (López *et al.*, 1999).

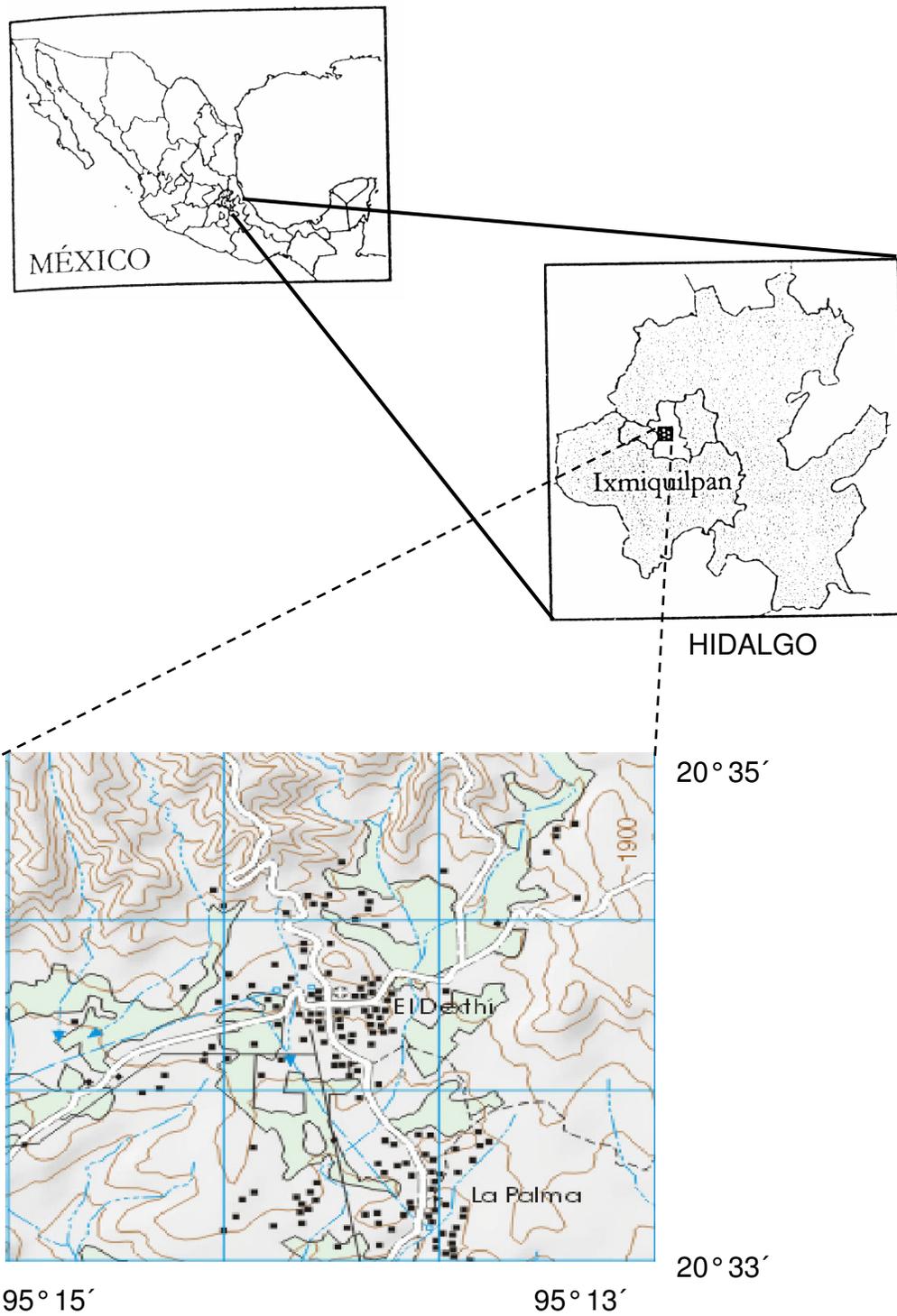


Fig 3. Ubicación geográfica del área de estudio.

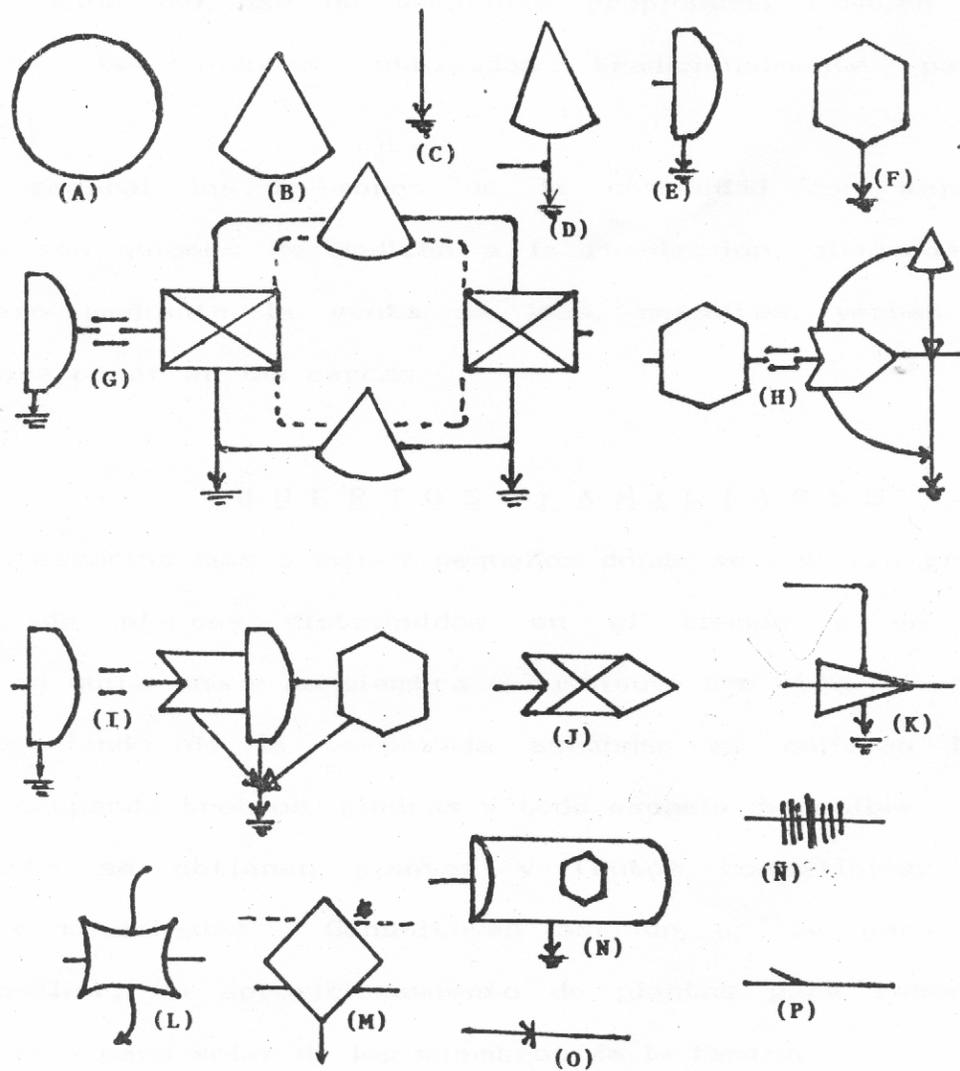
Para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo se realizó una revisión bibliográfica con el fin de obtener el marco teórico conceptual necesario para comprender la complejidad de los agroecosistemas así como su manejo y aprovechamiento, posteriormente se realizó un recorrido por la zona seleccionando 3 huertos familiares con la mayor diversidad de especies y subsistemas bien establecidos en los que se realizaron vistas semanales, la caracterización se basó en la descripción de la diversidad y uso de especies, estratos presentes y distribución horizontal, así como el manejo y aprovechamiento.

4.2 Caracterización de los huertos familiares

La diversidad de especies presentes en el huerto familiar se obtuvo por medio de la observación directa y la colecta de material botánico para su determinación taxonómica y comparación con las descripciones del catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas (Martínez, 1979) y el listado florístico realizado por López (2001) para la zona elaborando un listado de especies y uso.

La estructura del sistema se determinó mediante una descripción vertical con el uso de perfiles de vegetación basados en el método semirealista de esquemas fisonómicos propuesto por Richards (1951, citado por Tamayo 1995, Osorio 1997); mientras que en la descripción horizontal se realizó un mapa ubicando la distribución de las plantas e infraestructura de la finca considerando el patrón promedio que se presenta en la zona.

La funcionalidad del huerto se representó mediante el proceso dinámico de los productos animales y vegetales, basándose en la metodología y diagramas de flujo de materia y de energía propuesta por Odum (1981) (Fig. 4).



- | | |
|---|--|
| A) Fuente de energía | J) Puerta de trabajo |
| B) Almacenamiento pasivo | K) Amplificador de ganancia |
| C) Sumidero de calor | L) Interruptor |
| D) Trabajo generador de potencia | M) Transición |
| E) Receptor de energía pura | N) Poblaciones vegetales |
| F) Población de consumidores Heterótrofos | Ñ) Independencia activa unidireccional |
| G) Receptor ciclante | O) Válvula |
| H) Automantenimiento | P) Conexión aditiva |
| I) Planta verde | |

Fig. 4. Simbología del lenguaje utilizado en el diagrama de flujo energético propuesto por Odum, 1981. Para el manejo y aprovechamiento del huerto se determinaron las prácticas culturales mediante la realización de entrevistas abiertas a propietarios de los huertos, aplicando el siguiente guión de preguntas, además de anotar información adicional recogida por medio de la observación participativa, visitas al campo con los agricultores y conversaciones informales.

Composición

- Superficie del huerto familiar.
- ¿Cuál es el nombre de las plantas presentes en el huerto?
- Forma biológica de la plantas.
- ¿Cómo se distribuyen las plantas en el huerto?
- ¿Qué criterio utiliza para organizar distribuir las plantas en el huerto?
- ¿Qué tipos y cuantos animales tiene en su huerto?
- ¿En donde tiene los animales?
- ¿Qué tipo de alimentos les da y quién se encarga de alimentarlos?
- ¿Cuál es el uso que les da a sus animales?

Manejo y aprovechamiento

- ¿Quiénes participan en el manejo del huerto?
- ¿Qué labores realiza dentro de su huerto?
- ¿En qué época siembra las diferentes plantas?
- ¿Realiza algún tipo de control de malezas?
- ¿Emplea algún tipo de fertilizante?
- ¿Aplica riego, cada cuando?
- ¿Qué tipo de plagas y enfermedades se presentan en sus cultivos, en cual?
- ¿Cuál es el uso de las plantas presentes dentro del huerto?
- ¿Qué parte de la planta utiliza?
- ¿Cómo la utiliza?
- ¿En qué época fructifican y cosecha las plantas?
- ¿Cómo la reproduce?
- ¿Cómo la cuida?
- ¿Cuanto tarda en crecer?
- ¿Qué plantas comercializa y en dónde?.

Diseño de un huerto familiar poliespecífico

En la última etapa se propone un modelo de huerto familiar poliespecífico, para lo cual se realizó un análisis de fertilidad de suelo del sitio destinado para el establecimiento de un huerto familiar, aplicando las técnicas analíticas descritas en Muñoz *et al.* (2000):

- 1.) Color del suelo. (Comparación con tablas de color desarrollada por Munsell, 1975)
- 2.) Textura. (Método del hidrómetro para determinar la textura de la fracción fina del suelo (menores a 2 mm) desarrollada por Bouyoucos, 1962).
- 3.) Densidad aparente. (Método volumétrico desarrollado por Beaver, 1963).
- 4.) Densidad real. (Método del picnómetro tomado de Aguilera y Domínguez, 1980).
- 5.) Estructura. (Método cualitativo desarrollado por Cuanalo, 1981)
- 6.) Consistencia (Método cualitativo, adaptado de Cuanalo, 1981)
- 7.) Materia orgánica. (Método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico, desarrollado por Walkley y Black, 1947).
- 8.) PH real. (Método potenciométrico desarrollado por Bates, 1954; Willard, Merrity Dean, 1958).
- 9.) Capacidad de intercambio catiónico total. (Método volumétrico del versenato desarrollado por Schollenberger y Simon, 1954).
- 10.) Calcio y magnesio intercambiables. (Método volumétrico del versenato desarrollado por Cheng y Bray, 1951 y Cheng y Kurtz, 1960).

Con base en estos resultados y los datos obtenidos mediante la caracterización; además de información obtenida se establecieron las especies estructurales recomendadas para la zona de estudio, describiendo su manejo y aprovechamiento óptimo, así como su distribución en el espacio además de su interacción con los componentes del subsistema animal.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Conceptualización del agroecosistema “Huerto familiar” de la zona de investigación

En el presente trabajo se define al Agroecosistema Huerto Familiar como un sistema dinámico de cultivos múltiples y crianza de animales en donde la alta diversidad de elementos forma relaciones que permiten la existencia de subsistemas distribuidos en diferentes niveles de estratificación integrado por árboles arbustos y herbáceas sostenidos mediante un manejo tradicional para la obtención de productos ornamentales, forrajeros, de protección y delimitación, maderables, agroindustriales, medicinales y alimenticios destinados a satisfacer las necesidades básicas de la familia y en ocasiones al comercio mediante la obtención de excedentes; desafortunadamente coincidiendo con estudios realizados por Montes *et al.* (1982), Raya (1989), Ávila *et al.* (1994) y Castillo (2001) entre otros se detectó un proceso de erosión cultural que tiene sus raíces en la migración constante de los jóvenes hacia los centros urbanos, el olvido, la poca transmisión de los conocimientos locales y el aumento de la población, lo cual ha influido negativamente en el desarrollo de los huertos familiares además del fraccionamiento de los terrenos para los hijos o la construcción de espacios como viviendas reduciendo en número y extensión los huertos familiares.

5.2 Caracterización del huerto familiar

5.2.1 Agrobiodiversidad

Se identificaron 79 especies pertenecientes a 37 familias (Cuadro 2), siendo la mejor representada la familia ASTERACEAE con 8 especies: Ajenjo (*Artemisa absintium*), Crisantemo (*Chrysanthemum sp*), Dalia (*Dalia sp*), Gazania (*Gazania splens*), Girasol (*Heliantus annus*), Olivo (*Goshnatia hypoleuca*), Santa María (*Tanacetum parthenium*) y Cempasuchil (*Tagetes erecta*); seguida de las familias CACTACEAE y ROSACEAE con 5 especies cada una (Fig. 5).

Cuadro 2. Agrobiodiversidad presente en los huertos familiares del Dexthí, Hidalgo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO
AGAVACEAE	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	Lechuguilla	Agroindustrial Medicinal Alimenticio Barrera
	<i>A. salmiana</i> Otto ex Salm	Magüey pulquero	Alimenticio Barrera Agroindustrial
ANARCADIACEAE	<i>Shinus molle</i> L.	Pirul	Medicinal Ornamental Barrera Maderable
	<i>Spondia purpurea</i> L.	Ciruelo	Alimenticio
	<i>Magnifera indica</i> L.	Mango	Alimenticio
APOCINACEAE	<i>Nerium oleander</i> L.	Roza-laurel	Ornamental
ARACEAE	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng	Alcatraz	Ornamental
ASTERACEAE	<i>Artemisa absinthium</i> L.	Ajenjo fuerte	Medicinal
	<i>Chrysanthemum</i> sp	Crisantemo	Ornamental
	<i>Dalia</i> sp	Dalia	Ornamental
	<i>Goshnatia hypoleuca</i> D.C.	Olivo	Barrera
	<i>Gazania splendens</i>	Gazania	Ornamental
	<i>Heliantus annus</i> L.	Girasol	Ornamental Alimenticio
	<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasuchil	Ornamental
<i>Tanacetum parthenium</i> Sch. Bip.	Santa María	Medicinal	
CACTACEAE	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	Zepe	Ornamental
	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill	Nopal	Alimenticio Barrera, forrajera
	<i>O. joconostle</i> (Haage et Schmidt)	Xoconostle	Alimenticio Barrera, forrajera
	<i>O. streptacantha</i> Lem.	Nopal tunero	Alimenticio Barrera, forrajera
	<i>Stenocereus marginatus</i> Br. & Rose	Órgano	Barrera Alimenticio
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Alimenticio
CARYOPHYLLACEAE	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel	Ornamental
CASUARINACEAE	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	Barrera
CHENOPODIACEAE	<i>Beta vulgaris cicla</i> L.	Acelga	Alimenticio
	<i>Chenopodium album</i>	Quelite	Alimenticio
	<i>C. ambrosioides</i> L.	Epazote	Alimenticio
	<i>C. graveolens</i> Lag	Epazote zorrillo	Medicinal
CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe tomentosa</i> Bak.	Oreja de conejo	Ornamental
	<i>Sedum manganianum</i> Walth.	Cola de borrego	Ornamental
	<i>Sedum paraealtum</i>	Siempre viva	Medicinal

Cuadro 2. Agrobiodiversidad presente en los huertos familiares del Dexthí, Hidalgo (continuación).

CRUCIFERAE	<i>Brassica oleracea</i> L.	Coliflor	Alimenticio
CUCURBITACEAE	<i>Cucúrbita. Ficifola</i>	Chilacayote	Alimenticio
	<i>C. máxima</i> Duch.	Calabaza	Alimenticio
	<i>C. pepo</i> (L.) Sesse & Moc.	Calabacita	Alimenticio
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cipres italiano	Ornamental
	<i>Cupresus macrocarpa</i> L.	Cedro limón	Ornamental
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Tulia	Ornamental
ESCROFULARIACEAE	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Perritos	Ornamental
FABACEAE	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol	Alimenticio
	<i>Leucaena glauca</i> L.	Guaje	Alimenticio Barrera
	<i>Vicia faba</i> L.	Haba	Alimenticio
FOUQUERIACEAE	<i>Fouqueria splendens</i> Engelm	Ocotillo	Ornamental Barrera
GERANIACEAE	<i>Pelargonium hortorium</i>	Malvón	Ornamental
	<i>P. inquinans</i> Ait.	Bola de fuego	Ornamental
IRIDACEAE	<i>Iris</i> sp.	Lirio	Ornamental
LABIATAE	<i>Mentha piperita</i> L.	Yerbabuena	Alimenticio Medicinal
	<i>M. spicata</i> L.	Menta	Alimenticio
	<i>Origanum vulgare</i> L	Orégano	Alimenticio Medicinal
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	Medicinal
LAURACEAE	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Ornamental Barrera
	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Alimenticio
LILIACEAE	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Alimenticio
	<i>Aloe ferox</i> Mill.	Magueyito	Ornamental Medicinal
	<i>Aloe barbadensis</i> L.	Sábila	Agroindustrial medicinal comestible Alimenticio
	<i>Hisbiscus roza-sinensis</i> L.	Tulipán	Ornamental
MALVACEAE	<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	Ornamental
MORACEA E	<i>Ficus carica</i> L.	Higo	Alimenticio Barrera
	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Ornamental Barrera
MIMOSACEAE	<i>Prosopis laevigata</i> Will.	Mezquite	Alimenticio Barrera Maderable
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i> L	Guayaba	Alimenticio
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Will.	Bugambilia morada	Ornamental Barrera
PINACEAE	<i>Pinus cembroides</i> , Zucc.	Pino piñonero	Ornamental Alimenticio

Cuadro 2. Agrobiodiversidad presente en los huertos familiares del Dexthí, Hidalgo (continuación).

POACEAE	<i>Zea maiz L.</i>	Maíz, forrajero	Alimenticio
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleraceae L.</i>	Verdolaga	Alimenticio
PUNICACEAE	<i>Punica granatum L.</i>	Granada	Alimenticio Barrera
ROSACEAE	<i>Prunus persica L.</i>	Durazno	Alimenticio Barrera
	<i>Pyrus communis L.</i>	Pera	Alimenticio Barrera
	<i>P. malus L.</i>	Manzana	Alimenticio Barrera
	<i>Rosa sp.</i>	Rosa	Ornamental
	<i>Rubus sp</i>	Mora	Alimenticio
RUTACEAE	<i>Citrus limonium</i> RISSO	Limón	Alimenticio Barrera
	<i>C. máxima (Burm.) Merr.</i>	Toronja	Alimenticio
	<i>C. sinensis Osbeck</i>	Naranja	Alimenticio
	<i>Ruta chalapensis L.</i>	Ruda	Medicinal
SOLANACEAE	<i>Datura stramonium L.</i>	Toloache	Veneno
	<i>Lycopersicum esculatum Mill</i>	Tomate	Alimenticio
UMBELLIFERAE	<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil	Alimenticio
VERVENACEAE	<i>Lantana montevidensis L.</i>	Lantana	Ornamental
VITACEAE	<i>Vitis vinifera L.</i>	Uva	Alimenticio

Del mismo modo López (1999) reporta como familias dominantes la LEGUMINOSEAE, CACTACEAE, AGAVACEAE, SOLANACEAE y ASTERACEAE con 61 especies como de mayor empleo en la zona, las categorías antropocéntricas a las que pertenecen se concentran en 7: alimenticias, medicinales, forrajeros, agroindustriales, maderables, ornamentales y barreras biológicas. (Fig. 6). De acuerdo con Montes *et al.* (1982) la diversidad no es sólo la característica esencial del sistema, si no que, también es la base sobre la cual descansa su estructura y permite su funcionamiento; además la diversidad obedece a la intención de contar con producción durante la mayor parte del año, la diversidad vista en esos términos conduce a una alta productividad por unidad de espacio y tiempo. Por otro lado, se observó dentro de la vegetación secundaria plantas útiles dentro del huerto de las que no se conoce el nombre común y no fueron identificadas ya que como menciona Negreros-Castillo *et al.* (1999), resulta crítico identificar estas plantas y su interacción con las plantas establecidas en el huerto, ya que la vegetación secundaria es un sistema dinámico que cambia con el tiempo.

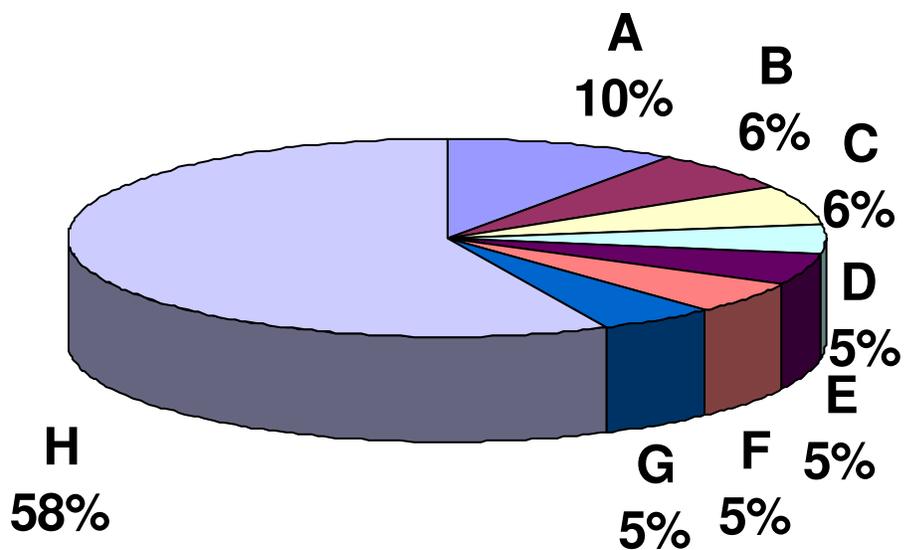


Fig. 5. Familias predominantes en los huertos familiares del Dexthí, Hidalgo. A. ASTERACEAE; B. CACTACEAE, C ROSACEAE; D. CHENOPODIACEAE; E. LABIATAE; F. LILIACEAE; G. RUTACEAE; H OTRAS

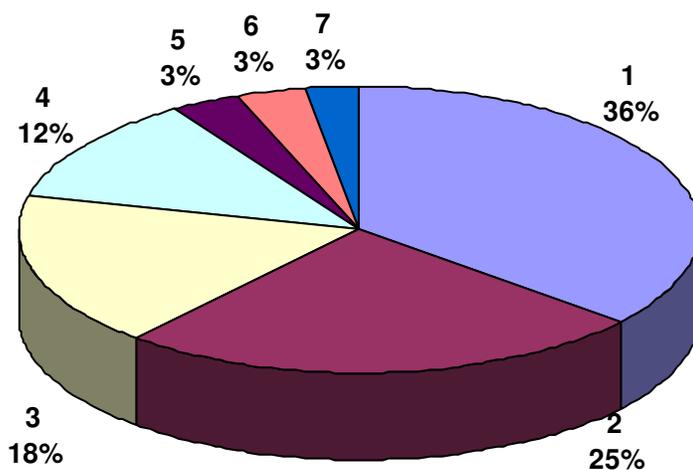


Fig. 6. Categorías antropocéntricas de las especies vegetales presentes en el huerto familiar. 1. Alimenticias, 2. Ornamentales, 3 Barreras biológicas, 4. Medicinales, 5. Forrajeros, 6. Agroindustrial, 7. Maderables.

No se encontró un patrón de aumento o disminución de especies ya que en base a las encuestas realizadas y la información obtenida por observación directa el huerto familiar funciona como un campo de experimentación para las familias campesinas en donde se realizan los procesos de selección y domesticación continuamente, es una fuente de alimento esencial o secundario y presenta una gran diversidad que parece estar relacionada con la existencia o carencia de entradas significativas a los ingresos de la familia, extensión del territorio, antigüedad y preferencias de los dueños (López, 1991; Barrera, 1980), encontrando huertos familiares con una riqueza específica de 28 a 61 especies. Como menciona Levasseur (2000) en los sistemas agroforestales simultáneos la gran diversidad de especies se mantiene por la rotación de cultivos en tiempo y espacio reducido junto con la existencia de prácticas de cultivos mixtos, así la presencia y abundancia de las especies varía entre las fincas, encontrando como especies estructurales a el durazno, higo, limón, maguey pulquero, naranja, nopal, órgano y rosa-laurel (Cuadro 3); estas dan fisonomía y estructura a los huertos familiares catalogándolas como “pilares” además de ser un elemento importante para la cadena trófica, al tener diferente fenología hay producción durante todo el año al no traslaparse las fenofases aportando alimentos tanto para el humano como para polinizadores y dispersores manteniendo la dinámica del sistema (Jiménez-Osorio, 1999). Además como menciona Warner (1994), citado en Castillo (2001), la mayor parte de los productos comestibles se encuentra en la copa de los árboles, dándole un valor mas alto a estas especies, caso especial es la granada que al tener una frecuencia de aparición mas baja se consideró como especie estructural debido a su importancia, contrario a lo sucedido con el aguacate que al encontrarse presente en todos los huertos representado por un organismo recién germinado no fue incluido en esta categoría al igual que las hortalizas y cultivos ya que estos varían año con año.

Cuadro 3. Frecuencia de aparición de especies en los huertos familiares, resaltando en negro las especies estructurales.

NOMBRE COMÚN	HUERTO 1	HUERTO 2	HUERTO 3
1. Acelga	X		
2. Aguacate	X	X	X
3. Ajenjo fuerte	X	X	X
4. Alcatraz	X		
5. Bola de fuego		X	
6. Bugambilia morada	X	X	
7. Calabacita		X	X
8. Calabaza			X
9. Casuarina		X	
10. Cebolla		X	X
11. Cedro limón	X		
12. Cempasuchil		X	
13. Ciprés italiano	X		
14. Ciruelo		X	
15. Clavel	X	X	
16. Cola de borrego		X	
17. Coliflor	X	X	
18. Crisantemo		X	X
19. Chilacayote			X
20. Dalia			X
21. Durazno	X	X	X
22. Epazote	X	X	X
23. Epazote zorrillo		X	
24. Ficus	X		
25. Frijol	X	X	X
26. Gazania		X	
27. Girasol		X	
28. Granada	X	X	
29. Guaje	X		X
30. Guayaba	X	X	
31. Haba	X	X	X
32. Higo	X	X	X
33. Lantana	X	X	
34. Laurel de la india	X		
35. Lechuguilla	X		X
36. Limón	X	X	X
37. Lirio	X	X	
38. Magueyito		X	
39. Maguey pulquero	X	X	X
40. Maíz	X	X	X
41. Malva		X	
42. Malvón	X	X	X
43. Mango		X	

Cuadro 3. Frecuencia de especies en los huertos familiares, resaltando en negro las especies estructurales.

44. Manzana	X	X	
45. Menta		X	
46. Mezquite	X		
47. Mora		X	
48. Naranja	X	X	X
49. Nopal	X	X	X
50. Nopal tunero		X	X
51. Ocotillo	X	X	X
52. Olivo		X	
53. Oreja de ratón		X	
54. Orégano	X		
55. Órgano	X	X	X
56. Papaya	X	X	
57. Pera	X		
58. Perejil	X		
59. Perritos		X	
60. Pino piñonero	X		
61. Pirul	X		
62. Quelite	X	X	
63. Romero	X	X	X
64. Rosa	X	X	
65. Rosa-laurel	X	X	X
66. Ruda	X	X	
67. Santa María		X	
68. Sábila		X	X
69. Siempre viva		X	
70. Toloache		X	
71. Tomate		X	
72. Toronja		X	X
73. Tulia	X	X	
74. Tulipán	X	X	
75. Uva	X	X	
76. Verdolaga	X	X	
77. Xoconostle	X	X	
78. Yerbabuena		X	
79. Zepe	X		

5.2.2 Estructura horizontal

En el arreglo horizontal de las plantas se pueden distinguir subsistemas bien definidos y en ocasiones mezclados, encontrando al igual que López *et al.* (1999) cinco líneas de producción vegetal para la comunidad el Dexthí-San Juanico (Barreras biológicas, plantas medicinales, plantas ornamentales, frutales y cultivos herbáceos), de los cuales los frutales, plantas ornamentales y plantas medicinales son mencionadas por López (1991) para el Estado de Hidalgo, además de una línea de producción animal, así como un área destinada para el trabajo, casa habitación, baño y lavadero, en los que su ubicación juega un papel importante (Fig. 7).

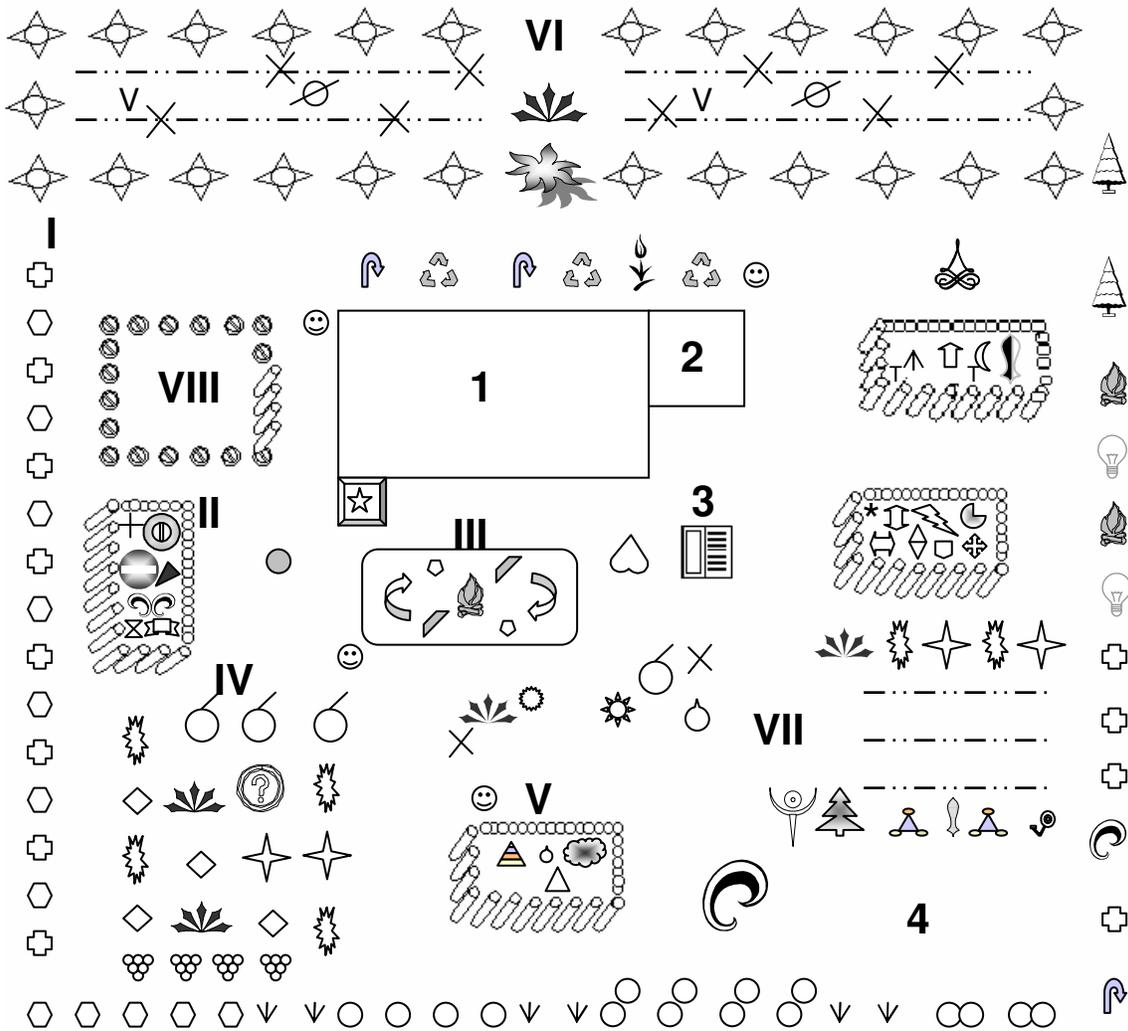


Fig. 7. Mapa de distribución horizontal presente en los huertos familiares. I. Subsistema Barreras biológicas, distribuido en la periferia del huerto; II. Subsistema medicinal-Ornamental; III. Subsistema Ornamental; IV. Subsistema Frutal; V. Subsistema Cultivos (Hortalizas); VI. Subsistema Cultivos (Milpa); VII. Cultivos en zonas abiertas; VIII. Subsistema Animal. 1. Casa; 2. Baño; 3. Lavadero; 4. Área de trabajo.

Fig. 8. Símbolos utilizados en el mapa de distribución horizontal.

Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	
Acelga		Epazote		Mango		Quelite	
Aguacate		Ficus		Manzana		Romero	
Ajenjo Fuerte		Frijol	X	Menta		Rosa	
Alcatraz		Gazania		Mezquite		Ruda	
Bola de fuego		Girasol		Mora		Santa María	
Bugambilia		Granada		Naranja		Zábila	
Calabacita		Guaje		Nopal		Siempre viva	
Casuarina		Guayaba		Nopal tunero		Tomate	T
Cebolla		Haba		Ocotillo		Toronja	
Cedro limón		Higo		Olivo		Tulia	
Cempasuchil		Lantana		Órgano		Tulipán	
Cipres italiano		Laurel		Papaya		Uva	
Ciruelo		Lechuguilla		Pera		Verdolaga	V
Clavel		Limón		Perejil		Xoconostle	
Coliflor		Lirio		Perritos		Yerbabuena	
Crisantemo		Maguey		Pino		Zepe	
Durazno		Maíz					

La ubicación de los subsistemas está determinada tanto por las necesidades de la planta como las necesidades del productor. Como menciona Méndez (2001) no se encontró relación entre el tamaño del área total de los huertos familiares y el número de microzonas o subsistemas para la zona de estudio, por otro lado, se encontró que la diferencia en el tamaño de los huertos familiares se debe solamente a la presencia de la milpa siendo la única zona que mantiene relación con el área total del huerto familiar, encontrando así los siguientes subsistemas:

5.2.2.1 Subsistema barreras biológicas

Entre los componentes del huerto se detectó una unidad bien definida compuesta por cactáceas, árboles y arbustos que funcionan como cercos vivos, formando una línea en un espacio relativamente estrecho y en ocasiones fijados con alambre para separar un pedazo de tierra de otra (Fig. 7.1). Según Krishnamurthy (1999) aunque los cercos vivos normalmente se cultivan como elementos de manejo pecuario, también son un elemento común alrededor de los huertos familiares ya que proveen de protección de y contra animales y brindan sombra a arbustos, herbáceas y zonas de meditación y descanso creando un gradiente para los diferentes requerimientos de luz.. Los componentes del subsistema barreras biológicas además de servir como cercos vivos funcionan como cortinas rompe vientos capturando la humedad residual de la noche, reducen la velocidad del viento y protegen los recursos del suelo gracias al gran aporte de materia orgánica por el desprendimiento de hojarasca manteniendo su fertilidad y permitiendo que se desarrollen hongos y lombrices benéficos junto con otros mejoradores del suelo, además funcionan como abonos verdes, ya que como menciona Boege (2000) las leguminosas presentes en el huerto familiar (Como el mezquite y guaje) tienen la capacidad de fijar hasta 140 Kg de nitrógeno.

En contraste con los resultados obtenidos por Castillo (2001), donde la inclusión de especies arbóreas dentro de la parcela no es muy frecuente debido al uso de fuego; en los huertos familiares de la zona de estudio el subsistema arbóreo ocupa el segundo lugar con el 27.6 % del total de las especies (Fig. 9).

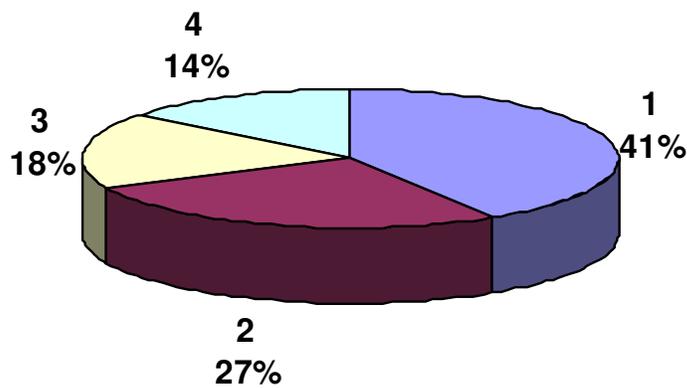


Fig. 9. Porcentaje de especies por forma biológica. 1. Herbáceas, 2. Árboles, 3. Arbustos, 4. Cactáceas y suculentas.

Las especies presentes en el subsistema barreas biológicas poseen un carácter multifuncional ya que aparte de cumplir con las funciones antes mencionadas, aportan productos medicinales, leña y una variedad de frutas y flores comestibles (Cuadro 4).

	F	O	Maderable	Agroindustrial	Alimenticio	Medicinal
Bugambilia		X				
Casuarina		X				
Durazno					Fruto	
Ficus		X				
Granada					Fruto	
Guaje						
Higo					Fruto	
Laurel		X				
Lechuguilla			Escapo utilizado como soporte	Extracción de fibras de las pencas	Flores	
Limón					Fruto	
Maguey			Escapo utilizado como soporte	Extracción de fibras de las pencas	Flores. Hojas. Obtención de aguamiel. Hospedero del "Gusano de maguey"	
Manzana					Fruto	
Mezquite			Elaboración de herramientas		Semilla. Hospedero del "Xa'ue"	
Nopal	X				Pencas	
Ocotillo		X				
Olivo		X				
Órgano			Elaboración de casas rusticas		Flores. Frutos	
Pera					Fruto	
Pirul			Elaboración de herramientas			Mal aire. Dolor estomacal
Xoconostle	X				Fruto	

Cuadro 4. Carácter multifuncional del subsistema barreras biológicas.

5.2.2.2 Subsistema medicinal (Fig. 7.II)

Al igual que los reportes de López *et al.* (1991) las plantas medicinales se encuentran restringidas a un menor espacio, en lugares cercados para la protección de las plantas con ayuda de barreras biológicas, palos o rocas, en donde se encuentra una mezcla de especies ornamentales, medicinales y en ocasiones algunas plantas de cultivo en pequeña cantidad, así como plantas de algunas especies de frutales recién germinadas que posteriormente serán transplantadas a su lugar definitivo (Fig. 7). Las especies presentes en este subsistema se utilizan como complemento alimenticio y para ayudar a mantener la salud familiar como en el tratamiento de enfermedades culturales como: el mal aire, ojo y limpias entre otras. (Cuadro 5). Se observa una baja cantidad de especies medicinales con respecto a los demás subsistemas con solo el 17% ocupando el cuarto lugar, debido tal vez como describe Raya (1989) al uso cada vez más frecuente de medicinas de patente, lo que propicia el olvido de las plantas utilizadas tradicionalmente para la curación (Fig. 6).

Cuadro 5. Uso de las especies presentes en el subsistema medicinal.

Especie	Uso	Parte utilizada
<i>Aloe barbadensis</i>	Raspones, cortadas y piquetes de insectos	Hoja
<i>Artemisa absinthium</i>	Diarrea Antihelmíntica	Cocción de las hojas
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Dolor estomacal	Cocción de las hojas
	Condimento	Hojas trituradas
<i>Datura stramonium</i>	Veneno	
<i>Mentha piperita</i>	Dolor estomacal	Cocción de las hojas
	Condimento	Hojas
<i>Mentha spicata</i>	Condimento	Hojas
<i>Lippia graveolens</i>	Condimento	Tallos y hojas trituradas
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Cólicos	Cocción de las hojas (contraindicado)
	Limpias	Organismo completo
<i>Ruta chilapensis</i>	Limpias	Organismo completo
	Mal aire	
	Infecciones en ojos	
	Cólicos menstruales	Cocción de las hojas
<i>Sedum paraealtum</i>	Hemorragias nasales	Hojas trituradas
<i>Tanacetum parthenium</i>	Limpias	Organismo completo

5.2.2.3 Subsistema ornamental

Aunque en este subsistema las especies aparentemente se encuentran distribuidas al azar, es evidente que las plantas ornamentales ocupan un lugar que sirve para darle mejor aspecto al frente de la casa o el interior del predio y contribuyen en la estética de la casa, a pesar de que el mayor uso antropocéntrico de las especies presentes en el huerto familiar del Dexthí, Hidalgo es el alimenticio (Fig. 6) debido a que es un sistema de subsistencia, la mayor cantidad de especies se ubico en el subsistema ornamental (Fig. 10) encontrándose desde organismos en cubetas, tinas o recipientes viejos colgados de las paredes, hasta jardineras bien diseñadas y organismos solitarios adornando el frente de la casa (Fig. 7. III), el carácter multifuncional del huerto familiar se encuentra también presente en algunas especies de éste subsistema (Cuadro 6), como el caso de *Tagetes erecta* (Cempasuchil) que presenta un uso ceremonial y religioso ya que sus flores funcionan como elemento importante en la elaboración de ofrendas para el día de muertos (2 de noviembre), el *Pinus cembroides* presenta un cono con escamas gruesas y carnosas cuando están verdes y de color café cuando maduran abriéndose por mecanismos de dehiscencia con semillas comestibles de color café llamados piñones y el *Echinocactus platyacanthus* (Zepe) que se encuentra cerca de la zona de trabajo ya que con las espinas que presenta en su forma globosa se peinan las fibras de la lechuguilla para su venta, a pesar de ser el subsistema con el mayor número de especies, el uso que se le da a la mayoría de estas es únicamente ornamental, debido probablemente a que son especies introducidas que son obtenidas en el mercado local por lo que no se tiene un conocimiento tradicional de ellas, de la misma forma la época de siembra no está bien definida ya que generalmente como se van adquiriendo las plantas en el mercado local se van sembrando sin importar la época. La función que llevan a cabo en el flujo energético las especies presentes en este subsistema como *Zantesdechia aethiopica* (Alcatraz) se define por la polinización de moscas o aves que tras la fertilización forman semillas que caen al suelo o son comidas por aves.

Cuadro 6. Especies ornamentales y carácter multifuncional.

Especie	Carácter multifuncional
Alcatraz (<i>Zantedechia aethiopica</i>).	
Bola de fuego (<i>Pelargonium inquinans</i>)	
Bugambilia morada (<i>Bougainvillea spectabilis</i>)	Barrera
Malvón (<i>Pelargonium hortorum</i>)	
Cedro limón (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	
Cempasuchil (<i>Tagetes erecta</i>)	
Ciprés italiano (<i>Cupressus sempervirens</i>)	
Clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	
Cola de borrego (<i>Sedum marginianum</i>)	
Crisantemo (<i>Crysanthemum sp.</i>)	
Dalia (<i>Dahlia sp.</i>)	
Ficus (<i>Ficus benjamina</i>)	Barrera
Gazania (<i>Gazania splendens</i>)	
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	Semillas comestibles
Lantana (<i>Lantana montevidensis</i>)	
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	Barrera
Lirio (<i>Iris sp.</i>)	
Malva (<i>Malva parviflora</i>)	
Magueyito (<i>Aloe ferox</i>)	Hojas medicinales
Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>)	Barrera
Oreja de ratón (<i>Kalanchoe tomentosa</i>).	
Perritos o dragón (<i>Antirrhinum majus</i>)	
Pino (<i>Pinus cembroides</i>).	Semilla comestible
Pirul (<i>Shinus molle</i>)	Hojas medicinales, Barrera, Maderable
Rosa (<i>Rosa sp.</i>)	
Rosa-laurel (<i>Nerium oleander</i>)	
Siempre viva (<i>Sedum paraealtum</i>)	Hojas medicinales
Tulia o Tuya (<i>Thuja orientalis</i>).	
Tulipán (<i>Hisbiscus rosa-sinensis</i>).	
Zepe (<i>Echinocactus platyacanthus</i>).	Espinas como herramienta de trabajo

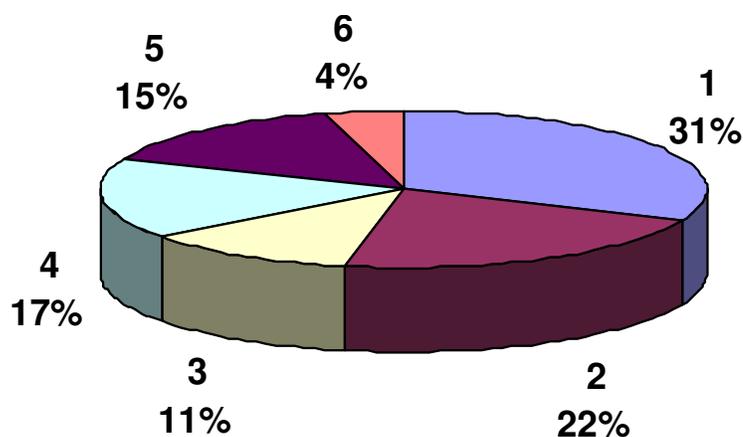


Fig. 10. Porcentaje de especies presentes en los diferentes subsistemas. 1. Ornamentales, 2. Barreras biológicas, 3. Medicinales, 4. Frutales, 5. Cultivos, 6. Animal

5.2.2.4 Subsistema frutal (fig. 7 IV)

Al igual que López (1991) se encontró que en la zona de estudio los frutales constituyen el componente mas importante ya que ocupan la mayor parte del espacio físico, coincidiendo con los reportes de Mendez *et al* (2001), en donde los frutales ocupan el 37 % del área total de los huertos familiares de Nicaragua y ocupan el segundo lugar en cuanto a diversidad de especies con el 19.35 % del total de las especies; los frutales al ser los mas abundantes aportan mayor producción al huerto siendo esta exclusivamente para autoconsumo. Los árboles frutales se encuentran ubicados en un área separada de la vivienda y junto con aquellos destinados para proporcionar sombra se encuentran dispersos en la parte media o posterior del terreno, los organismos recién germinados se ubican en los subsistemas con protección o en su defecto si se plantan directamente en su lugar definitivo se cubren con huacales para protegerlos contra los animales.

Aguacate (*Persea americana*). Frutal subtropical perennifolio frecuente, en todos los casos se encontró un solo organismo recién germinado por lo que se ubicaba en el sistema medicinal-ornamental para su protección.

Durazno (*Prunus persica*). Árbol caducifolio estructural, posee un fruto muy apreciado como complemento alimenticio, puede encontrarse en la zona de frutales o como barrera dividiendo unidades dentro del huerto, su reproducción se realiza por semilla, y se practican podas sanitarias, el buen desarrollo se debe al alto contenido de calcio presente en la zona ya que esta especie requiere de calcio y alcalina el sustrato, y sin Ca o Mg el durazno crece pero no fructifica.

Granada (*Punica granatum*). Arbusto caducifolio estructural que posee un fruto rojo rico en fósforo, sodio, potasio, calcio y hierro, encontrado también dividiendo zonas entre los huertos o en los cultivos; su reproducción se realiza por estaca y dispersión natural de la semilla.

Guayaba (*Psidium guajava*). Árbol perennifolio con fruto en forma de baya amarilla rico en vitamina C, encontrado también como cerco vivo delimitando el área del terreno en la parte frontal debido a la falta de producción del fruto, ya que este frutal puede cultivarse en alturas superiores a los 600 msnm., siempre y cuando la temperatura no descienda de los 0 °C; debe ser cultivado en tierras de regadío ligeras, profundas, bien drenadas y ligeramente ácida y no de secano, teniendo problemas para crecer en tierras arcillosas, duras compactas e impermeables y alcalinas como es el caso de la zona de estudio. No se practica ningún tipo de reproducción para esta especie obteniendo los organismos en el mercado local.

Higo (*Ficus carica*). Arbusto caducifolio estructural y un fruto comestible piriforme de piel negra y carne roja, se encuentra delimitando el terreno a los costados de la casa habitación; su reproducción se realiza mediante la técnica de estacado gracias a su excelente desarrollo.

Limón (*Citrus limonium*). Especie estructural perennifolia encontrada en el subsistema frutal o como barrera biológica ubicada en lugares cercanos a la casa habitación debido al uso alimenticio de su fruto rico en vitamina C, B, D y G muy apreciado para la elaboración de aguas frescas, esta especie presenta también organismos partenogénicos los cuales se obtienen en el mercado local, el porte de este frutal es bajo ya que para el caso de todos los cítricos al realizar cosechas ligeras o al no cosechar el fruto en su madurez fisiológica (etapa cuando el fruto alcanza su máximo tamaño y el crecimiento se detiene) se ocasiona una disminución en el crecimiento normal de la raíz, por lo que va disminuyendo el porte de los árboles y a la larga se genera una alternancia de la maduración, al no crecer la raíz de forma normal se tiene un déficit en la citosina sintetizada por esta para la inducción y diferenciación floral.

Mango (*Mangifera indica*). Árbol tropical perennifolio ubicado dentro del subsistema medicinal ornamenta por su crecimiento lento y falta de floración y fructificación; al ser un frutal tropical debe de ser establecido de los 0 a los 800 msnm sufriendo daños observados en organismos presentes en la zona de estudio por temperaturas menores a los 13 °C en su follaje, además de una detención del crecimiento provocando una susceptibilidad a enfermedades y plagas. Gracias a los problemas que presenta esta especie no se practica ningún tipo de reproducción.

Manzana (*Pyrus malus*). Árbol con frutos pequeños y amarillos encontrada en el subsistema frutal o dividiendo unidades dentro del huerto, los organismos de esta especie se obtienen en el mercado local. El establecimiento de este frutal es menos exigente que el peral en cuanto a clima y terreno, aunque su producción se ve favorecida en climas templados, frescos y húmedos, mientras que en regiones secas y calurosas no alcanza el mismo desarrollo, jugosidad y fragancia de los frutos

Naranja (*Citrus sinensis*). Árbol perennifolio muy abundante de forma piramidal y poco sensible al frío; su fruto es rico en vitamina C, B, D y G, gracias a su buen desarrollo y abundante producción se propaga sexualmente dejando remojar las semillas durante una noche para posteriormente ser plantados en bolsas con tierra además de ser obtenidos en el mercado local.

Nopal tunero (*Opuntia streptacantha*). Cactácea que junto con el xoconostle y el nopal se encuentra ubicada en la parte trasera de la finca debido a los ahuates presentes en su fruto comestible de color rojo, verde y amarillo, reproducido vegetativamente mediante la separación de los mejores cladodios.

Papaya (*Carica papaya*). Organismo perennifolio con un fruto rico en vitamina A, B y C, se encuentra frecuentemente en los huertos familiares aunque muy escaso encontrándolo por su belleza cerca de la casa habitación como un organismo solitario con protección de piedras e incluso dentro del subsistema ornamental. Su reproducción se realiza tirando las semillas o restos del fruto dentro de algún subsistema con protección para que este germine por si solo.

Pera (*Pyrus comunis*). Es un árbol piramidal que se encuentra delimitando el área del terreno, este funciona únicamente como cerco vivo gracias a que tiene un fruto comestible que no es producido debido a que el peral procede de climas fríos, se adapta mejor en las alturas intermedias que en las extremas y aunque en invierno resista las mas bajas temperaturas sus flores pueden verse afectadas por una helada tardía si se cultiva en situaciones muy elevadas. Existen variedades mas exigentes que otras respecto a la duración del frío invernal, la exigencia de frío debe tenerse muy en cuenta ya que al ser un cultivo de inviernos moderados requiere de 100 a 400 horas frío (temperaturas mayores o iguales a 7.5) para la brotación de yemas, la zona de estudio presenta una temperatura media mínima de 12.8 °C correspondiendo a los meses de diciembre y enero y al realizar el cálculo de horas frío por el método de Aguilar (1989) se obtiene una cantidad de 260.43 unidades frío, el fenotipo establecido podría tener un requerimiento mas alto que el encontrado en la zona de estudio, por lo que la falta de este puede dar lugar a el aborto de primordios florales con la pérdida de fruto y el fomento de la formación de madera y masa foliar

Pino (*Pinus cembroides*). Árbol perennifolio ubicado en la entrada de la casa habitación gracias a su copa redondeada y abierta en organismos maduros y piramidal en individuos jóvenes, su cono presenta semillas comestibles color café o “piñones” de noviembre a diciembre; su buen desarrollo se debe a que es una especie típica de suelos pobres, secos, pedregosos y calizos; es una especie demandante de luz y resistente a heladas y temperaturas elevadas. Por otra parte las bajas temperaturas influyen favorablemente sobre el crecimiento del pino piñonero y la producción de conos. Esta especie es altamente recomendable para la reforestación de zonas áridas y semiáridas, debido a que es una de las especies más resistentes a la sequía, evita la erosión y favorece la infiltración del agua contribuyendo a la conservación del suelo (CONABIO).

Toronja (*Citrus maxima*). Árbol poco frecuente y escaso, se ubica cerca de la casa habitación gracias a su fruto muy apreciado como complemento alimenticio, los organismos de esta especie son obtenidos en el mercado local sin practicar algún tipo de reproducción.

5.2.2.5 Subsistema cultivos herbáceos

Como complemento a la dieta de la familia y dependiendo del mes de llegada de lluvias, se pueden introducir cultivos anuales como hortalizas y granos básicos, que son cultivos que requieren un manejo sistematizado y un constante aporte de agua, estos se encuentran destinados para el autoconsumo para el caso de las hortalizas y de autoconsumo y comercio para los granos básicos. En los huertos familiares de El Dexthí-San Juanico, existe una clara predominancia de especies de uso alimenticio (Fig. 6), esta característica como señala Levasseur (2000), indica la importancia del huerto familiar en la diversificación de la dieta familiar, las especies del subsistema de cultivos herbáceos se pueden encontrar en tres formas, a) un área destinada exclusivamente para monocultivos de autoconsumo y comercialización (Fig. 7 VI), cuando esta zona se encuentra ubicada en laderas el cultivo de Lechuguilla (*A. lechuguilla*) reduce la pérdida del suelo por erosión eólica e hídrica y favorece su formación. A mediano plazo, sitios deteriorados pueden recuperarse y posteriormente ser utilizados para otros fines (Rangel, 1987, citado en López, 1999). La lechuguilla adquiere gran importancia en la zona por presentar diversos usos antropocéntricos: además de recuperar suelos, fomentan la sucesión ecológica y contribuye a restaurar paisajes naturales, convirtiéndose en un sistema de restauración y producción ecológica y económicamente compatible. Cuando esta zona de cultivo se ubica en planicies, se destina para el cultivo de Maíz (*Zea mays*), dependiendo además de la época de lluvias se puede sembrar para el aprovechamiento del grano o de zacate para los animales, así mismo pueden variar los fenotipos seleccionados cada año, sembrando fenotipos de mazorcas pequeñas y desarrollo en tres meses o de mazorca grande con un

tiempo de desarrollo de 6 meses; una vez que se cosecha, todo el material vegetal sobrante se almacena para alimentar a las cabras, además de seleccionar las mazorcas mas grandes para desgranar y sembrar el año entrante; esta especie al ser un gran demandante de nitrógeno se siembra junto con el frijol (*Phaseolus vulgaris*) debido a que es una especie que nitrifica el suelo mediante la formación de nódulos en sus raíces que se encuentran llenos de nitrógeno disponible para las plantas; además al igual que la verdolaga (*Portulaca oleraceae*) es común encontrar quelite (*Chenopodium album*) en la milpa sin practicar su cultivo o reproducción.

Por otro lado las hortalizas ubicadas dentro del huerto familiar (Fig. 7 V) ofrecen una gran contribución a la dieta humana siendo indispensables para la preparación de dietas racionales, sin embargo como señala López *et al.* (1999) la horticultura se practica solo en áreas reducidas del huerto familiar y esta restringida a unas cuantas especies (Cuadro 7).

Cuadro 7. Especies de hortalizas cultivadas.

Especie	Parte utilizada
Acelga (<i>Beta vulgaris</i>)	Hojas
Calabaza (<i>Cucurbita máxima</i>)	Fruto
Calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>)	Fruto
Chilacayote (<i>Cucurbita ficifolia</i>)	Fruto, Flor
Cilantro (<i>Coriantrum sativum</i>)	Organismo completo
Coliflor (<i>Brassica oleracea</i>)	Inflorescencia
Haba (<i>Vicia faba</i>)	Semillas
Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>)	Organismo completo

Por último dentro del huerto existe una pequeña zona en donde se puede introducir pocos organismos de hortalizas a la sombra de los árboles sin ningún tipo de protección (Cuadro 8) o dentro del subsistema medicinal-ornamental (Fig. 7 VII).

Cuadro 8. Especies cultivadas en zonas abiertas del huerto.

Espece	Parte Utilizada
Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)	Fruto
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	Bulbo
Girasol (<i>Helianthus annus</i>)	Semillas
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Fruto
Tomate (<i>Lycopersicum esculatum</i>)	Fruto

5.2.2.6 Subsistema animal

Con base en las encuestas realizadas y conversaciones informales con las familias productoras, se detecto que la producción de animales dentro del huerto es una actividad tradicional que ha estado ligada a la economía familiar, ya que son el mecanismo de ahorrar dinero mediante su consumo y comercialización. Al igual que en los huertos familiares descritos por Levasseur (2000) en los que la pequeña cantidad de animales se encuentra dominada por aves y cabras, los huertos familiares de la zona de estudio se encuentran dominados por Gallinas criollas y cabras, las gallinas criollas (*Gallus domesticus*) son por definición aquellas aves propias del lugar que han desarrollada características para supervivencia, se clasifican como semipesados, ya que no corresponden al patrón de aves de postura ni a al de engorda (Soto *et al.*, 2002); el número de gallinas varía entre 5 y 20, y se encuentran en parcial libertad, se alimentan con maíz (obtenido en el mercado local), masa, tortilla y desperdicios de la cocina; por otro lado, las cabras de las cuales se aprovecha la carne dejando sin utilizar la piel, se encuentran confinadas en corrales de madera u ocotillo y se alimentan principalmente de plantas forrajeras o del zacate producido por el maíz, contribuyendo con esto al flujo de energía y reciclado de materia mediante el uso del estiércol producido para fertilizar el huerto, aunque el destino mas frecuente que tienen estos animales es para autoconsumo, algunas veces se obtienen ingresos monetarios extras al comercializarlos.

Además de la producción de animales dentro del huerto familiar se detectó una importante presencia de dos insectos asociados a plantas:

Xä'ue (*Pachilis gygas*). Organismo de la familia Coreideae con antenas situadas frente a los ojos, diurnos, con glándulas odoríferas bien desarrolladas y apéndices posteriores en los machos más gruesos que en las hembras, son insectos fitófagos parasitando el árbol del mezquite (*Prosopis laevigata*), son comestibles en estado ninfal, asados en comal o molidos con chile de árbol. Este insecto es el más apreciado a pesar de su fuerte sabor a Yodo; su época de consumo va de febrero a septiembre, siendo principalmente en abril y mayo cuando están en estado de ninfa presentando un contenido proteico de 62.95 % y de 65.39 % para el estado adulto (Ramos Elorduy, 1991, citado en Aldasoro, 2000).

Gusano de maguey (*Aegiale hesperiaris*). Larva de Lepidoptero extraído de las raíces del maguey de las cuales se alimenta, los organismos parasitados se detectan por el paso de coloración verde a amarilla, el gusano de maguey se distingue por su color rojo, pequeño y delgado, se consume en salsa con chile de árbol o en tortillas después de haber sido asado al comal, por otro lado algunas personas lo secan y lo pulverizan para agregarlo a la sal. Aldasoro (2000), menciona que algunos habitantes llevan a cabo un manejo rústico colectando la larva y manteniéndola hasta un mes alimentándola con tortilla y pan remojado en aguamiel reproduciéndose dentro del contenedor (aunque no se ha comprobado la paedogenia), su época de consumo va de septiembre a principios de noviembre; mientras que Ramos Elorduy (1991) reporta un contenido nutricional en proteínas de 37.1 %, Vergara (1999) reporta el siguiente contenido nutricional:

Cuadro 9. Vitaminas y minerales del chinicuil (*Aegiale hesperiaris*), tomado de Vergara, 1999.

Minerales	Calcio	142
	Hierro	2.4
Vitaminas	Tiamina	42
	Riboflavina	58
	Niacina	3
Proteínas mg/ %		13.65

5.2.3 Estructura Vertical

Al igual que Montes *et al.* (1982) se detectó que la estratificación en los huertos familiares tiene como objetivo principal el ampliar el espacio horizontal mediante el empleo del espacio vertical, llevando consigo un incremento en la productividad medida en términos de biomasa por unidad de superficie, de esta forma de manera general se encuentran tres estratos en los huertos familiares de la comunidad el Dexthí-San Juanico. El primer estrato se encuentra definido por herbáceas y arbustos de talla pequeña en un rango de 0 a 1 m responsables de cubrir el suelo protegiéndolo del lavado de nutrientes por acción del agua de lluvia y al mismo tiempo del suministro de sombra de materia orgánica evitando la desecación del suelo por acción de los rayos directos del sol. El segundo estrato esta caracterizado por arbustos de talla grande, frutales, árboles jóvenes, cactáceas y suculentas, en un rango de 1 a 2.5 m funcionando como cercos vivos y barreras biológicas. En seguida se encuentra el estrato constituido por especies arbóreas que rebasan los 2.5 m con la función de crear junto con el segundo nivel, un gradiente de sombra para los diferentes requerimientos de luz de las plantas, además aportan considerables cantidades de materia orgánica mediante el desprendimiento de sus hojas en descomposición (Fig. 11). En el estrato mas bajo encontramos una mayor cantidad de especies, sin embargo las que se consideran más importantes por sus excedentes de producción se ubican con mayor frecuencia en el segundo estrato, el cual es dominado por especies de frutales.

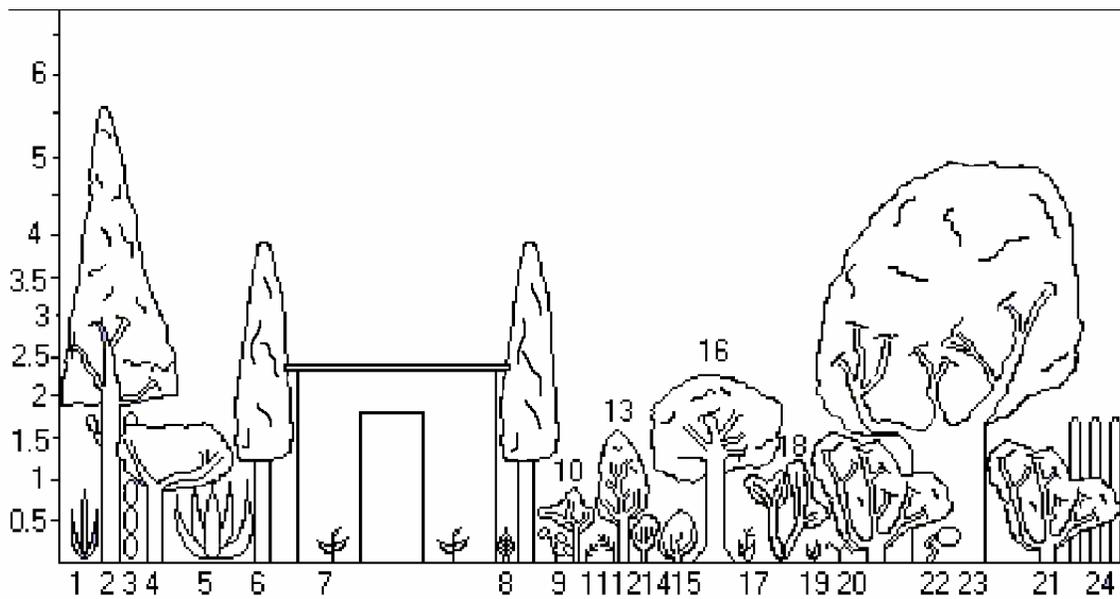


Fig. 11. Representación fisonómica de la estructura vertical del huerto familiar en la comunidad el Dexthí, Hidalgo. 1. *Agave lechuguilla*, 2. *Casuarina equisetifolia*, 3. *Opuntia ficus-indica*, 4. *Prosopis laevigata*, 5. *A. salmiana*, 6. *Cupresus sempervirens*, 7. *Dianthus caryophyllus*, 8. *Zantesdechia aethiopica*. 9. *Pelargonium sp.*, 10. *Bouganvillea spectabilis*, 11. *Mentha piperita*, 12. *M. spicata*, 13. *Prunus persica*, 14. *Nerium oleander*, 15. *Rosmarius officinalis*, 16. *Citrus sinencis*, 17. *Iris sp*, 18. *Ficus carica*, 19. *Artemisa absinthium*, 20. *Ruta chalapensis*, 21. *Punica granatum*, 22. *Vitis vinifera*, 23. *Shinus molle*, 24. *Stenocereus marginatus*.

5.2.4 Flujo de energía y reciclado de materia

En el huerto familiar del Dexthí la fuente principal de energía esta compuesta por el sol y la precipitación, estos llegan a el suelo en el que se encuentran nutrientes derivados del intemperismo de los minerales primarios, además según Stark y Jordan (citado en Kellman, 1980) una fuente neta de nutrientes aceptable parece ser la atmósfera. En el suelo se encuentra también el material vegetal y semillas de los diferentes subsistemas, la energía luminosa del sol es captado por las plantas en los diferentes subsistemas transformándola en energía química, almidón y azúcares entre otros, en el caso del subsistema barreras biológicas se realiza un almacenamiento pasivo de esta energía mediante la protección de las diferentes especies con la reducción de la velocidad del viento, disminución de la evaporación, aporte de sombra para los diferentes requerimientos de luz y protección de los recursos del suelo, así como en la producción de material para la construcción de herramientas, leña y ornato. Todos los subsistemas en conjunto aportan considerables cantidades de proteínas, vitaminas, minerales, carbohidratos y medicinas, los cuales son aprovechados directamente tanto por la familia productora como por los animales presentes en el huerto familiar mediante su alimentación con desechos vegetales, semillas y parasitando al organismo completo, los desechos vegetales además de servir como alimento para los animales, junto con el abono producido por ellos se reincorpora al suelo mejorando las condiciones de este para el óptimo desarrollo de las diferentes especies de plantas, además de mantener la fertilidad del suelo, los animales generan un gran aporte alimenticio y económico debido a su comercialización junto con las especies cultivadas (generalmente maíz) generando ingresos tanto para las necesidades de la familia como para el mantenimiento del huerto y la compra de nuevos organismos o semillas para su cultivo.

Un aporte importante de agua son las aguas residuales provenientes de la casa-habitación para lo cual se realizan caminos o zanjas en el suelo para dirigir el agua hacia las plantas, todo esto logrado gracias a la fuerza de trabajo generada por el humano ejercida en las labores y manejo del huerto (Diagrama 3).

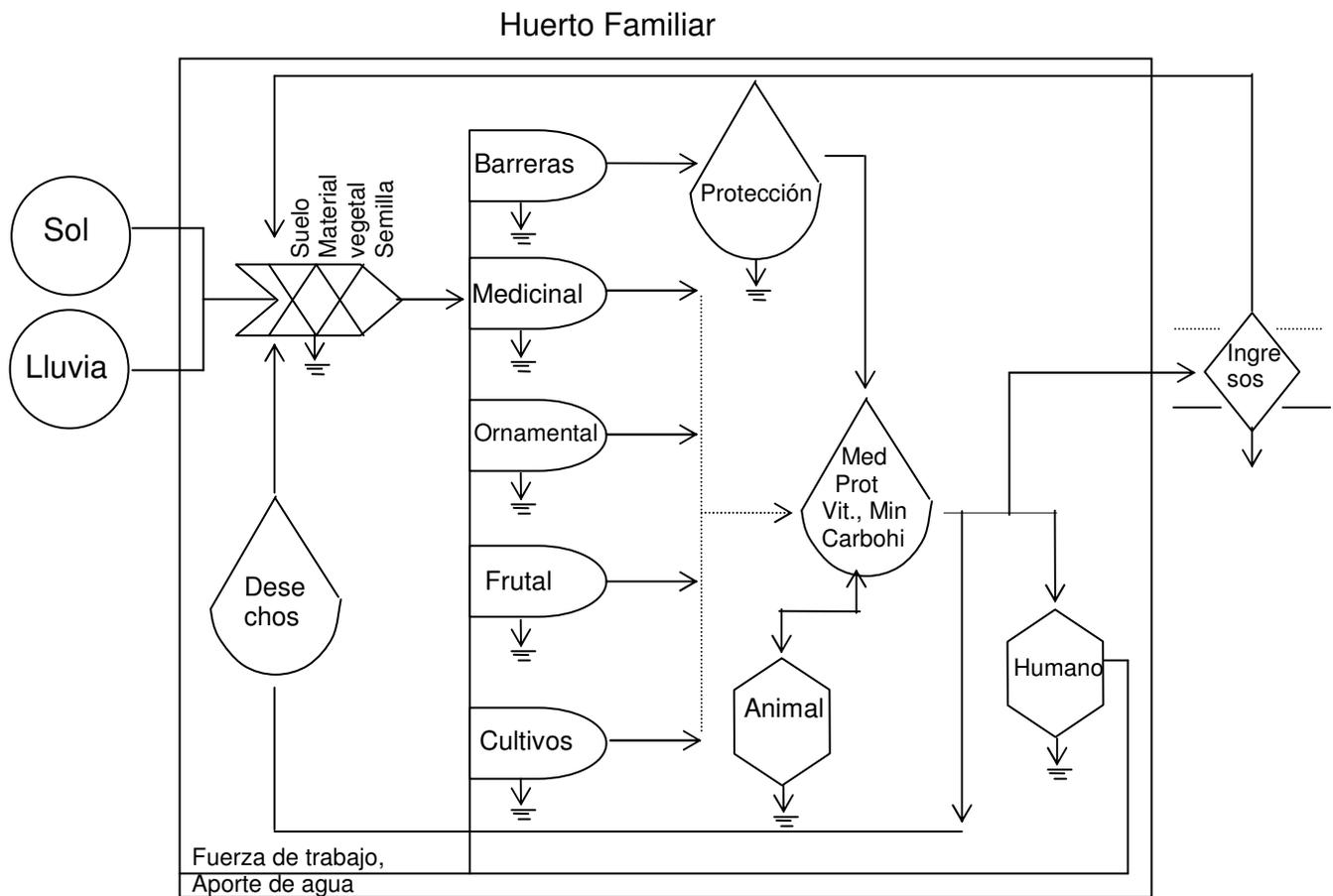


Diagrama 3. Flujo energético presente en los huertos familiares de la comunidad el Dexthí-San Juanico.

5.2.5 Manejo y aprovechamiento

A partir de las encuestas realizadas se detectó que el manejo del huerto familiar se basa principalmente en conocimientos tradicionales que se transmiten de generación en generación participando todos los miembros de la familia, tanto hombres como mujeres participan activamente en el mantenimiento del huerto familiar, aunque el mayor conocimiento sobre el uso de las especies lo presentan las personas de edad avanzada teniendo una destacada participación de los niños, ya que como señala Montes *et al.* (1982), la transmisión de conocimiento a las nuevas generaciones se da por proceso del “ve a cortar y me traes” que es la frase con que comúnmente se les pide a los niños que traigan el material vegetal que emplea la madre o la abuela en la cocina o curación, este proceso aparentemente sencillo implica que el niño debe de haber aprendido a diferenciar entre las especies útiles, el órgano y la cantidad necesaria.

El huerto familiar como menciona Barrera (1980) es un muestrario de los buenos éxitos logrados a través de la historia en el afán de domesticar especies y seleccionar fenotipos; es un reflejo de los procesos de aculturación en cuanto a la manera de entender a cada planta y su relación con el medio y el hombre, es un laboratorio en el que sin prisa y con perseverancia, se experimentan nuevas posibilidades de selección y adaptación; es por último un rico reservorio de germoplasma que ha servido, sirve y servirá para re-enriquecer la diversidad biológica en un mundo de agroecosistemas empobrecidos por la practica de monocultivos que han debido atender hasta ahora la producción inmediata, en menoscabo de la productividad a largo plazo.

A diferencia de los huertos familiares de Nicaragua en donde Méndez *et al* (2001) señala que existe una inversión alta en el manejo del huerto considerando su pequeño tamaño, en general la inversión de labores para el manejo del huerto familiar del Dexthí-San Juanico es baja, ya que únicamente se invierte ocasionalmente en la renta de tractores para el arado de la milpa y obtención de semillas y plantas ornamentales en el mercado local.

5.2.5.1 Preparación del terreno

Las labores previas a la siembra de especies en los huertos familiares del Dexthí-San Juanico están restringidas a operaciones sencillas:

- Limpieza del área destinada para el establecimiento de las especies.
- Creación de la estructura de protección para el subsistema o de la cepa en donde se establecerá la planta.

Para el caso del la zona de cultivo o milpa, se realiza el arado del terreno con ayuda de un tractor que es rentado por la familia productora en los meses de marzo o con las primeras lluvias, con esto se persigue aflojar el suelo y acondicionarlo para que pueda retener humedad por mas tiempo y se favorezca el drenaje, se prepara el terreno para la siembra, trasplante y se distribuyen los espacios de cultivo con surcos, la labranza mecanizada del suelo con ayuda de tractores practicada en la zona de estudio no es muy recomendada por Boege (2000), ya que compacta las capas debajo de la capa arable, rompe la estructura del suelo, elimina gran parte de las lombrices y macro fauna del suelo, mismo que se hace mas vulnerable a la erosión.

- Acarreo de tierra del cerro (tierra de arrastre, lama jai), o elaboración de la mezcla de suelo, la cual consiste en una mezcla de tierra negra con fertilizante y restos de cosechas anteriores para el llenado de los hoyos, con esto se acelera la vida bacteriana y se estimula la actividad de los microorganismos que dígieren la materia orgánica en el suelo.

5.2.5.2 Obtención del material vegetal

En la zona de estudio el material vegetal puede obtenerse a través de la reproducción sexual o asexual de los organismos practicada por la familia o mediante la compra de los organismos o semillas en el mercado local.

Reproducción sexual. En este tipo de reproducción se someten las especies frutales a un tratamiento previo para inducir la germinación de los organismos presentes en los huertos, presentando una gran ventaja, ya que al ser fenotipos adaptados a la zona de estudio la probabilidad de éxito es elevada, el tratamiento comienza con una escarificación, la cual tiene la finalidad de hacer que el endocarpio u otras capas protectoras de la semilla sean más permeables al agua y al aire, estas condiciones pueden lograrse mediante la estratificación mecánica, practicada en el durazno y chabacano, y consiste en la completa eliminación de la testa, lo cual se obtiene por el rompimiento de esta mediante el impacto con un martillo o roca, tanto a las semillas que se practico el proceso de escarificación como las que no lo necesitan por presentar una testa menos dura, como el caso de los cítricos, se someten a un tratamiento con agua de 24 a 48 horas, con lo que empieza el proceso de germinación por la entrada del agua a la semilla (imbibición), recomendando su siembra en meses de invierno. En lo que se refiere a las especies del subsistema de cultivos, la obtención de la semilla se realiza en el mercado local o en el caso del maíz se seleccionan las mazorcas mas grandes para desgranarlas y sembrarlas el siguiente año; la época de siembra se determina por la llegada de las lluvias, de esta manera si llegan después del mes de mayo, el maíz ya no se siembra por el poco tiempo que tendrá para desarrollarse por la caída de heladas tempranas, pudiendo ser sembrado solamente para la obtención de zacate que se dará a las cabras en la época seca. Algunas especies especialmente los frutales se obtienen al tirar los frutos o restos de ellos en los subsistemas con protección para después colocarlos en bolsas con la mezcla de suelo mencionada mas adelante, y trasplantarlos después a su lugar definitivo.

Reproducción asexual. Este tipo de reproducción vegetativa se practica comúnmente en frutales y plantas ornamentales por la rapidez de obtención de los organismos, presenta una ventaja ya que la propagación vegetativa es la única vía factible para obtener un organismo que conserve su identidad como fenotipo o clon; consiste en el corte del material vegetativo de aproximadamente 30 cm de longitud, y un promedio de 4 nudos, esta técnica se practica en época invernal, ya que en esta los organismos no son susceptibles a el ataque de plagas o enfermedades por la baja humedad, las estacas de aproximadamente 30 cm se dejan reposar para sembrarlas en primavera en el suelo, una vez obtenidos los primordios se trasplantan en bolsas negras para después pasarlas al suelo en su lugar definitivo en primavera.

Una variación de la reproducción asexual es la elaboración de plantaciones, técnica parecida al estacado en dónde se cortan ramas de aproximadamente 50 cm de longitud y se dejan secar al sol de 5 a 7 días para después dejarlas en reposo con agua en un recipiente, una vez que surjan nuevos brótes se colocan en bolsas negras o en suelo directamente.

Extracción de hijuelos, esta técnica es practicada tanto en lechuguillas como en magueyes, estas especies desarrollan un estolón con hijuelos formando colonias, una técnica muy simple consiste en separar estos hijuelos dejándolos secar de una a dos semanas para evitar su pudrición al transplantarlos directamente. De igual modo los frutales emiten frecuentemente plantones en su base, los cuales ofrecen un mayor desarrollo que los procedentes por estaca y son muy utilizados por reproducir fielmente los caracteres de sus progenitores, esta técnica consiste solamente en separar lo plantones desde la base junto con la raíz.

Cabe mencionar que las plantas cultivadas dentro del huerto se encuentran en menor cantidad, estas no pasan de 10 organismos por especie a excepción del maíz, todas las especies cultivadas excepto lechuguilla, se siembran hasta que empieza la época de lluvias (marzo, abril o mayo) variando el mes de llegada en cada año y de este modo, la elección de las especies a cultivar y el uso que se les dará, por lo que, el manejo del huerto depende de la época de lluvias produciendo diversos productos a lo largo del año, contrario a lo que menciona Jiménez-Osorio (1999) quien asegura que el manejo del huerto se puede intensificar independientemente de la época de lluvias, pero coincidiendo en que se pueden intensificar o reducir las actividades sin afectar la estructura básica.

5.2.5.3 Siembra

La siembra del maíz se realiza de forma tradicional en líneas rectas (Fig. 12. A), mientras que en la lechuguilla, la técnica utilizada es el Tres Bolillo (Fig. 12. B), según López 1999 se logran densidades de siembra de 2100 organismos por hectárea. Este es el sistema más popular en México, ya que comparándolo con las hileras en cuadro cabe un 15 % mas de organismos en el terreno y en los primeros años de plantación se pueden realizar labores en tres sentidos, en este sistema los organismos se van a colocar en los vértices de un triangulo; por otro lado en laderas alejadas de la casa el establecimiento de la lechuguilla es azaroso ubicando los organismos en zonas sin organismos o siguiendo la escorrentía marcada en el terreno.



Fig. 12. Tipos de siembra practicados en la comunidad el Dexthí A: Líneas rectas, B: Tres bolillo.

5.2.5.4 Control de malezas, plagas y enfermedades

El control de malezas consiste en la liberación de las cabras para que se alimenten de esta, jugando un papel importante la protección de los subsistemas para evitar la pérdida de plantas por acción de estas, el control de plagas y enfermedades que, de una u otra forma afectan la sobrevivencia de las diversas especies son tratadas con métodos tradicionales como el encalado o la eliminación de la parte afectada u organismo completo si el daño es severo.

5.2.5.5 Poda

Las podas realizadas en los huertos familiares del Dexthí-San Juanico se realizan en época seca para evitar pudriciones en las heridas y de manera general las podas realizadas son:

Poda sanitaria: Consiste en eliminar las ramas enfermas, rotas o afectadas.

Poda de formación: Consiste en cortar las ramas mal formadas o a los organismos con mucho follaje con el fin de dar la formación deseada para la creación del gradiente de sombra necesario para otras especies o para áreas de trabajo, meditación y descanso.

Poda de producción. Se realiza generalmente en plantas ornamentales para estimular la brotación de yemas florales, realizándola en días de luna llena.

5.2.5.6 Fertilización

Con ayuda de las encuestas, observación directa y pláticas informales se detectó que de manera propia no se realiza una fertilización como tal, entre las prácticas realizadas como fertilización se encuentra el uso de:

Estiércol de animales: Estos mejoran la estructura del suelo, se realiza una mezcla de suelo con estiércol en porciones iguales para aplicar a los hoyos en los que se encuentran sembrados los árboles frutales y que serán rellenados con esta mezcla cada año.

Abonos verdes: Las leguminosas pueden fijar el nitrógeno del aire para almacenarlo en sus raíces que se puede aprovechar para fertilizar el suelo, por lo que se siembran leguminosas en la milpa como el frijol, el cual es un nitrificante del suelo mientras que el maíz es un alto demandante de nitrógeno.

Para la reproducción por estacas o material que se embolsa antes de su establecimiento en su lugar definitivo, el sustrato que se utiliza en bolsas negras debe contener en la parte mas baja estiércol, seguido de tierra negra, arena y hojarasca o basura en partes iguales.

5.2.5.7 Riego

El agua como elemento vital de la subsistencia humana requiere de un buen aprovechamiento, así los frutales y plantas ornamentales alejados de la vivienda se riegan cada tercer día ya que para las plantas cercanas a las vivienda el aporte de agua se da con ayuda de el agua residual generada por las labores de la casa a través del lavadero o el baño, por lo que la ubicación de estos se realiza siempre cerca de los subsistemas ornamentales y en algunos casos funcionan como aporte de agua también para especies frutales mediante surcos que se realizan en el suelo hasta llegar las plantas en dónde pasa al rededor del árbol o dirigido a el subsistema medicinal-ornamental. Debido a que todas las especies cultivadas son de temporal no se les aplica ningún tipo de riego y depende de la llegada de las lluvias para establecerlas.

5.2.5.8 Destino y comercialización de los productos

Como se muestra en el cuadro 2, una misma especie puede tener diferentes usos a lo largo de su ciclo vital, sin embargo la mayoría de los productos obtenidos del huerto son para autoconsumo debido a que no se cuenta con una estructura de distribución y comercialización hacia el mercado local mas cercano (Ixmiquilpan) ya que la abundancia de los productos encontrándolos en la mayoría de los huertos dificulta la comercialización dentro de la comunidad, por lo que la mejor opción para aprovechar todos los productos sería a través de la capacitación en la elaboración de conservas, por lo que la falta de una distribución y comercialización promueve un gran desperdicio de productos.

Los únicos productos que se comercializan son los productos derivados de la lechuguilla y del maguey; caso especial es la comercialización de la fibra de estos, la cual ha sido muy problemática desde sus inicios, ya que El Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital (PIVM), se convirtió en el principal intermediario entre los campesinos y la Subsecretaría Forestal, perjudicando a los productores, pues mientras el precio de garantía de la fibra se cotizaba a \$ 10.25 el PIVM la pagaba \$ 7.00 En 1980, se realiza un intento de organización con la Unión de Productores de Ixtle, en donde participan localidades como El Dexthí, Puerto Dexthí, Cantamayé, Naxthey y Bojay. A pesar de abrir contratos con otras empresas, no se llegó a lograr mejores precios debido a que éstas mantenían contactos con la Subsecretaría Forestal. El 20 de Marzo de 1983 se constituye la Sociedad Corporativa de Producción Procesadora de Fibras Mexicanas, logrando compradores que mejoran el precio y la vinculación con organismos y asociaciones civiles que ayudaron a conseguir fondos no gubernamentales. En abril de 1990, deciden constituirse como Sociedad de Lechuguilleros del Alto Mezquital, sección del Consejo Regional Campesino Hña-Hñú, con una presencia más sólida y activa. A partir de esta nueva etapa de organización hay una repercusión en varios ámbitos: en la producción, en la búsqueda de nuevos mercados, en el cuidado del suelo, en la

vinculación de apoyos financieros. Se lograron organizar trece localidades, todas del área lechuguillera, sin riego, pues se ubican en lomeríos y barrancos del Alto Mezquital. En 1990 otro grupo de localidades, en el marco de la iniciativa de las comunidades, se organizaron para atender pedidos del extranjero, principalmente de Inglaterra y Francia, a donde exportan manteles, ayates, estropajos y otros productos elaborados con la fibra de maguey, este nuevo esfuerzo implicó la organización de una cooperativa de producción, cuyas repercusiones se amplían hacia la reproducción social y cultural de las comunidades (Vargas, 2001).

5.3 Propuesta de un modelo agroecológico de huerto familiar

Para el establecimiento de huertos familiares se debe tener en cuenta que no todas las tierras son aptas para el cultivo de las diferentes especies, debido a sus propiedades que no se limita solo a la capa arable si no también al subsuelo hasta donde pueden penetrar las raíces de las diferentes especies, de igual forma, la influencia que ejercen los elementos atmosféricos en el desarrollo de los árboles y sus frutos es determinante, depende de las condiciones climáticas de cada región y de sus posibles microclimas que sea factible o no establecer una especie, por lo que Rodríguez *et al.* (2002) señala que existen riesgos y limitantes de carácter agroecológico que deben ser considerados antes del establecimiento de frutales y la falta de profundidad en la investigación de los factores mencionados, así como la tendencia de algunos técnicos a generalizar y basarse simplemente en estimaciones proyectadas a partir de experiencias en otros países o regiones y no en estudios y experimentos directos, han contribuido al fracaso o desilusión de varios productores que se han visto frustrados por los bajos o nulos rendimientos de los frutales introducidos. Cabe destacar que los aspectos agroecológicos son todos los elementos presentes en el ambiente de los sistemas agropecuarios, es decir, tanto las condiciones de tipo geoambiental, como los elementos culturales, sociales, económicos y tecnológicos que participan en el proceso de producción agrícola. Para el establecimiento de huertos familiares se debe contemplar la evaluación de las condiciones geoambientales del lugar en donde se pretende establecer (Cuadro 10) ya que estas determinan en primera instancia la adaptabilidad ambiental, lo cual se refiere a la capacidad que tiene cada cultivo para aprovechar una gama de situaciones ambientales; esto implica como menciona Rodríguez *et al.* (2002) que el frutal no solamente sobreviva en el huerto vegetando, o incluso floreciendo, si no que tenga la capacidad de rendir frutos de calidad y cantidad conveniente. El agroecosistema propuesto tiene la ventaja de que todos sus componentes están adaptados climáticamente a la zona de estudio, por lo que existe un alto grado de éxito manteniendo la posibilidad de producir todo el año.

Aspectos geográficos	Aspectos climáticos	Aspectos edáficos	Aspectos bióticos
Latitud	Viento	Textura porosidad drenaje y	Insectos.
Altitud	Precipitación	profundidad	Vegetales y animales con potencial
Microtopografía	Temperaturas media mas alta, mas baja y anual	Fertilidad, macroelementos y materia orgánica	benéfico. Plagas
	Horas frío	pH y CICT	Enfermedades
	Granizadas		

Cuadro 10. Aspectos geoambientales necesarios para el establecimiento de un huerto familiar.

5.3.1 Aspectos agroecológicos necesarios en el establecimiento de un huerto familiar.

5.3.1.1 Aspectos geográficos

Dentro de los factores que se deben de conocer del lugar en donde se va a establecer el huerto familiar se encuentra la altitud, ya que esta influye sobre la temperatura, a medida que aumenta la primera se reduce la temperatura del aire seco en un rango promedio de 0.5 a 0.6 ° C por cada 100 m de elevación. La latitud determina la cantidad de radiación solar existente a lo largo de las estaciones. Por otro lado Rodríguez (2002) marca que la importancia de la microtopografía esta basada en la erosión hídrica causada por las lluvias en zonas con pendientes pronunciadas, por lo que la plantación elegida para los huertos familiares deben de contrarrestar estos efectos con prácticas de conservación de suelos.

5.3.1.2 Elementos climáticos

La agroclimatología según Rodríguez (2002) busca la aplicación de todas aquellas técnicas que modifiquen el clima natural cuando éste sea adverso al desarrollo de los cultivos, tales como: cortinas rompevientos, invernaderos, uso de mallas, etc. Dentro de los factores climáticos a considerar se encuentra el viento, este es un elemento del clima que es benéfico cuando circula a velocidades bajas, ya que permite la polinización y mejora la fotosíntesis porque renueva el aire del microclima de las hojas, pero con velocidades mayores de 4 m /seg es un factor negativo para las explotaciones frutícolas ya que puede haber desprendimiento de flores, frutos y hojas, y rompimiento de ramas, además de reducir la fotosíntesis y polinización, para contrarrestar esto es necesario establecer cortinas rompevientos, que son vegetales arbóreos y arbustivos colocados de manera perpendicular a los vientos dominantes. Es necesario conocer la cantidad de lluvia total en mm que se presenta en la zona, así como su distribución, investigando la precipitación para todos los meses del año para conocer que especie se va a cultivar y hacer cálculos sobre el requerimiento de riego, en caso de que el cultivar seleccionado requiera un suministro extra de agua. Por otro lado, se debe tener en cuenta la temperatura media anual, así como las temperaturas medias mensuales, y calcular el número de horas frío que se acumulan en la región, lo que presenta información muy importante para el establecimiento de frutales caducifolios, ya que si se sobrepasan las horas frío requeridas se tendrán problemas por heladas; y al contrario si las horas frío son insuficientes el frutal tendrá problemas para crecer por su escasa brotación. Otro punto a considerar es la posibilidad de granizadas, ya que pueden tirar las hojas y flores o causar un daño irremediable en el fruto; la humedad atmosférica y la nubosidad deben ser consideradas ya que pueden afectar el crecimiento de los frutos, la brotación de las plantas caducifolias pueden compensar frío y modificar la calidad de la fruta.

5.3.1.3 Factores edáficos

Aunque la mayoría de las ocasiones, el terreno donde se va a establecer el huerto no se escoge, sino que se adaptan los espacios existentes, se debe tener en cuenta cuales son las características del suelo para plantear medidas que lo mejoren o en momento dado la mejor alternativa de su manejo, ya que se ha demostrado que es mas adecuado introducir un organismo resistente a algún factor edáfico que desarrollar medidas correctivas tales como el encalado, lavado, etc. Además hay factores que no pueden ser resueltos fácilmente, así que hay que considerarlos para que posteriormente no se tenga que remover la plantación. Para conocer todas estas características importantes del suelo y de las acciones a tomar se debe de realizar un análisis de fertilidad del suelo.

5.3.1.4 Relaciones bióticas

Es necesario conocer tanto los depredadores como los competidores a los que estarán expuestas las especies del huerto familiar, los insectos, sus ciclos de vida, hábitos alimenticios, vegetales y animales con potencial benéfico, polinizadores, fijadores de nitrógeno, cultivos trampa, cultivos en asociación y depredadores naturales de plagas.

Una vez que se determino la importancia de los aspectos agroecológicos en el establecimiento de los huertos familiares se obtuvieron los valores para los factores geográficos, climáticos (Cuadro 11) y edáficos (Cuadros 12 y 13) de la zona de estudio.

Cuadro 11. Aspectos agroclimáticos en la comunidad el Dexthí-San Juanico.

Altitud		1800 msnm
Precipitación	Anual	431.4 mm
	Mínima mes mas seco	1.8 mm
	Máxima mes mas lluvioso	85.1 mm
	Periodo seco	Dic- Feb
	Estación lluviosa	Jun-Sep
	Periodo Interestival	Jul y Agos
Vientos	Vientos dominantes	Este y Noroeste
Temperatura	Media anual	17.6° C
	Media mínima para Diciembre y enero	12.8° C
	Media máxima mayo y junio	20.8° C
	Oscilación térmica	4-5° C
	Horas Frío	260.43 H. F.

Cuadro 12. Análisis de fertilidad del suelo para el lugar propuesto para el huerto familiar.

Propiedad		Valor
Color		S: Pardo grisáceo muy oscuro 10 YR 3/2
		H: Pardo muy oscuro 10 YR 2/2
Textura	Arenas %	69.6
	Limos %	14.4
	Arcillas %	16
	Clase Textural	Franco arenoso
Densidad Aparente gr/ml		1.02
Categoría		Medio
Densidad Real gr/ml		2.245
Categoría		Medio
Porosidad		54.56
Categoría		Alto
Consistencia		Ligeramente duro Friable Ligeramente adhesivo Ligeramente plástico
Estructura		15 % granular muy fino dentro de una matriz pedregosa. 3 % aprox. Granular muy grande, con agregados muy débilmente desarrollados.
Materia orgánica (%)		6.8 Rico
PH		8.25 Moderadamente alcalino
CICT (cmol(+)Kg ⁻¹ de suelo)		45 Alto
Ca (%)	“ “	63.5 Alto
Mg (%)	“ “	9.28 Bajo

Cuadro 13. Ventajas físicas y químicas del suelo.

Característica	Condición
Aireación	Buena
Drenaje	Bueno
Porosidad	Alta
Permeabilidad	Buena
Retención de agua	Media
Retención de iones	Media
Probabilidad de encostramiento	Baja
Probabilidad de inundación	Baja
Estado de oxidación	Máximo
Capacidad de intercambio catiónico	Alta

Los resultados obtenidos en el análisis de fertilidad (Cuadro 12) indican un color grisáceo por síntomas de reducción, oscuro de la muestra indica un alto contenido de materia orgánica además de la presencia de minerales ferromagnesianos heredado del material originario, óxidos de hierro y magnesio y materiales piroclásticos. Cuando el drenaje permite la aireación y las condiciones de humedad y temperatura son favorables para la actividad química, el hierro de los minerales del suelo se oxida e hidrata formando compuestos amarillos y rojos, pero al reducirse la hidratación los colores rojos sustituyen a los amarillos, con lo que el color pardo en la muestra indica una buena aireación, buena eliminación de agua, buen drenaje y un estado de oxidación máximo. Los colores de los distintos suelos están íntimamente relacionados con las condiciones de aireación, los pelos radicales se desarrollan en abundancia en condiciones de aireación apropiada del suelo en el que las plantas se cultivan, pero apenas se encuentran en suelos encharcados o en mal aireados.

La absorción de agua y de elementos nutritivos del suelo se realiza en gran parte a través de los pelos radicales, cuya superficie total exterior es mucho mayor que el de las raíces mismas. Existe una estrecha relación entre la velocidad de desarrollo de las plantas cultivadas y la aireación del suelo en el que están situadas, lo cual está relacionado directamente con la textura del suelo (Aguilera, 1989; Bear, 1969; Calderón, 1986; Gaucher, 1971; Porta *et al.*, 1994).

Las texturas franco arenosa presentes en el área de estudio muestra un equilibrio entre sus componentes, creando una gran porosidad con huecos de gran tamaño, que favorece la aireación y facilita la circulación del agua, para el equilibrio del suelo no importa tanto el contenido de arena como su relación con la arcilla, cuando en la superficie hay una textura arenosa, los suelos se conocen como ligeros, dada su escasa plasticidad y su baja dureza, que los hace muy fáciles de trabajar. Presentan una excelente aireación porque al ser las partículas dominantes de gran tamaño dejan grandes huecos entre ellas, por donde penetra fácilmente el aire. Por lo que otorgan una gran permeabilidad, que se manifiesta por una velocidad de infiltración que va de 13 a 20 mm/h, y solo ante unas lluvias extremadamente intensas se puede provocar su encharcamiento. Este tipo de suelo es muy peligroso ya que al estar en zonas con ligera pendiente, sufren una erosión laminar selectiva que elimina los escasos coloides presentes y acrecienta aún más el problema.

Se calientan rápidamente en primavera por lo que el ciclo vegetativo se anticipa, lo cual es muy importante porque retienen muy poca agua y nutrientes; en el caso del agua el problema se agrava por ser una zona semi-árida, en la que sobre suelos muy arenosos solo crece una vegetación xerófila.

Cuando se abonan hay que hacerlo en pequeñas dosis o con sustancias poco solubles, porque el lavado es muy fácil, pero para ello es necesario que tengan una buena actividad biológica (Bear, 1969; Porta *et al.*, 1994).

La muestra presenta una densidad aparente media, debido a que no es un suelo netamente arenoso, sino que el 16 % de arcillas presenta una porosidad que coincide con la de los suelos de textura fina. A esta condición le podemos encontrar muchas ventajas, ya que presenta los dos tipos de poros, los microporos pueden ayudar a la retención de agua mientras que los macroporos por los que el movimiento de agua y aire se realiza con rapidez, de manera que con facilidad puede ceder el agua y secarse al llenarse los poros de aire. Con esto se tiene una gran cantidad total de espacio poroso y no se tiene un suelo inundable, ya que los macroporos superan a los microporos teniendo un buen flujo y retención de agua y de iones y una buena aireación. (Calderón, 1986; Donahue *et al.*, 1958; Dochaufour, 1978; Gaucher, 1971; Robinson, 1976).

La estructura que presenta es granular muy fina dentro de una matriz pedregosa con un bajo porcentaje de granular grande con agregados débilmente desarrollados y una consistencia ligeramente dura extremadamente friable, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico. Un suelo friable, es decir fácilmente desmoronable, tiene la consistencia óptima para la labranza, pero esta característica se puede perder por humedecimiento o secado del suelo, una estructura granular y consistencia friable de un suelo húmedo son las características deseables desde el punto de vista agrícola y se requiere de labranza mínima. Ya que la consistencia tiene íntima relación con el impedimento de paso a las raíces, aireación, compactación, adherencia y resistencia a la deformación, puede tener varias repercusiones sobre el desarrollo de la vegetación, como puede ser el caso del desarrollo de los pelos radicales con una buena porosidad.

Un buen suelo para los cultivos es aquel que posee una estructura granular o migajonosa con agregados de .25 a 10 mm de diámetro promedio y cuyos agregados grandes se desmoronan con facilidad. Si el suelo contiene una cantidad apreciable de agregados, relativamente estables de tamaño moderado de 1 a

5 mm de diámetro, por lo general tendrá suficientes poros grandes para una aireación adecuada, cuando las condiciones de drenaje son buenas, sin embargo, el mejor tipo de estructura estará en función del hábito de crecimiento del sistema radical de cada cultivo (Bear, 1969; Calderón, 1986; Gavande, 1976; Porta *et al.*, 1994).

El nivel de materia orgánica presente en la muestra es alto, definiendo a la materia orgánica del suelo como una acumulación de materia de plantas muertas parcialmente descompuestas y residuos de animales y plantas resintetizados parcialmente junto al humus que se define como el material orgánico que los microorganismos del suelo ha transformado en una forma estable, el nivel de materia orgánica esta relacionada con el origen del suelo, de acuerdo con la clasificación por la FAO/UNESCO-1968 el tipo de suelo que se encuentra en el área de estudio corresponden a Rendzinas con horizontes A mólico, es decir con una capa blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrimentos. Las Rendzinas son suelos asociados a litosoles, que son suelos de menos de 25 cm de espesor sobre roca, no aptos para cultivos, destinados al pastoreo; y Rendzinas asociadas a Faeozems calcáricos con un horizonte A mólico, con material calcáreo en todo el suelo, fertilidad alta y fácil manejo (Aguilera, 1989). En la zona de estudio la falta de agua impide en gran medida la oxidación del material orgánico que esta en la superficie del suelo, pero al tener un aporte de agua se da una máxima oxidación, la materia orgánica al estar en cantidades importantes contribuye sensiblemente a la capacidad de intercambio catiónico; como afirma Bohn *et al.* (1993) la carga negativa del humus (y por lo tanto su CICT) se debe a la disociación de H^+ de los grupos funcionales, dependiendo toda la carga fuertemente del pH; los ácidos fúlvicos y húmicos se comportan como polielectrólitos ácidos débiles amortiguando el pH del suelo dentro de un intervalo amplio de valores. Aunque el contenido de restos vegetales y animales en la zona es baja, la cantidad de humus es alta, al ser un suelo franco tiene suficiente proporción de arcillas para que

haya un buen complejo arcillo-húmico, por lo que se tiene un contenido alto de materia orgánica. Debido a la buena aireación, la poca humedad atmosférica y condiciones calurosas la materia orgánica presente en la zona de estudio se mineraliza rápidamente, el clima desempeña una función importante en el contenido de materia orgánica debido a que ejerce una enorme influencia en la distribución de las plantas, material producido por estas y la intensidad de la actividad microbiana, por lo que encontramos materia orgánica alta en la muestra por los manchones de la vegetación. La acción de la materia orgánica para mejorar las condiciones físicas del suelo puede considerarse que es mayor sobre la estructura, al hacerla mas esponjosa y de características parecidas a la granular (que suele ser mas conveniente sin importar la textura que tengan), aumenta la capacidad de retención de agua evitando la desecación, enlaza partículas del suelo en unidades estructurales llamados agregados permitiendo el intercambio de gas e incrementando la permeabilidad, forma complejos estables con cationes polivalentes, amortigua el pH del suelo en límites entre ligeramente ácido, neutro y alcalino, incrementa la actividad biológica en el suelo y la capacidad de intercambio catiónico, es fuente de elementos nutritivos por la producción de CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} y SO_4^{2-} por su descomposición y el ácido húmico que se forma estimula el crecimiento de las plantas. En suelos como el presente moderadamente alcalinos, el mejor remedio es el uso de enmiendas orgánicas como la aplicación de estiércol, de compost de residuos urbanos o al menos dejar y mezclar los restos de las cosechas. En el suelo arenoso del área de estudio el humus sufre una renovación muy rápida por lo que la acumulación de materia orgánica sin descomponer es mínima. Los abonos orgánicos como restos en descomposición, estiércol, paja o leguminosas cultivadas para después enterrarlas aportan muchas bacterias y elementos necesarios para las plantas, pero, en general, no tienen efectos tan rápidos, sin embargo, a medio plazo aportan fertilidad al suelo, pero en estos casos es conviene aplicarlos en pequeñas dosis por su rápida mineralización (Aguilera,1989; Calderón, 1986; Dochaufour, 1978; León, 1991; Russell, 1968).

En los suelos de regiones áridas encontramos suelos alcalinos, el principal valor de la medida del pH no es que muestre que un suelo sea ácido o alcalino, sino la información acerca de las condiciones del suelo, como disponibilidad de iones, status de bases y otros. La muestra al tener un valor superior a 8 la amortiguación se debe en parte a descomposición de minerales, además de que en el suelo se encuentran carbonatos, bicarbonatos y fosfatos que actúan como agentes amortiguadores y mas importante que eso es el complejo coloidal con cationes asociados que actúa como un fuerte agente amortiguador (León, 1991).

Los altos contenidos de calcio nos indican un pH casi neutro, como se puede observar en la muestra en donde se tiene un alto porcentaje de calcio con un pH moderadamente alcalino, esta condición deseable para la mayoría de vegetales y microorganismos, además de que esta condición refleja concentraciones bajas de otros iones intercambiables que podrían ocasionar problemas. El suelo al contener una relativa porción de calcio, feldespato u otros elementos susceptibles de descomponerse por la acción de los elementos atmosféricos y un porcentaje de arena equilibrado, pueden considerarse tierras muy aptas para el cultivo de toda especie frutal.

La gran cantidad de materia orgánica junto con la cantidad de arcillas permiten la formación del complejo arcillo-húmico, la cual nos proporciona una alta capacidad de intercambio catiónico, esta aumenta en medida que aumenta el porcentaje de arcillas o el valor de materia orgánica, en la muestra al presentar un contenido de materia orgánica rico y una alta capacidad de intercambio catiónico se considera un suelo con buena fertilidad (Aguilera,1989; Bohn *et al.*, 1993; Calderón, 1986; Dochaufour, 1978; León, 1991 y Russell, 1968). De manera general las ventajas que presenta el suelo del área de estudio se muestran en el Cuadro 13.

5.3.2 Siembra de hortalizas

Para la siembra de hortalizas se recomienda el procedimiento desarrollado por López *et al.* (1999), se establecerán platabandas lineales a un metro de ancho para facilitar las labores, las platabandas se separan por pasillos de 1.20 m de ancho para no dificultar el trabajo elaborando camas biointensivas excavando de 0 a 30 cm y aflojando el suelo de 30 a 60 cm. de profundidad fomentando la vida de los microorganismos y aprovechando mejor la dinámica entre las plantas y animales en la hortaliza; se coloca una cama de rastrojo de 4 cm aproximadamente, lo que garantiza el aprovechamiento del agua evitando la pérdida por infiltración, sobre ella un cama de composta de 7 cm agregando una cubeta de agua y cubriendo con tierra el espacio restante y emparejando el terreno. Realizado esto se tapa con plástico dejándola en reposo d 15 a 20 días. Una vez que pasa el tiempo de reposo se instala un sistema de microirrigación el cual consiste en un dispositivo de PVC de media pulgada de diámetro, colocando en cada extremo un codo para unirlo a botellas de plástico invertidas con una capacidad de 1500 ml que sirve como contenedor de agua. A cada tubo se le realizan orificios de tres milímetros de diámetro a 12.5cm de distancia. Posteriormente se realizan surcos a 30 cm de separación en donde se colocan paralelamente los tubos a una profundidad de 10 cm y contrario a la pendiente natural del terreno y se cubre la parcela nuevamente con un plástico con aberturas en cruz cada 25 cm sobre el área de siembra.

Por otro lado se colocan las semillas de las hortalizas deseadas en almácigos regando dos veces por semana durante un mes y medio aproximadamente, para después trasplantarlas en la parcela en las aberturas que se realizaron en el hule.

5.3.3 Composta

Para aprovechar de una forma óptima los desechos orgánicos del hogar, los desechos vegetales y de animales se recomienda la elaboración de composta, esto representa un modo de reutilizar las sobras que de otro modo irían directamente a la basura, además de que puede restituir los nutrientes del suelo, la composta es el producto de los desechos orgánicos reducidos biológicamente a humus, proporcionando una mejor textura al suelo, ayudando a controlar la erosión, el pH y actúa como búffer contra ciertas toxinas. Como menciona Bohn *et al.* (1993) la materia orgánica del suelo proporciona casi todo el nitrógeno, de 50 a 60 % del fósforo, hasta el 80 % de azufre y una gran parte del boro y molibdeno absorbido por las plantas; la disponibilidad de muchos cationes como micro nutrientes también está determinada por la materia orgánica, diversos componentes de pesos moleculares bajos (como ácido fúlvico), forma complejos estables (quelatos) con el Fe_3^+ , Cu_2^+ , Zn_2^+ y otros cationes polivalentes, los quelatos protegen a los cationes de las reacciones de hidrólisis y precipitación. Además de que la composta proporciona nutrientes a las plantas, los libera lentamente de tal forma de que no solo es una fuente de nutrientes, sino también un almacenador de ellos y la secreción producida por las bacterias en la composta estimula el crecimiento de las raíces de las plantas.

La elaboración de la composta comienza desde la cocina separando los residuos orgánicos, como comida, cáscaras, hierba, té, café, huevo, etc., y restos de plantas cortadas en los huertos o las cosechas. El siguiente paso es la elaboración de un hoyo en el suelo, de manera general para la elaboración de la composta se hacen capas uniformes con los desechos, intercalando capas de tierra negra entre ellas, la primera capa consta de material vegetal, la cual tendrá la función de retener la humedad, en esta capa se puede contener restos vegetales de las podas, de cosechas anteriores, etc., el siguiente nivel constará de restos de papel evitando la ilustración (revistas), el cual tendrá la

misma función que la primer capa, después se adicionan todos los residuos de cocina molidos o triturados lo mas posible y por último una capa de estiércol, el cual debe de constituir de 1/4 a 1/5 parte del total de la composta, dependiendo de la cantidad de desechos y del tamaño del hoyo, se adicionan mas capas siguiendo este patrón, la capa final constara de un material que retenga la humedad, ya sea papel, cartón, residuos vegetales, aserrín, etc. Por último se agrega suficiente agua y se cubre con un plástico para mantener la humedad y temperatura. Gracias a la acción de algunas bacterias termófilas la temperatura de la composta puede llegar hasta los 70 °C, teniendo un pico en la temperatura indicando el máximo grado de descomposición del material, siendo benéficas estas temperaturas ya que matan a las semillas de malezas y acaban con las enfermedades que podrían dañar a las plantas, una vez que se alcanzo el máximo pico de temperatura ésta empezará a descender por la escasez de material a descomponer indicando la culminación del proceso. Las pilas de composta se airean una vez por semana a partir del primer mes de haberse preparado, procurando que todo lo contenido en ella quede por lo menos una vez en el interior. La materia orgánica se fermenta por la acción de los microorganismos, formándose quelatos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, aminoácidos, bases púricas y pirimídicas y proteínas de bajo y alto peso molecular, azúcares, grasas y ceras; además actúa como reguladora del pH, al degradarse la materia orgánica forma CO₂ impartiendo propiedades físicas óptimas para los suelos, como la estructura granular, favorece la aireación porque actúa a manera de cementantes aumentando la cantidad de agregados, por medio de microporos retiene la humedad e iones para las plantas (Aguilera, 1989). Después de un mes se voltea la composta cada semana con ayuda de una pala y adicionando agua para que todo el material contenido en ella sea degradado, finalizando el proceso a los dos meses y medio.

5.3.4 Diseño del huerto

En base a los resultados obtenidos el huerto será dividido en 6 diferentes subsistemas (Barreras Biológicas, Medicinal, Ornamental, Frutal, Cultivos y Animal), sección de composteo, e infraestructura de la casa habitación (Fig. 13). El agroecosistema propuesto tiene la ventaja de que todos sus componentes están adaptados climáticamente a la zona de estudio, por lo que existe un alto grado de éxito y probabilidad de sobrevivencia de sus fenotipos, a pesar de esto es necesario conocer los requerimientos agroecológicos de las especies estructurales: el durazno (Anexo 1), granada (anexo2), Higo (Anexo 3), limón (Anexo 4), maguey (Anexo 5), naranja (Anexo 6), tuna y nopal (Anexo 7).

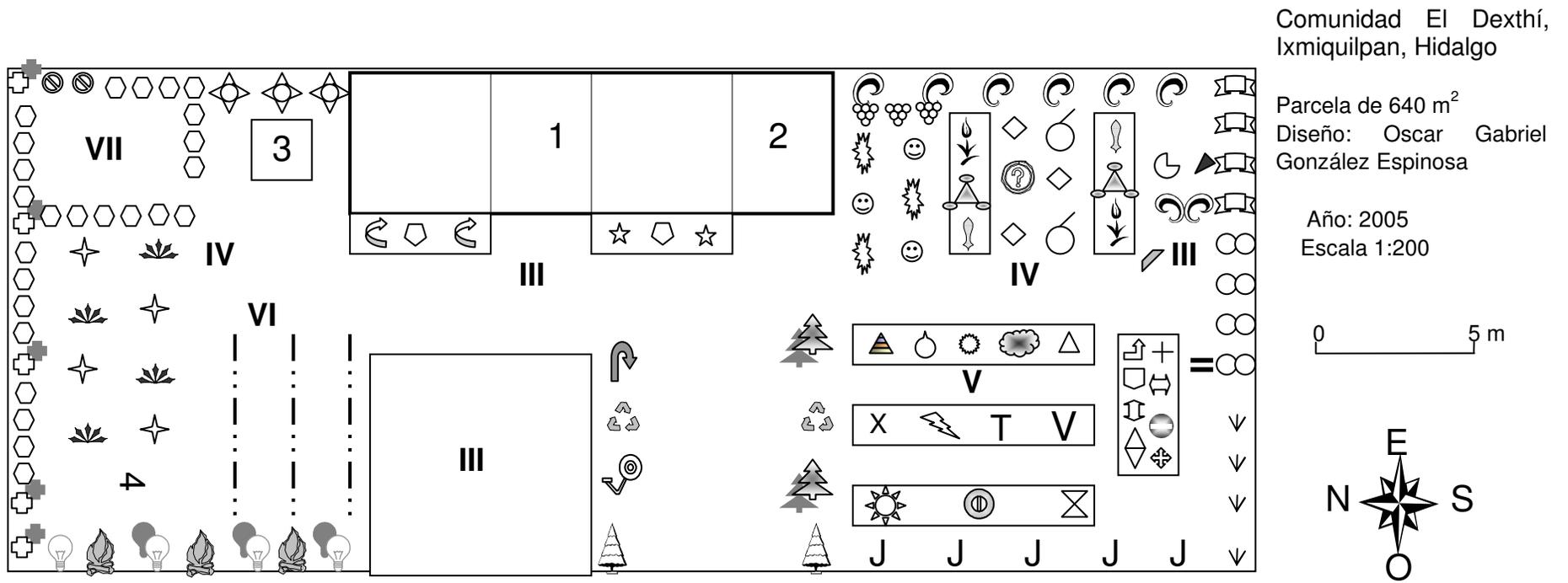


Fig. 13. Propuesta de distribución horizontal para una parcela de 640 m² en la comunidad el Dexthí, Hidalgo. I. Subsistema Barreras biológicas, distribuido en la periferia del huerto; II. Subsistema medicinal-Ornamental; III. Subsistema Ornamental, representando a la jardinería de mayor tamaño cactáceas presentes en la zona de estudio; IV. Subsistema Frutal; V. Subsistema Cultivos (Hortalizas); VI. Subsistema Cultivos (Milpa); VII Subsistema animal; 1. Casa; 2. Baño; 3. Compostera; 4. Zona de trabajo.

6. CONCLUSIONES

- ⇒ Los Huertos Familiares son una fuente importante de recursos naturales como alimentos, especies, medicinas, fibras y maderas.
- ⇒ La conservación y creación de nuevos huertos familiares en la comunidad el Dexthí-San Juanico es desfavorable debido a la erosión cultural y pérdida del conocimiento local, causada principalmente por la migración de jóvenes a centros urbanos y su influencia en los pobladores de la comunidad.
- ⇒ En el total de huertos familiares se encontró una agrobiodiversidad compuesta por 79 especies pertenecientes a 37 familias.
- ⇒ La familia con mas diversidad fue la ASTERACEA con 8 especies.
- ⇒ El uso antropocéntrico dominante de las especies en el huerto familiar es el alimenticio con el 36% de las especies.
- ⇒ No existe un patrón de aumento o disminución de especies en el huerto familiar, ya que este funciona como un campo de experimentación para la selección y domesticación de especies.
- ⇒ Las especies estructurales dominantes son: *Prunus persica*, *Ficus carica*, *Citrus limonium*, *Agave salmiana*, *Citrus sinensis*, *Stenoceus marginatus*, *Nerium oleander*, *Punica granatum* y el género *Opuntia*.
- ⇒ Se encontraron cinco líneas de producción vegetal: barreras biológicas, plantas medicinales, ornamentales, frutales y cultivos herbáceos, y una línea de producción animal, conformando 6 subsistemas.
- ⇒ La ubicación de los subsistemas está determinada tanto por las necesidades de la planta como las necesidades del productor.
- ⇒ No se encontró relación entre el número de subsistemas y la extensión del huerto, siendo la presencia de la milpa la única diferencia marcada por el espacio que demanda.

- ⇒ El subsistema de barreras biológicas está compuesto por árboles, arbustos y cactáceas funcionando como cercos vivos y cortinas rompevientos con diversos usos antropocéntricos.
- ⇒ El subsistema medicinal se encuentra restringido a espacios pequeños o formando parte de otros subsistemas, con una baja cantidad de especies (12 % de las especies presentes).
- ⇒ El subsistema ornamental ocupa el primer lugar en diversidad de especies. Con el 31 %
- ⇒ El subsistema frutal ocupa la mayor parte del espacio físico del suelo.
- ⇒ El subsistema animal al igual que el subsistema cultivos presenta un aporte económico a la familia mediante su comercialización.
- ⇒ El subsistema animal contribuye al flujo de energía y reciclado de materia
- ⇒ Dentro del subsistema animal se encuentran insectos asociados a plantas que también son aprovechados.
- ⇒ El huerto familiar de la comunidad el Dexthí se encuentra dividido en tres estratos: bajo (0-1 m), medio (1-2.5 m) y alto (mayor de 2.5m), presentando el estrato bajo la mayor diversidad de especies.
- ⇒ El agroecosistema propuesto considera a los fenotipos adaptados a la zona de estudio.
- ⇒ El Agroecosistema Huerto Familiar es un sistema dinámico de cultivos múltiples y crianza de animales en donde la alta diversidad de elementos forma relaciones que permiten la existencia de subsistemas distribuidos en diferentes niveles de estratificación integrado por árboles arbustos y herbáceas, sostenidos mediante un manejo tradicional para la obtención de productos ornamentales, forrajeros, de protección y delimitación, maderables, agroindustriales, medicinales y alimenticios destinados a satisfacer las necesidades básicas de la familia y en ocasiones al comercio mediante la obtención de excedentes.

7. SUGERENCIAS Y COMENTARIOS FINALES

- Fomentar la importancia de los huertos familiares diversificados con especies multifuncionales para evitar su desaparición.
- Impulsar la construcción de unidades de producción múltiple como estrategia para el desarrollo de zonas áridas.
- Evaluar el aporte de hojarasca y contenido de N, P y C de todas las especies del subsistema Barreras Biológicas, para enriquecer la selección de las especies estructurales
- Es necesario crear una estructura de distribución de los productos obtenidos del huerto familiar para evitar su desperdicio, así como la capacitación sobre la elaboración de conservas y otras formas de aprovechar los productos de los huertos familiares.
- Realizar un proyecto etnobotánico sobre las especies útiles que no se encuentran dentro de los huertos familiares para incluir su cultivo dentro de ellos y de este modo rescatar el conocimiento tradicional.

8. ANEXOS

Anexo 1. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo del durazno. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo.

DURAZNO (<i>Prunus persica</i>)	
B	<p>La enfermedad más peligrosa además de la clorosis es la conocida por “abollado” o “garrofina”, causada por el endoparásito <i>Exoascus defonnans</i>, caracterizándose al entrar el árbol en vegetación por abollar y deformar las hojas, causando con su caída un grave trastorno fisiológico al árbol. Se previene la enfermedad en invierno pulverizando tronco y ramas a base del caldo bordelés u otros criptogamicidas. Las hojas pueden verse las salpicadas por unas manchitas de matiz pardo rojizo causada por el endoparásito <i>Claterosporium carpophilum</i>, el cual se puede combatir igual que el anterior.</p> <p>A causa de las lluvias o persistentes el fruto puede verse afectado por unas manchas concéntricas que provocan una rápida podredumbre a causa de la invasión del endoparásito <i>Sclerotinia fructzgena</i>, cuyo hongo puede invadir a la flor y reducir el resultado de la cosecha. Únicamente puede prevenirse en invierno, al igual que el anterior.</p> <p>Los árboles jóvenes, en particular, pueden verse con las ramas y hojas extremas cubiertos por un polvillo blanco-grisáceo característico de la enfermedad del “oídio”, provocado por el ectoparásito <i>Sphaerotheca pannosa</i>, el cual puede combatirse a base del polisulfuro u otros fungicidas de síntesis orgánica o espolvoreos de azufre.</p> <p>Al entrar en vegetación suele verse invadido por los pulgones, siendo el más peligroso el <i>Hyalopterus amygdal</i>, de aspecto verde, cubierto por una sustancia cerosa que lo defiende del ataque de los insecticidas, iverna en estado de huevo sobre las ramas del árbol, incubándose a la entrada de primavera y puede ser causa del abollamiento de las hojas y del retorcido de los brotes tiernos, deteniendo su desarrollo. Se combate con insecticidas sistémicos que actúen por contacto y asfixia.</p> <p>Otros pulgones peligrosos por transmitir enfermedades víricas es el <i>Myzus persicae</i>, de aspecto verde amarillento, el <i>Appelia schwatzi</i> y el pulgón negro <i>Anura phispersicaeniger</i>, que además de atacar las partes aéreas ataca también las raíces de los árboles jóvenes.</p> <p>Todos los pulgones pueden combatirse en estado de huevo en invierno a base de aceites emulsionados con otros insecticidas, y en su estado adulto con insecticidas sistémicos.</p> <p>Además de los pulgones puede verse invadido por las cochinillas y en especial por la <i>Pseudopaula caspispentagona</i> y la <i>Eulecanium persicae</i>, que ivernan en estado de larva y adultos pegados a las ramas, entrando en acción a la llegada del buen tiempo, causando con sus picaduras graves daños. Se combaten en invierno con polisulfuro de bario o a base de aceites emulsionados con otros y en plena actividad con insecticidas. La <i>Ceratitis capitata</i>, conocida como “mosca mediterránea” deposita sus puestas al entrar el fruto en envero, y puede causar graves estragos (Juscafresca, 1986).</p>

Anexo 1. Aspectos agroclimáticos (Continuación).

G	Frutal de inviernos moderados, resiste alturas mayores de 1800 msnm teniendo un requerimiento de 100 a 400 horas frío.	
C	Esta especie no presenta problemas con respecto a la temperatura, ya que resiste temperaturas por debajo de los 15° bajo cero, al entrar en vegetación los botones florales no soportan temperaturas por debajo de los -3.9 ° C, las flores abiertas -2.5 ° C y los frutos recién formados -1.6 ° C. Es una especie exigente respecto al reposo invernal y al frío, requiriendo climas de inviernos largos y fríos ya que con la falta de esto algunas de las yemas vegetativas se mantienen en estado latente y no se desarrollan hasta el otro año y según las variedades es causa de la caída de la yema fructífera o de la misma flor provocando además un cierto retraso vegetativo así como en la maduración del fruto (Juscáfresca, 1986).	
E	Requiere de tierras franco ligeras y permeables con un pH ácido y menos de 250 p.m. de cloruro o sales (Juscáfresca, 1986)	
M	Plantación	Se lleva a cabo tan pronto se ha desprendido de sus hojas y antes de la llegada de las heladas de invierno (Juscáfresca, 1986).
	Sistema de fructificar	El fruto del durazno se produce en las ramas de madera del año anterior y nunca en los del mismo año ni de más de uno. De no eliminarse la rama después de la fructificación ésta se prolongará durante dos o tres años consecutivos, disminuyendo su prolongación cada vez más hasta su total agotamiento.
	Reproducción y multiplicación	Los resultados obtenidos en ensayos demuestran que el tiempo de germinación de semillas mediante la técnica utilizada por las familias en la zona de estudio va de 30 a 40 días, mientras que López et al (1999-2000) en un estudio realizado en la comunidad el Dexthí, demuestra que el enraizamiento por el método de acodo para el durazno se obtiene en un periodo de 15 a 25 días, siempre y cuando se mantenga la humedad cuando se emplean enraizadores con vitaminas y antibióticos. Aunque los organismos obtenidos vegetativamente presentan una ventaja en cuanto al tiempo de enraizamiento y crecimiento se debe tener en cuenta que el crecimiento radicular es horizontal y muy superficial, reduciendo la cantidad de organismos por unidad de superficie; mientras que el crecimiento radicular en organismos obtenidos por semilla es de forma vertical permitiendo un mayor número de plantas por unidad de superficie y presentando una resistencia al ataque de nemátodos.
	Aclareo del fruto	El durazno exige un cierto aclareo del fruto, conservando un fruto cada 10-15 cm en el tramo de la rama fructífera, según sea la vigorosidad del árbol.

Comentario [O1]: El acodo consiste en obtención de raíces en ramas o brotes antes del corte separación del material vegetal de la planta madre. Para lograr la emisión de raíces en las partes vegetativas donde se desea es necesario que se encuentren en continuo contacto con cierto grado de humedad. El efecto de las incisiones, que son cortes transversales que se efectúan en la corteza, alrededor de toda la rama o brote, radica en la mayor concentración de carbohidratos y hormonas que por ser de molécula grande forzosamente deben de moverse a través del floema, al que dar éste interrumpido, no puede efectuarse el descenso a tejidos mas bajo, por lo que el contenido aumenta en el lugar cercano al corte y se favorece la emisión de raíces. La fotosíntesis y todas las funciones continuaran con normalidad, no siendo posible el movimiento de ciertas sustancias elaboradas en la hoja a otras partes inferiores del árbol, por lo que en realidad la parte vegetal en cuestión se convierte parcialmente en un parásito del árbol, demandando el agua y materiales minerales por el xilema sin contribuir para nada en la nutrición de la raíz (Bosso, 1989).

Anexo 2. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo de la Granada. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo

GRANADA (<i>Punica granatum</i>)		
G	Frutal subtropical que se debe establecer entre los 801 y los 1800 msnm.	
C	Buen desarrollo en zonas áridas, ligeramente resistente al frío (4-8° C), presentando una detención del crecimiento o dormancia.	
E	Prefiere texturas medias con alto contenido de materia orgánica e indiferente a la alcalinidad o acidez.	
B	<p>Enfermedades: En los otoños de persistentes lluvias y humedades los frutos pueden verse invadidos por el endoparásito <i>Botritis cinerea</i> causante de su podredumbre, la cual únicamente puede prevenirse unas semanas antes de entrar en envero a base de criptogamicidas.</p> <p>Insectos: El granado es uno de los frutales que escapa a la mayoría de los ataques de los insectos, sin que por ello pueda sustraerse a la invasión del pulgón <i>Aphis laburni</i> de aspecto negro brillante, el cual, además de atacar las brotaciones tiernas invade también a las flores masculinas y femeninas. Se combate fácilmente con cualquier insecticida sistémico. Aunque puede considerarse como un caso esporádico, puede ser atacado por las puestas del díptero <i>Ceratitis capitata</i> o “mosca mediterránea”, cuyas larvas después de incubados los huevos causan rápidamente la podredumbre del fruto. Se combate con cebos envenenados basados en un insecticida en mezcla con sustancias azucaradas.</p>	
M	Plantación	De noviembre a marzo a una profundidad de 70 cm.
	Sistema de fructificar	El fruto se produce en las ramas de madera del año anterior, y después de fructificar se originan nuevas yemas vegetativas que dan lugar a nuevas ramificaciones que se prolongan sucesivamente y continúan fructificando, es un árbol monoico, dando lugar a flores masculinas y femeninas en ramajes distintos transportando el polen desde las masculinas a las femeninas por la acción del viento sin intervención de los insectos, produciendo regularmente cada año.
	Reproducción y multiplicación	Aunque la mayoría de los organismos en la zona de estudio se obtienen por germinación de forma natural, la reproducción vegetativa se practica separando los plantones que emergen de la base del granado, los resultados obtenidos muestran el desarrollo de las raíces practicadas por acodo aéreo en un periodo de 30 a 40 días, pudiendo reducir el tiempo de enraizamiento manteniendo una buena humedad. El granado emite frecuentemente “hijuelos” en su base, los cuales ofrecen un mayor desarrollo que los procedentes por estaca, estos son muy utilizados como plantones clonales por reproducir fielmente los caracteres de sus progenitores.

Anexo 3. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo del Higo. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo.

HIGO (<i>Ficus carica</i>)			
G	Frutal subtropical debe establecerse entre los 801 y los 1800 msnm.		
C	Son ligeramente tolerantes al frío, teniendo presentando una detención del crecimiento o dormancia, puede verse afectada por heladas tardías que pueden ser causa de muerte. Por su sistema radicular de gran penetración y expansión en el suelo, la higuera soporta las más acentuadas y persistentes sequías.		
E	Acepta suelos profundos y de naturaleza seca, siendo indiferente a acidez o un elevado valor pH, reportando Juscafresca (1986) como valor mínimos 6.5, medio 7.3 y máximo de 8.2.		
B	<p>Enfermedades: En primavera las hojas pueden verse manchadas en forma irregular por causa del endoparásito <i>Kucheneola fici</i> la cual puede prevenirse en invierno aplicando un criptogamicida.</p> <p>Si el tronco, las ramas y las hojas están cubiertos por un polvillo de matiz negro y pegajoso es debido a la invasión del ectoparásito “<i>Morfea citri</i>”, el cual puede combatirse a base del polisulfuro o fungicidas de síntesis orgánica.</p> <p>Insectos: El tronco y ramas pueden verse atacados por los coleópteros <i>Hypoborus ficujo</i>, el <i>Phloetribus scarabeoides</i>, más conocidos por «barrenillos». Ambos invernan en estado larvario o adulto dentro de las galerías abiertas debajo de la corteza o dentro de la misma madera. Puede combatirse en invierno a base de aceites amarillos emulsionados con un insecticida en dosis recargadas. También puede verse afectado por la cochinilla <i>Ceroplastes rusci</i>, la cual, con sus picaduras en las hojas, debilita en gran manera el árbol, segrega una sustancia azucarada que fomenta la invasión de la fumagina. Se combate en primavera momentos antes de nacer, a base de insecticidas sistémicos. De no ser eliminadas en el momento oportuno, antes de la caída de la hoja, abandonan éstas pegándose en las ramas, donde realizan las puestas de invierno.</p>		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">Plantación</td> <td>La planta debe ir acompañada del cepellón de tierra, por ser muy difícil su prendimiento de hacerlo a raíz desnuda.</td> </tr> </table>	Plantación	La planta debe ir acompañada del cepellón de tierra, por ser muy difícil su prendimiento de hacerlo a raíz desnuda.
Plantación	La planta debe ir acompañada del cepellón de tierra, por ser muy difícil su prendimiento de hacerlo a raíz desnuda.		
M	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">Reproducción y multiplicación</td> <td>Se realiza por estaca y por plantones clonales emitidos en su base. Los acodos realizados presentaron raíces en un periodo de 30 a 40 días, mientras que en los acodos realizados por López <i>et. al.</i> (1999-200), se demuestra el enraizamiento en periodos de 25 a 30 días.</td> </tr> </table>	Reproducción y multiplicación	Se realiza por estaca y por plantones clonales emitidos en su base. Los acodos realizados presentaron raíces en un periodo de 30 a 40 días, mientras que en los acodos realizados por López <i>et. al.</i> (1999-200), se demuestra el enraizamiento en periodos de 25 a 30 días.
Reproducción y multiplicación	Se realiza por estaca y por plantones clonales emitidos en su base. Los acodos realizados presentaron raíces en un periodo de 30 a 40 días, mientras que en los acodos realizados por López <i>et. al.</i> (1999-200), se demuestra el enraizamiento en periodos de 25 a 30 días.		

Anexo 4. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo del Limón. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo

<i>LIMONERO (Citrus limonium)</i>	
G	Frutal tropical que debe de ser establecido de los 0 a los 800 msnm.
C	El limonero es uno de los cítricos más sensibles a las bajas temperaturas, al descender a los -3.4°C , las tiernas brotaciones mueren por efecto de las heladas además de provocar la caída parcial o total y muerte del árbol si las temperaturas descienden a los -9°C . El botón floral puede soportar -1°C ; la flor abierta, los -1.3°C y el fruto recién formado, los -1.5°C .
E	El limonero requiere tierras franco-ligeras, profundas, permeables y fértiles. Necesita de una buena aireación de las raíces y de producirse encharcamientos por las aguas de lluvia o riego pueden causarle la muerte al poco tiempo.
B	<p>Enfermedades: las ramas, las hojas y los frutos pueden verse cubiertos por una costra negruzca pegajosa, originada por el ectoparásito <i>Morphea citri</i>, que dificulta la transpiración de las hojas y es causa de la caída de la flor o prematura del fruto. Se combate en cualquier época, a base de los polisulfuros o fungicidas de síntesis orgánica.</p> <p>Insectos: Igual en las plantaciones nuevas como las viejas las raíces del árbol pueden verse atacadas por el nematodo <i>Tylenchulus semipenetrans</i>, que con sus picaduras engruesa la corteza de la raíz formando agallas que dificultan la absorción de sustancias nutritivas, debilitando al árbol y pudiendo causarle la muerte. Puede combatirse aplicando en las aguas de riego el D.B.C.P., aunque sus resultados son muy relativos.</p> <p>Puede verse afectado por cochinillas que invernan en estado adulto sobre el ramaje del árbol, y a la entrada de la primavera las hembras depositan las puestas sobre las hojas o frutos, de cuyos huevos después de incubados nacen las larvas que con sus picaduras causan graves daños.</p> <p>Otro enemigo es el tisanóptero <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>, que se reproduce partenogénicamente, causando con sus picaduras la caída de la flor y prematura del fruto. Inverna en estado de larva a poca profundidad del suelo, y a la llegada del buen tiempo realiza la ninfosis transformándose en adulto. Se combate a base de insecticidas sistémicos:</p>
M	<p>Plantación</p> <p>Debe de plantarse con el cepellón de tierra, ya que prenderla es muy difícilmente en el caso de plantarlo a raíz desnuda, requiere un hoyo abierto a una profundidad y anchura mínima de 70 x 70 cm, plantado el árbol se eliminará la mitad de su ramaje y se regará inmediatamente. El momento oportuno para la plantación es de dos semanas antes de entrar en vegetación.</p>

Anexo 4. Aspectos agroclimáticos (Continuación)

M	Sistema de fructificar	Todas los cultivares del limonero florecen en distintas épocas del año. El fruto se produce en ramilletes en su mayoría en las ramas de madera del año anterior, de las de dos años y también en las del mismo año, según sea la época de floración. Esto obliga, por medio de la poda, a provocar ramaje nuevo para que constantemente continúe dando fruto.
	Reproducción y multiplicación	El limonero se multiplica por semilla, obteniendo germinación en un periodo de 18 a 20 días, siendo más rápido este tipo de reproducción, ya que como menciona López <i>et al.</i> (1986) la reproducción por acodo es muy tardada, obteniendo escasos resultados.

Anexo 5. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo del Maguey pulquero. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo

MAGUEY PULQUERO (<i>Agave Salmiana</i>)		
C	Buen desarrollo en zonas áridas y semiáridas	
E	Suelos muy someros ricos en materia orgánica adaptándose a terrenos accidentados	
B	Enfermedades: Los principales organismos que atacan al maguey son: el gusano blanco (<i>Aegiale hesperialis</i> K.), el nixtamalito (<i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyll.), el chinicuil (<i>Cossus redtenbachi</i>), pinacate (<i>Spenophorus spinnoiae</i>), gusano negro (<i>Acauthoderes furranius</i>), mosca del maguey (<i>Melosioptera martelli</i>) y hongos del género <i>Pleurotus</i> y de la familia Tremellaceae (Rangel, 1978, citado en López, 1991).	
M	Plantación	<p>Al hijuelo una vez crecido se le cortan las pencas viejas y raíces antes de ser transplantado al sitio definitivo, dejándolo secar al aire libre durante una semana para cicatrizar las zonas afectadas, las mejores condiciones edáficas para su desarrollo se caracteriza de suelos someros con caliche y tezontle, la siembra no es directa ya que con las heridas abiertas y poca humedad se pudre el organismo, de la forma mencionada se garantiza una pérdida de agua por parte del maguey provocando que las zonas meristemáticas produzcan nuevas raíces cuyo desarrollo es muy rápido, y en cuanto es colocado en el suelo su fijación y adaptación es mas eficiente. Cuando el agave alcanza una edad de 5 a 6 años se practica la poda de las pencas para acelerar el crecimiento.</p> <p>El ciclo de vida del maguey varía en promedio de 8 a 10 años, siendo la edad idónea para la producción de aguamiel de los 5 a 7 años.</p> <p>Al cabo de tres meses de haberse rapado el maguey para la obtención de aguamiel, se deja que siga produciendo hijuelo, eliminando las pencas para utilizarse como forraje o se dejan secar para utilizarse como leña.</p>
	Reproducción y multiplicación	La reproducción del maguey se realiza de forma asexual, separando los hijuelos que se forman a través del estolón del organismo cuando tienen de 3 a 6 meses, o hasta un año, se dejan secar de 15 a 20 días para cicatrizar la herida y evitar la infección al momento de sembrar, después de esto se siembran en almácigos hasta la edad de un año a año y medio en sitios con condiciones edáficas muy limitadas, como cerros o laderas.

Anexo 6. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo de la Naranja. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo.

NARANJA (<i>Citrus aurantium</i>)	
B	<p>Enfermedades: Se puede ver afectado por las mismas enfermedades que el limonero y mandarino, aunque es mucho más sensible a la enfermedad viral conocida como “tristeza”.</p> <p>Insectos: Es atacado frecuentemente por el díptero <i>Ceratitis capitata</i> o mosca mediterránea, esta deposita sus huevos en el fruta, llegando hasta la pulpa, ya que de otra manera morirían intoxicados por los aceites de la cáscara, estos destruyen la pulpa provocando la caída del fruto. Se combate mediante cebos azucarados con insecticida.</p> <p>Recientemente la aparición del microhomóptero <i>Alurtiux floccossus</i> (mosca blanca) amenaza los cultivos cítricos. Las hembras depositan los huevos en la parte inferior de las hojas, las larvas se fijan y succionan las sustancias que habrían de fomentar el desarrollo del árbol y el fruto, las hojas invadidas quedan cubiertas de una sustancia algodonosa que impide la respiración y transpiración, dificultando el funcionamiento de aparatos estomáticos y fotosíntesis impidiendo la asimilación de nutrientes y por ello la muerte.</p> <p>Las raíces pueden verse afectadas por el nematodo <i>Tylenculus semipenetrans</i>, que con su picadura engruesa la corteza de la raíz formando agallas que dificultan la absorción de sustancias nutritivas, debilitando al árbol y provocándole la muerte.</p> <p>De no defenderse el árbol contra la invasión de la cochinilla puede verse afectado por la <i>Chrysomphalus dictyospermis</i>, <i>Parlatoria ziziphi</i>, o <i>P. Pergandei</i>. Todas estas cochinillas invernan en estado adulto sobre el ramaje del árbol, y a la entrada de la primavera las hembras depositan las puestas sobre las hojas o frutos, de cuyos huevos después incubados nacen las larvas que con su picadura causan graves daños.</p> <p>Aparte de estas cochinillas, el árbol puede verse atacado por otras como <i>Mytilococcus bekii</i>, que invaden las hojas de los frutos, realizando las hembras la puesta igual que las anteriores, aunque la mas peligrosa de todas ellas es la <i>Pseudococcus citri</i>, conocida por cotonet, caracterizada por tener una sustancia algodonosa que segrega la hembra para defender a sus puestas. El insecto inverna en estado de huevo, incubándose a la entrada de la primavera, y atrae con las sustancias segregadas no solo a las hormigas, sino que fomenta la invasión del ectoparásito causante de la fumagina, de verse el árbol invadido por esta cochinilla no debe de aplicarse aceites para combatirla, sino los insecticidas sistémicos.</p> <p>Otros insectos como los microlepidópteros <i>Prays citri</i> y <i>Crytoblades gnidiella</i>, (polillas de las flores), al destruir los órganos reproductores de las flores pueden reducir en gran parte la cosecha.</p> <p>Otro enemigo es el tisanóptero <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>, que se reproduce partenogenéticamente, causando con sus picaduras la caída de la flor y prematura del fruto.</p>

Anexo 6. Aspectos agroclimáticos (Continuación).

G	Cultivo subtropical que debe de ser establecido de los 801 a los 1800 msnm.	
C	Si las temperaturas descienden hasta los -4.5°C las hojas de las extremidades mas tiernas se secan y mueren, y si la temperatura desciende hasta lo 7.8°C las ramas y tronco pueden congelarse. El botón floral resiste hasta los -1.1°C mientras que la flor abierta y el fruto recién forma de hasta los 0.5°C .	
E	Necesita tierras de regadío, ligeras, profundas, bien drenadas, de naturaleza fresca, su desarrollo se ve favorecido por tierras ligeramente ácidas.	
M	Plantación	Requiere de un levantamiento del suelo lo mas profundo posible, debido su crecimiento radicular de gran penetración y expansión.
	Sistema de fructificar	El fruto se origina en ramas pequeñas de madera del año anterior las cuales crecen lateralmente en ramas de madera de dos años, las flores se encuentran en ramilletes en los extremos.
	Reproducción y multiplicación	La reproducción al igual que el limón se recomienda por semilla, obteniendo germinación de 18 a 22 días, con un tratamiento previo de reposo en agua 24 horas.

Anexo 7. Aspectos agroclimáticos necesarios para el cultivo de la Tuna y el Nopal. G. Geográficos, C. Climáticos, E. Edáficos, B. Bióticos, M. Manejo.

TUNA Y NOPAL <i>Opuntia</i> y <i>Agave</i> .					
C	Es extremadamente tolerante a temperaturas altas del aire, pero no a temperaturas substancialmente abajo del punto de congelación. Del hecho, el daño por temperatura alta en <i>Opuntia</i> es generalmente observado únicamente a nivel del suelo, donde las temperaturas en los desiertos pueden alcanzar 70 °C; las plantas jóvenes o recién plantadas son especialmente vulnerables al daño				
E	Requiere suelos muy someros y ricos en materia orgánica, muestra gran adaptabilidad a suelos arenosos, calcáreos, sueltos, poco profundos, con un pH de 6 a 8, siendo los mas propicios terrenos pedregosos y accidentados no susceptibles a cultivos (Olagaray <i>et al.</i> , 1978)				
B	La producción se ve limitada por el ataque de hongos y bacterias, además de animales como aves. Las enfermedades mas importantes son la “grana” o “engranujado” provocado por la larva de <i>Dactylopius coccus</i> Costa., la cochinilla que ataca a los cladodios y principalmente a los frutos, que se llenan de pequeños capullos blancos producidos por las larvas, que no permiten el desarrollo de la tuna, daños por el picudo barrenador (<i>Cactaphagus spinolae</i> Gyll.), el gusano de alambre (<i>Diabrotica</i> sp.) y el gusano blanco del nopal (<i>Lanifera cyclades</i> Druce).				
M	<table border="1"> <tr> <td>Plantación</td> <td>Se elabora un bordo que también contiene materiales como tepetate o tezontle y puede revolverse con estiércol o basura biodegradable. El cladodio seleccionado para su reproducción se tira en el bordo dejando distancias de entre dos y cuatro metros entre ellos, siendo la distancia óptima reportada por de tres metros, dejándolo hasta que de manera natural se fija al suelo mediante el desarrollo de raíces que emergen de la areola del cladodio, teniendo cuidado de que la tierra no cubra la penca, ya que podría provocar su pudrición, la cual también puede ser producida por los cortes del cladodio en época lluviosa. Una vez que ha “pegado” se dan riegos esporádicos, y a medida en que va creciendo el nuevo individuo, se le agrega mas tierra para tener mas sustrato. Dependiendo de la especie el tiempo que se requiere desde la siembra hasta la primera producción del nopal es de dos a tres años; así por ejemplo la tuna blanca (<i>Opuntia amyclaea</i> Tenare), requiere de tres años mientras que la <i>O. hyptiacantha</i> Web. necesita de dos años. De aquí en adelante el nopal no necesita de ningún manejo a excepción de podas esporádicas.</td> </tr> <tr> <td>Reproducción y multiplicación</td> <td>La reproducción es vegetativa mediante la separación de hijuelos que emergen de la base de la planta madre</td> </tr> </table>	Plantación	Se elabora un bordo que también contiene materiales como tepetate o tezontle y puede revolverse con estiércol o basura biodegradable. El cladodio seleccionado para su reproducción se tira en el bordo dejando distancias de entre dos y cuatro metros entre ellos, siendo la distancia óptima reportada por de tres metros, dejándolo hasta que de manera natural se fija al suelo mediante el desarrollo de raíces que emergen de la areola del cladodio, teniendo cuidado de que la tierra no cubra la penca, ya que podría provocar su pudrición, la cual también puede ser producida por los cortes del cladodio en época lluviosa. Una vez que ha “pegado” se dan riegos esporádicos, y a medida en que va creciendo el nuevo individuo, se le agrega mas tierra para tener mas sustrato. Dependiendo de la especie el tiempo que se requiere desde la siembra hasta la primera producción del nopal es de dos a tres años; así por ejemplo la tuna blanca (<i>Opuntia amyclaea</i> Tenare), requiere de tres años mientras que la <i>O. hyptiacantha</i> Web. necesita de dos años. De aquí en adelante el nopal no necesita de ningún manejo a excepción de podas esporádicas.	Reproducción y multiplicación	La reproducción es vegetativa mediante la separación de hijuelos que emergen de la base de la planta madre
Plantación	Se elabora un bordo que también contiene materiales como tepetate o tezontle y puede revolverse con estiércol o basura biodegradable. El cladodio seleccionado para su reproducción se tira en el bordo dejando distancias de entre dos y cuatro metros entre ellos, siendo la distancia óptima reportada por de tres metros, dejándolo hasta que de manera natural se fija al suelo mediante el desarrollo de raíces que emergen de la areola del cladodio, teniendo cuidado de que la tierra no cubra la penca, ya que podría provocar su pudrición, la cual también puede ser producida por los cortes del cladodio en época lluviosa. Una vez que ha “pegado” se dan riegos esporádicos, y a medida en que va creciendo el nuevo individuo, se le agrega mas tierra para tener mas sustrato. Dependiendo de la especie el tiempo que se requiere desde la siembra hasta la primera producción del nopal es de dos a tres años; así por ejemplo la tuna blanca (<i>Opuntia amyclaea</i> Tenare), requiere de tres años mientras que la <i>O. hyptiacantha</i> Web. necesita de dos años. De aquí en adelante el nopal no necesita de ningún manejo a excepción de podas esporádicas.				
Reproducción y multiplicación	La reproducción es vegetativa mediante la separación de hijuelos que emergen de la base de la planta madre				

9. LITERATURA CITADA

- Aguilar (1989) Apuntes del curso de fisiología del fruto post-cosecha. Inédito.
- Aguilera H. N. (1989). Tratado de edafología de México. Tomo 1. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Aldasoro M. E. M. (2000). Etnoentomología de la comunidad Hñahñu, El Dexthí-San Juanico, Hidalgo. Tesis licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.
- Ávila U. M. M., M. L. Suárez S. y F. J. Díaz P. (1994). Campesinos de Tének en una comunidad campesina rural de la Huasteca Potosina complementan su dieta básica con plantas locales. Bol. Soc. Bot. México 54: 3-15.
- Barajas C. E. (1951). Animales usados en la medicina popular mexicana. Imprenta Universitaria. México. D. F.
- Barrera A. (1980). Sobre la unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos bióticos en el área Maya Yucatanense. BIOTICA. 5 (3): 115-129
- Bear F. E. (1969). Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. OMEGA. Barcelona. España
- Boege, E. (2000). Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. Serie de manuales de educación y Capacitación ambiental 3. Fondo para el desarrollo de los pueblos indígenas de América Latina. México. 69- 86
- Bohn H. L., B. L. Neal y G. A. O'Connor. (1993). Química del suelo. LIMUSA. México.
- Bosso B. y C. Serafín. (1989). El experto horticultor. AGT Editor. México. 95-169.
- Calderón A. E. (1986). Fruticultura general. Talleres fuentes impresores. México.
- Castillo G. (2001). Proyecto manejo sostenible de bosques de Kuna Yala, Panama. Revista Forestal Centroamericana. 22(7): 40
- CONAFE. (2000). El huerto tradicional. Serie: educación ambiental. 8ª reimpresión. Consejo Nacional de Fomento Educativo. México.
- Cox, G. F. y M. O. Atkins. (1979). Agricultural Ecology. W. H. Freeman and Co. San Francisco. USA
- Duchaufour P. (1978). Manual de edafología. Toray-Masson. Barcelona. España

Donahue R. L., R Miller y J. C. Schuckluna. (1958). Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas. Drentice/may. México.

Flores J. S. (1989). Los huertos familiares de Mesoamérica: su importancia en la dieta y economía campesina. Memorias: IV Congreso Mesoamericano de Plantas Medicinales. San José. Costa Rica.

Flores G. J. S. (1992). Las técnicas agrícolas tradicionales de Mesoamérica y su importancia en la conservación de la diversidad genética. En: Ecotécnicas. (Silva del A. R. Sociedad Botánica de México. México.

Gaucher G. (1971). El suelo. OMEGA. España.

Gavande S. A. (1976). Física de suelos, principios y aplicaciones. LIMUSA. México.

Gliesman *et al.* (1981). Ancient Raised-field agriculture in Maya lowlands of Southern México. Camberra. Australia.

González Q. L. (1968). Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hgo. INAH. México.

González-Jácome (1985). "Homgardens in central México". En: Prehistoric intense agriculture in the tropics, Vol 2. I. S. Farrington. Oxford. Barcelona. España

Harrison P. D. (1980). Contribución al conocimiento de los agroecosistemas antiguos y su uso actual. BIOTICA. 5 (2) :53-56.

INEGI. (1979). Carta topográfica. F14C69. Tasquillo. 1:50000. México. DF.

Jiménez-Osorio J. J., M. Del R. Ruentes M. y P. Montañes E. (1999). Agrodiversidad de los solares de la península de Yucatán. Revista Red de Gestión de Recursos Naturales. 14: 30-40

Juscáfresca B. (1986). Árboles frutales, Cultivo y explotación comercial. 8ª Ed. AEDOS. Barcelona. España.

Kellman, M. (1980). La atmósfera como fuente de nutrientes para la silvicultura y la agricultura en los trópicos. BIOTICA. 5 (2):57-62

Krishnamurthy L. M. A. (1990). The potential of Home-gardens for nutritional security and ecological protection in rural Mexico. V International Congress of ecology. Yokohama, Japan.

Krishnamurthy L. M. A. (1999). Agroforestería básica. Red de formación ambiental. Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental. N 3. México. D.F.

León A. R. (1991). Nueva edafología. Segunda edición. Fontamara. México.

López G. F. (1991). Caracterización agroecológica del ejido Acayuca, Municipio de Zapotlan de Juárez y áreas aledañas, estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.

López G. F., D. Muñoz I, M. Hernández M. y A. Soler A. (2001). Programa de manejo integral de recursos e investigación participativa en el Alto Mezquital, Hgo. (Centro piloto Dexthi-Valle del Mezquital). En: Cuadernos de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud, la Educación y el Ambiente. Volumen 2. UNAM. Campus Iztacala. México.

Levasseur V. And A. Olivier. (2000). The farming system and traditional agroforestry systems in the Maya community of San Jose, Belize. *Agroforestry Systems*. 49: 275-278.

Martínez M. (1979). Catalogo de nombres vulgares y científicos para plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México.

MEMORIA. (1999). Segunda jornada indígena Centroamericana sobre la Tierra, Medio Ambiente y Cultura, El Salvador. C. A.

Méndez V. E., R Lok & E. Somarriba. (2001). Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socio-economic importance. *Agroforestry Systems*. 51 : 85-96

Meza M. del C. (1979). Insectos utilizados en la farmacoterapia mexicana. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM.

Montes M. J., I. Benítez R. y J. Lanzagorta C. (1982). Los huertos familiares, su importancia desde el punto de vista etnobotánico. *Memorias del simposio de etnobotánica*. México. D.F. 196-214

Muñoz I. D. J., A. Mendoza C., F. López G., A. Soler. A. y M. M. Hernández M. 2000. Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo. UNAM. Campus: Iztacala. México

Musálem M. A. (2001). Sistema agrosilvopastoriles. División de ciencias agroforestales. UACH. México. 1-24.

Muschler R y J. Beer. (2001). Multiestrata agroforestry system with perennial crops. *Agroforestry Systems*. 53: V-VI

Nautiyal S., R. K. Maikhuri, R. L. Semwal, K. S. Rao y K. G. Saxena. (1998). Agroforestry systems in the rural landscape- a case study in Garhwal Himalaya, India. *Agroforestry Systems*. 41: 151-165.

Negreros-Castillo P y De Clerk F. A. J. (1999). Establecimiento de sistemas agroforestales multiestrato. *Revista Red, Gestión de recursos naturales, segunda época*. (14):18-21.

Niembro R, y Arribal. (1986). Arboles y arbustos útiles de México. Naturales e introducidos. LIMUSA. México.

Niñez V. (1985). Introducción: Household gardens and small-scale food production. Editorial. *Food and nutrition Bulletin*. (3) : 1-5

Odum M. (1981). *Energía, sociedad y ambiente*. BLUME. Barcelona. España.

- Olagaray E. C. Y P. M. Velásquez H. (1978). Nopal. Establecimiento del genero Opuntia. En: Memoria Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. Durango. México. 200-204
- Osorio H. C. (1997). El solar en la zona maya de Quintana Roo. Tesis de licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.
- Oteng'I S. B. B., C. J. Stigter, J. K. Ng'Ang'A and D. N. Mungai. (2000). Wind protection in a hedged agroforestry system in semiarid Kenya. *Agroforestry systems*. 50: 137-156.
- Porta J., M. López-Acevedo y C. Roquero. (1994). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-prensa. Madrid. España.
- Raya P. J. C. (1989). El agroecosistema. Tesis de licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.
- Ramos Elorduy J. (1991). Insectos como fuente de proteína para el futuro. 2ª Ed. LIMUSA. México.
- Rangel, C. S. (1987). Etnobotánica de los Agaves del Valle del Mezquital, Hgo. Tesis Licenciatura, UNAM. México.
- Richards O. W. (1951). The tropical rain forest and ecological study. Cambridge University. Press. USA.
- Ríos Z. S. I. (1978). Panorama de la industrialización y comercialización del orégano. En: 1ª reunión nacional sobre ecología manejo y domesticación. Instituto nacional de investigaciones forestales, SARH. Durango. México.
- Robinson G. W. 1967. Los suelos. OMEGA. Barcelona. España
- Rodríguez S. L. M., P. A. Torres L. y C. Guadarrama Z. (2002). Aspectos agroecológicos a considerar en el cultivo de nuevos frutales en México. En: Frutales para México, contribuciones del Caribe y Sudamérica. (Cruz C. J. G. Y P. A. Torres L.) UAM. Xochimilco. México. 245-258
- Ruenes M. M. del R. y J. Jiménez-Osorio. (1997). Importancia agroecológica de los huertos familiares yucatecos: solares. En huertos familiares. Red de gestión de recursos naturales, segunda época, 6: 4-12.
- Russell E. J. y E. W. Russell. (1968). Las condiciones del suelo. Tolle, Lege. España.
- Rzedowski J. (1957). Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Revista de la sociedad mexicana de historia natural*. XVIII (1-4):49-101.
- Rzedowski J. (1986). Vegetación de México. LIMUSA. México.
- Schroth G., J. Lehmann, M. R. L. Rodriguez, E. Barros and J. L. V. Macedo. (2001). Plant-soil interactions in multiestrata agroforestry in the humid tropics. *Agroforestry systems*. 53: 85-102.

Soto H. I. M., G. Zavala P., H. Cano C. y J. E. López M. (2002). Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) Utilizando RAPD's como marcadores moleculares. Tec. Pecu. Mex. 40 (3): 275-283.

Stark N. M. y C. F. Jordan. (1978). The soil under shiftin cultivation. Commonwealth Agricultural Bureaux, Fornham Royal, England.

Tamayo O. V. (1995). Estudio de huertos familiares como un sistema agroforestal en la comunidad de Comalchalco, Tabasco. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.

Torres R. J. A. y J. G. Cruz C. (1998). Consideraciones agronómicas en la introducción de nuevas especies de frutales. El caso de los cítricos en las zonas cafetaleras de México. Memoria XII Curso Internacional de Actualización. La Importancia del Mejoramiento Genético en Frutales. Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX. Coatepec Harinas. México.

Vargas G. P. (2001). Transformaciones agrarias e identidad en el Valle del Mezquital, México. Debate agrario N° 53. Quito. Ecuador.

Velasco R. (1982). Zonas áridas y semiáridas. LIMUSA. México.

Warner K. (1994). La agricultura migratoria. Conocimientos técnicos locales y manejo de recursos naturales en el trópico húmedo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Desarrollo Forestal Comunitario, Nota 8. Roma

Zamudio R. S., J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón de Rzedowski. (1992). La vegetación del estado de Querétaro (Panorama preliminar). Inst. Ecol. Centro Regional del Bajío. Mexico

4. REFERENCIAS ELECTRONICAS

CONABIO. *Pinus cembroides*.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/54-pinac11m.pdf. (Fecha de consulta 02/11/04).

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (1997). Catalogo de tecnologías. <http://www.inta.gob.ni/Technologia/word/suelo1.doc> (Fecha de consulta 2003).7p.

UNAM. (2002). Vegetación de las zonas áridas del centro-norte de México, estados de Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua. http://77www.geocites.com7geografía_unam7vegetación.html (Fecha de consulta 01/03/02).

Vergara O. M. (1999). Aspectos de consumo de insectos en la población estudiantil. UAM. Xochimilco http://homero.galeon.com/insectos.htm#_Toc523464488. (Fecha de consulta 10/11/04).