



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

LOS HUERTOS DE FRUTALES DE COATLAN DEL RIO, MORELOS, COMO COMUNIDADES VEGETALES.

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

RAFAEL ROBLES DE BENITO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

INTRODUCCION

Elección de la Zona de Trabajo (1).

El Modo Familiar-Tradicional de Cultivo y el Conocimiento
Empírico del Medio.

CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE ESTUDIO

Localización.

Fisiografía.

Geomorfología.

Orografía e Hidrografía.

Geología.

Clima.

Temperatura.

Precipitación.

Vientos.

Suelo.

Vegetación.

Uso del Suelo.

METODOLOGIA

Elección de la Zona de Trabajo (II)

Huerto # 1

Huerto # 2

Huerto # 3

Censo y Parámetros Cuantificados.

Apreciación Crítica del Modo de Trabajo.

JUSTIFICACION TEORICA DE LA METODOLOGIA

Diversidad

El concepto de diversidad específica

Causas de la diversidad, varias hipótesis

Hipótesis de la estabilidad ambiental, o estabilidad climática.

Hipótesis temporal.

Hipótesis de la heterogeneidad ambiental.

Hipótesis de la productividad.

Hipótesis de la competencia.

Hipótesis de la predación.

Medida de la diversidad.

Dominancia

El concepto de dominancia

Dominancia y diversidad

Dominancia y sucesión

Medidas de la dominación

Densidad

El concepto de la densidad de especies

Mediciones de la densidad, índices

Frecuencia

LABOR ETNOBOTANICA

RESULTADOS

Estructura de los Huertos.

Huerto # 1

Huerto # 2

Huerto # 3

Estructura general.

Tipificación de la comunidad huerto para la zona -
frutícola de Coatlán.

Resultados del Trabajo Etnobotánico.

DISCUSION

Huerto-Ecosistema.

El Problema de la Tenencia de la Tierra

CONCLUSIONES

NOTA FINAL

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Se sostiene que ningún sistema agrícola merece el calificativo de comunidad vegetal y que este término es únicamente aplicable a sistemas naturales, no manejados y menos aún creados y sostenidos por el hombre. Hay tres argumentos que hacen de esta postura una tesis discutible, si no de hecho rebatible:

1) Desde un punto de vista epistemológico, el proceso a seguir para poder atribuir a una comunidad vegetal carácter de tal, implica una actitud que transforma la naturaleza, humanizándola. En otras palabras, las comunidades vegetales sólo existen en tanto objetos científicos.

2) Desde un punto de vista ecológico, es dudoso pretender que, a estas alturas del desarrollo de las comunidades humanas, pueda hablarse de zonas de vegetación no perturbadas.

3) Por último, y éste es el argumento de más peso, una comunidad vegetal se podría definir como una agregación de organismos vivos que tienen relaciones mutuas entre sí y con su ambiente (Oosting, 1956)*. En este concepto cabe cualquier co--

(*).- Aunque esta definición no es única, quedará asentada aquí con el proviso de que no se le considerará necesariamente la mejor a lo largo del trabajo. Para discusiones posteriores se usará la concepción de Huguet del Villar. Aquí basta con la definición más amplia que se encontró.

lección de organismos en la naturaleza, lo que incluye a los sistemas agrícolas en general y, en particular, a aquellos sistemas que, por razones que se discuten más adelante, tienen un carácter pluriespecífico.

Buena parte de este trabajo se funda, pues, en la hipótesis de que se puede estudiar cualquier sistema agrícola con las mismas herramientas metodológicas utilizadas tradicionalmente en sinecología, y que esto llevará a conclusiones interesantes en cuanto al funcionamiento del sistema y en cuanto a la relación entre éste y su constructor, transformador y explotador: el hombre.

El trabajo integra entonces dos enfoques: el primero, de carácter sinecológico implica, además de lo expuesto arriba, partir de la hipótesis de que los huertos de frutales tradicionales de Coatlán del Río reproducen, de alguna manera, un ecosistema natural confiriéndole, además, la característica de ser explotados con mucha mayor intensidad. El segundo enfoque pretende dilucidar el modo de cultivo de los huertos de frutales, lo que va más allá de describir simplemente las técnicas concretas utilizadas actualmente en la zona. Esto implica un tratamiento etnobotánico del problema; esto es, el estudio de las interacciones que se establecen entre las plantas y el hombre, desde el nivel de simple recolección de plantas individua

les hasta los muy avanzados de fitogenotecnia con poblaciones de plantas (Sarukhan, 1976), aunque es claro que este último nivel interesa menos en este caso particular.

¿Qué etnobotánica se va a hacer en este trabajo? Arellano y sus colaboradores (1976) sostienen que esta disciplina presenta un enfoque que trata sobre la influencia que la naturaleza, en este caso el mundo vegetal, ejerce sobre los patrones culturales y el modo de vida de los hombres, y otro que se centra sobre la influencia que el hombre ejerce sobre las plantas, por medio de la domesticación y extrayendo de ellas determinados satisfactores. Ahora pertenecen al funcionamiento, la composición y la estructura de la comunidad vegetal-huerto, cómo se originaron y lo que hace el hombre para mantenerlos y transformarlos. Esto cabe dentro del segundo enfoque planteado arriba, y no cubre necesariamente al primero, que queda abierto a discusión; sobre todo si se toma en cuenta que la comunidad de Coatlán tiene, como se verá más adelante, un modo de producción y un nivel de vida tales que, en cierta forma, la hacen independiente del ecosistema, constituyéndose un sociosistema de carácter capitalista. Es interesante que, en el proceso de transformación de la naturaleza que se ha llevado a cabo en Coatlán y que ha desembocado en su particular modo de producción frutícola, se han "reproducido" condiciones de selva alta perennifolia donde el tipo de vegetación original era selva baja caducifolia.

No se debe dejar de tomaren cuenta el hecho de que los dos enfoques etnobotánicos asentados unos párrafos antes están inextricablemente entremezclados, ya que la relación del hombre con el hombre está mediada por la relación del hombre con la naturaleza y depende de ella. Merced a este carácter fundador de la relación productiva, el desarrollo del modo de producción transforma necesariamente al mundo humano, es decir - cultural, porque cambia al hombre mismo (Marx, 1944). Se puede traducir esto al caso que aquí interesa diciendo que, si bien es cierto que el hombre, a partir de su relación inmediata y sensible con la naturaleza, la transforma para establecer un modo de producción determinado; también es verdad que esto hará cambiar las relaciones entre los hombres, que a su vez - cambiarán sus modos de apropiación de la naturaleza, confiriéndole historicidad al proceso.

Elección de la Zona de Trabajo.- Independientemente de las características geográficas, climáticas y fisonómicas de Coatlán del Río, que se exponen en otro capítulo del trabajo, - hay razones de peso para llevar a cabo este proyecto precisamente en esta comunidad específica. Estas razones radican en la estructura misma de los huertos y en las condiciones ecológicas y económicas que han conducido a ella.

En este pueblo se pueden distinguir tres tipos de huertos de frutales: familiar, familiar-comercial y comercial (de la Torre, 1977). Los huertos familiares tienen ciertas características en común, como una alta diversidad de especies, estratificación de la vegetación y empleo preferencial de especies perennes, y una serie de características no comunes, que serían: baja presencia de especies comestibles (excepto frutas y hortalizas) y agrupación de especies del estrato herbáceo en concordancia con sus diferentes usos* (Montes, 1976). Los de tipo familiar-comercial comparten las mismas características estructurales pero con una producción tal que permite comerciar con un excedente considerable de fruta y los comerciales son monocultivos (generalmente de mango) cuya producción total tiende a destinarse a la venta en la Ciudad de México, aunque hay algunos huertos comerciales pluriespecíficos.

Ahora bien, es clara la tendencia hacia el monocultivo en la agricultura moderna, en detrimento de los modos tradicionales de pluricultivo utilizados en las zonas tropicales y subtropicales y Coatlán del Río no se salva de esto. No debe entenderse por ello que este trabajo esté encaminado al conoci-

(*).- Donde dice -sus diferentes usos-, Montes utiliza la expresión, algo equívoca, de -categorías antropocéntricas-. Se le ha cambiado porque no hay categoría que no lo sea y porque las mencionadas no son categorías (Barrera, comunicación personal).

miento de modos relictuales de producción. El analizar la estructura y el funcionamiento de los huertos familiares cumple con un propósito más profundo: se pretende mostrar, con argumentos ecológicos, que la producción mediante pluricultivos - en zonas tropicales y subtropicales determina la existencia de sistemas estables susceptibles de explotación constante con bajos costos de mantenimiento. Además, si es cierto que los modos de cultivo tradicionales implican un conocimiento empírico, precientífico y ancestral del ambiente, el sustituirlos por ideas nuevas de sospechosa eficacia traería consigo una ruptura de la relación inmediata hombre-naturaleza y una consiguiente disrupción de las relaciones hombre-hombre que conducirían a fenómenos bruscos de transculturación y enajenación del trabajo.

El Modo Familiar-Tradicional de Cultivo y el Conocimiento Empírico del Medio.- A ojos vistas, el huerto familiar tradicional presenta una estructura y una composición florística-mucho más complejas que las de un huerto comercial moderno. - El por qué de este fenómeno debe buscarse en la historia y en el discurso del fruticultor local. Con la salvedad de exponer a fondo la historia de Coatlán del Río como centro frutícola - en un capítulo aparte, ¿qué dice el fruticultor actual acerca de su huerto?. Hablemos, por lo pronto, no de las técnicas específicas utilizadas para su mantenimiento y explotación, sino

de las apreciaciones del fruticultor acerca del huerto familiar.

"Aquí en Coatlán tenemos fruta todo el año", dicen reiteradamente varios informantes; y es evidente, dada la fenología del mango (Mangifera indica), que no hablan de los huertos comerciales, aunque también dicen que "la gente está metiendo puro mango en las huertas nuevas porque conviene más, se vende mejor". Sin embargo, es claro que muchos se encuentran reacios a aceptar las aparentes ventajas económicas del monocultivo, y aducen que "el mango de Coatlán se abarata cuando entra el de Veracruz, aunque el nuestro sea mejor", que "los chicos (chicozapotes, Manilkara zapota) de aquí son los mejores del país", que "el caimito (Chrysophyllum mexicanum) sólo se da en Yucatán y en Morelos y, de todo Morelos, nada más aquí en Coatlán; y podríamos seguir con una larga lista de comentarios acerca de todas y cada una de las frutas que se cultivan en la zona. De todo esto, queda claro que el fruticultor de Coatlán del Río tiene un gran arraigo tradicional alrededor del pluricultivo de diversidad elevada y un orgullo justificado hacia sus huertos más viejos.

Y ¿cómo es que se logra mantener un pluricultivo estable?. Responde a esta pregunta dos de los objetivos más generales del quehacer etnobotánico: registrar y sistematizar cono-

cimientos empíricos del uso de los recursos vegetales y esclarecer el proceso de evolución bajo domesticación (Gómez, 1976).

En cuanto al primero de estos dos objetivos y dado el grado de domesticación de la vegetación en Coatlán (sólo quedan relictos de la vegetación primaria en las riberas del Río Chalma), no podemos más que hacer inferencias -quizá aventuradas- con base en conceptos epistemológicos. En otras palabras, ¿cómo conoce y transforma su medio el indígena mexicano?. Para responder esta pregunta hay que remontarse al momento histórico en que el hombre formaba parte de un ecosistema -es decir, que tenía una relación directa e inmediata con su medio y como organismo vivo- antes de que llegara a constituir un sociosistema en que estableciese relaciones de producción mediante trabajo humano abstracto, más bien que relaciones biológicas. Todavía, en comunidades humanas marginadas en nuestro país, el hombre demuestra un amplio conocimiento de su medio, obtenido mediante una relación constante, directa y sensible con todos sus factores. Así, no sólo ha logrado establecer detalladas taxonomías "folk" sino que, además, tiene un profundo conocimiento de las relaciones agua-planta-suelo, clima-vegetación y fauna-flora, así como de la conducta de los animales que le rodean y de la fenología de las especies vegetales que le brindan refugio, sustento y elementos medicinales, religiosos y de ornato. Además, tiene un gran respeto, una místi-

ca, alrededor de la estructura de la vegetación de su localidad y del equilibrio que ésta conlleva.

Se puede establecer como una hipótesis que, por todo esto, cuando el desarrollo de sus patrones culturales y el crecimiento y sedentarización de sus comunidades lo llevan a la domesticación de especies vegetales útiles, establece sus cultivos (en especial de especies perennes en regiones tropicales y subtropicales) de forma que reproduzcan la estructura peculiar de la vegetación primaria. Esto no implica necesariamente un esfuerzo consciente para la consecución de un proyecto preconcebido, sino que seguramente se sigue de la tendencia a colocar cada especie en el sitio óptimo para su desarrollo, ya sea por conocimiento previo o por ensayo y error. De esta forma, el hombre jugaría el papel de dispersor de semillas y dejaría a los factores del medio y al grado de adecuación de los individuos elegidos interactuar de la misma manera en que lo hacen mediante un proceso de selección natural. Por supuesto, el hecho de que sea el hombre el que elija qué semillas siembra y cuáles no, conferirá a las especies que forman parte del pluricultivo las características propias de las plantas cultivadas (Gómez, 1976), a saber:

- 1.- Las partes "útiles" se encuentran adecuadas para su uso:

- a) por pérdida de sustancias desagradables,
- b) " " " " tóxicas,
- c) " " " partes molestas.

- 2.- Producción o pérdida de la diseminación.
- 3.- Germinación uniforme y rápida.
- 4.- Madurez uniforme.
- 5.- Responder a la preparación del suelo y a la fertilización.
- 6.- Tendencia a presentar gigantismo.
- 7.- Cambios morfológicos y en duración del ciclo.
- 8.- Adaptación fenológica a la asociación.

Vale añadir que la adquisición de estas características determina una complejidad progresiva en las técnicas de cultivo, ya que limitan la plasticidad adaptativa de las especies cultivadas sujetándolas cada vez más al cuidado del hombre.

Si se tiene todo esto en mente se puede comprender de primera instancia -aunque se entenderá mejor a lo largo del trabajo- el cómo y el por qué de la estructura del huerto familiar. En cuanto a su composición florística, hay que compren

der antes el contexto ecológico conformado por las peculiaridades climáticas y microclimáticas de Coatlán, así como la acción del hombre para modificarlas.

Se habló antes de dos objetivos de la Etnobotánica. Se ha analizado el primero. El segundo, el de esclarecer el proceso de evolución bajo domesticación, tiene un carácter mucho más complejo. Para empezar, la mayoría de las especies cultivadas en la región son introducidas, lo que implica automáticamente una domesticación previa a la fundación de la comunidad o a su introducción en ella. Esto presenta dos graves dificultades para la resolución del problema:

La primera es de carácter científico, fitogeográfico - ¿dónde se originaron las especies en cuestión? ¿dónde fueron cultivadas por primera vez? ¿cuál fue el trayecto que siguieron para llegar a ser introducidas en la región estudiada?. - No es el propósito de este trabajo resolver a fondo estas cuestiones. Sin embargo, son éstas tres preguntas que quedan - abiertas a la investigación y cuya respuesta contribuirá a esclarecer el todo agrícola de nuestro país.

La segunda tiene un carácter filosófico de fondo: el - conocimiento precientífico puede lograr generalizaciones de - una precisión tal que permitan llevar a la praxis concepcio--

nes abstractas surgidas del contacto sensible con la realidad concreta, y hacerlo con objetos concretos ajenos a la naturaleza cognoscible original. De manera más concreta, el conocimiento profundo y sensible del medio que les circundaba permitió a los habitantes de Coatlán un manejo inteligente del agua del Río Chalma, manejo que les llevó a establecer un sistema de riego que contrarrestó la falta de precipitación en la cuenca. Esto permitió la presencia de especies propias de zonas húmedas que, a su vez, fueron manejadas de tal modo que el espacio de por sí limitado, pudiera ser aprovechado no sólo horizontalmente sino de manera vertical mediante la estratificación; condición para la que los elementos de los trópicos húmedos estaban ya pre-adaptados (comunicación personal. Dr. A. Barrera 1980). Esto en el caso de los huertos localizados en la ribera del Chalma, o cerca de ella. El problema de los huertos que se encuentran en la zona de selva baja caducifolia, fuera de la vega del río, es algo distinto: en ellos, fue el conocimiento de la vegetación originaria de la zona lo que permitió a sus habitantes sustituir algunos de sus elementos por otras especies hasta entonces totalmente ajenas pero con innegables similitudes morfofisiológicas y adaptativas, de manera que "cupieran" en el sistema sin alterar en forma disruptiva su equilibrio original. Así, en estos huertos se encuentran especies cultivadas que proceden de la selva baja, como Spondias sp, Annona chernifolia, Jacaratia mexicana, Leucaena sp y

otras; mezcladas con plantas de origen principalmente mediterráneo, como los cítricos que tan buen éxito han tenido en -
lo trópicos y subtrópicos americanos.

CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE
ESTUDIO

LOCALIZACION

El poblado de Coatlán del Río está situado aproximadamente a los 18° 44' latitud Norte y 99° 26' longitud Oeste. - Se encuentra a 1038 msnm y ocupa 79310 m² en su área urbana. - Pertenece al Estado de Morelos y se localiza aproximadamente a 100 km al Suroeste de la Ciudad de Cuervanaca. Forma parte del Distrito de Tetecala y es cabecera del Municipio del mismo nombre. Este municipio colinda al Norte y al Noreste con el poblado de Miacatlán, al Oeste con los Estados de México y de Guerrero y al sur con los poblados de Tetecala y Amacuzac (Mapa 1).

Coatlán del Río tiene aproximadamente 2100 habitantes* y su principal vía de acceso es la carretera de Cuervanaca-Alpuyeca que conduce a las Grutas de Cacahuamilpa (vía larga).

(*).- Dato de 1970.

FISIOGRAFIA

De acuerdo con la división de México en provincias fisiográficas hecha por Raisz en 1959, Coatlán del Río está localizado en el norte de la subprovincia denominada Cuenca del - Balsas-Mezcala que, a su vez, forma parte de la provincia fisiográfica llamada Sierra Madre del Sur. Esta cuenca colinda al sur con la subprovincia llamada Vertiente Meridional de la Sierra Madre del Sur y al norte con la provincia denominada Planicie Neovolcánica, de donde proviene gran parte del agua que llega a esta región.

GEOMORFOLOGIA

La región de la Cuenca del Balsas en que se encuentra - asentado el municipio de Coatlán del Río está dominada por rasgos juveniles de erosión debidos, primero, a la erosión y sepultura de valles y llanuras bajas por grandes abanicos aluviales en el Plioceno y, en segundo lugar, a las efusiones y erupciones volcánicas del grupo Chichinautzin, que tuvieron lugar en el Pleistoceno y el Reciente. Las llanuras aluviales características de la zona fueron producidas por el enterramiento, - en el Plioceno, de gran parte del relieve maduro de épocas - pasadas. Estas llanuras se ampliaron en el Pleistoceno al recibir las corrientes de basalto provenientes del Eje Volcánico. En ellas se encuentran las tierras más ricas y con mayor producción agrícola de la región.

Los pronunciamientos que no fueron sepultados por los - aluviones del Pleistoceno muestran un relieve maduro y casi - desprovisto de terrenos planos. Generalmente, las elevaciones formadas por calizas muestran un relieve redondeado; en cambio, las formadas por lutitas, rocas volcánicas o clásticas, tienen una apariencia más angular (Fries, 1960).

OROGRAFIA E HIDROGRAFIA

Al norte, el municipio de Coatlán del Río es atravesado por la Sierra de Chalma o Chalmoyotas, que se continúa hacia el norte con el nombre de Sierra de Ocuilan. Esta, a su vez, se une con los macizos montañosos de la Sierra del Ajusco, que sirve de límite entre los estados de México y Morelos (Urban, 1963; Luque, s.a.).

La zona en estudio se encuentra localizada sobre una pequeña depresión, ligeramente inclinada, que tiene como asiento suelos de tipo aluvial sobre terreno plano. Se encuentra rodeada por lomeríos mal definidos de constitución principalmente caliza.

Por el sur del poblado corre el Río Chalma en dirección Noroeste-Sureste. Este río, que también se conoce como Tete--cala o Coatlán, nace en la serranía de Chalma y entra el territorio de Morelos por el paraje llamado "La Angostura", pasando después por la Hacienda de Cocoyotla, Coatlán del Río, Hacienda de Actopan, Tetecala, San Miguel Cuautla, Cuachichinola y a medio kilómetro de Puente de Ixtla y continúa hacia el sur para unirse con el Amacuzac en el Paraje del Estudiante (Urban, 1963; Luque, s.a.).

GEOLOGIA

La región en que se enclava el área en estudio está caracterizada por dos unidades geológicas: la Formación Cuernavaca y la de depósitos clásticos continentales.

La Formación Cuernavaca, probablemente hacia finales del Plioceno y durante el Pleistoceno temprano, se depositó por encima de unidades anteriores del grupo Balsas cuya topografía está muy erosionada y formada principalmente por roca caliza. Los afloramientos de esta formación predominan en la cuenca del Río Amacuzac y sus afluentes.

La constitución litológica de la Formación Cuernavaca, muy variada, está formada principalmente por conglomerados en forma de abanico, constituidos casi exclusivamente por rocas volcánicas andesíticas y provenientes de las Series Terciarias volcánicas, así como de material calizo originado en las elevaciones que no fueron sepultadas por esta formación. Dicha formación se depositó en forma de abanicos aluviales coalescentes por medio de aguas corrientes originadas en terrenos elevados en los que había grandes cantidades de detritos volcánicos relativamente poco consolidados y muy susceptibles a la erosión hídrica. La característica predominante de la formación es el ciclo de erosión en fase juvenil. Las geoformas se caracte

rizan principalmente por llanuras ligeramente inclinadas y de superficie construccional, surcadas por valles y arroyos encajonados en forma de V. Estas llanuras descienden en ángulos que van desde los 5° -en los pie de montes de las principales elevaciones- hasta cerca de 1° en los alrededores de las principales corrientes, que tienen al Río Amacuzac como desagüe común.

Por tanto, gran parte del material que se encuentra en la zona proviene, por una parte, de los depósitos clásticos continentales, de edad post-Cuernavaca (Pleistoceno y Reciente). En términos generales, estos incluyen materiales no consolidados que varían desde detritos compuestos por fragmentos angulosos y gruesos hasta limo y arcilla, así como cantidades menores de marga, turba, ceniza volcánica y travertino.

La acumulación de estos depósitos se da sobre la serie volcánica Xochitepec de la Cuenca de México y, parcialmente, sobre la Formación Cuernavaca y encima de corrientes lávicas interestratificadas del grupo Chichinautzin. Esto se debe principalmente al bloqueo del desagüe por estas últimas. Además, la disolución de las rocas carbonatadas y de anhidrita de las formaciones Cretácicas durante el final del Pleistoceno causó el desarrollo de muchas dolinas y poljes -la mayoría de ellas están secas- formando algunos lagos (naturales y artifi-

ciales) como los de El Rodeo, Coatetelco, Tequesquitengo y - otros. Los poljes impidieron el transporte del aluvión fuera de la región y, junto con el bloqueo del desagüe por lavas basálticas, ocasionaron el depósito de la mayor parte de las acumulaciones aluviales gruesas del final del Pleistoceno y del Reciente. La conjunción de estos factores favoreció el desarrollo de los grandes centros de población y producción agrícola de la región (Fries, 1960).

CLIMA

Ya que no hay estaciones meteorológicas en Coatlán del Río, este análisis está basado en datos extrapolados de estaciones cercanas a esta zona (mapa 2). Estas estaciones comparan -macroclimáticamente- características del gran grupo A - (tropical lluvioso con temperatura media del mes más frío mayor de 18° C), así como la característica Aw₀ (clima cálido - subhúmedo con lluvias en verano con un cociente de P/T menor - de 43.2, lo que significa que es el más seco de los subhúmedos). Los lugares con clima Aw en la República Mexicana se extienden a lo largo de la vertiente del Pacífico, incluyendo la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas, desde el paralelo 24° N hacia el Sur y a altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 500-1000 msnm. La vegetación para estos climas está representada por formaciones que van desde la selva alta-subcaducifolia hasta agrupaciones de crasicaule (García, 1964).

Coatlán del Río y la estación meteorológica de El Rodeo están en la misma región fisiográfica dentro de las isotermas de 22 y 24° C, la isoyeta de 1000 mm y las diferencias de altitud no son significativas; por lo que este análisis se basa en dicha estación. Además, para tener un punto de comparación sobre el comportamiento climático de la región se toman en cuenta datos de otras estaciones cercanas del área de estudio (cuadro 1).

CUADRO 1

LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
			MSNM	CLIMA
Coatlán del Río	18°44'N	99°26' W	1038	Aw ₀ (w) (i')g
* El Rodeo	18°46'N	99°21' W	1100	Aw ₀ (w) (i')g
** Huajimtlán	18°36'N	99°25' W	899	Aw ₀ (w) (i')g
** Puente de Ixtla	18°37'N	99°19' W	899	Aw ₀ (w) (e)g
** Tequesquitengo	18°38'N	99°15' W	952	Aw ₀ (w) (e)g

(*) Datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, de 1961 a 1977.

(**) Datos tomados de Gómez Tagle, et al., (en prensa) de 1945 a 1977.

Temperatura (gráfica 1).- Presenta una media anual de 23.6° C. El mes más frío es diciembre con un promedio de 21.3° C y el más caliente es abril con un promedio de 26.9° C y la oscilación de temperatura es de 5.6° C. Se puede decir que se trata de una zona de temperatura alta con poca oscilación. La temperatura máxima extrema registrada alcanzó los 38.5° C.- durante varios días de los meses de mayo y junio de 1969. El promedio de Temperatura Máxima es de 36.8° C en mayo; el más bajo es de 24.8° C en noviembre y el anual de 32.8° C.

La Temperatura Mínima Extrema se registró el 26 de febrero de 1972 y alcanzó los 9.0° C. El Promedio de Temperatura Mínima más alto es de 17.4° C en mayo, el más bajo es de 11.2° C en enero y el anual es de 14.5° C.

En la gráfica 1 se observa la forma en la que se distribuyen las temperaturas máximas y los promedios de temperaturas mínimas mensuales en la estación de El Rodeo a través de todo el año.

Precipitación (gráfica 1).- No sólo es importante conocer el promedio total de precipitación de una región, sino también su periodicidad estacional y variabilidad en el año y en la estación (Wilsie, 1966).

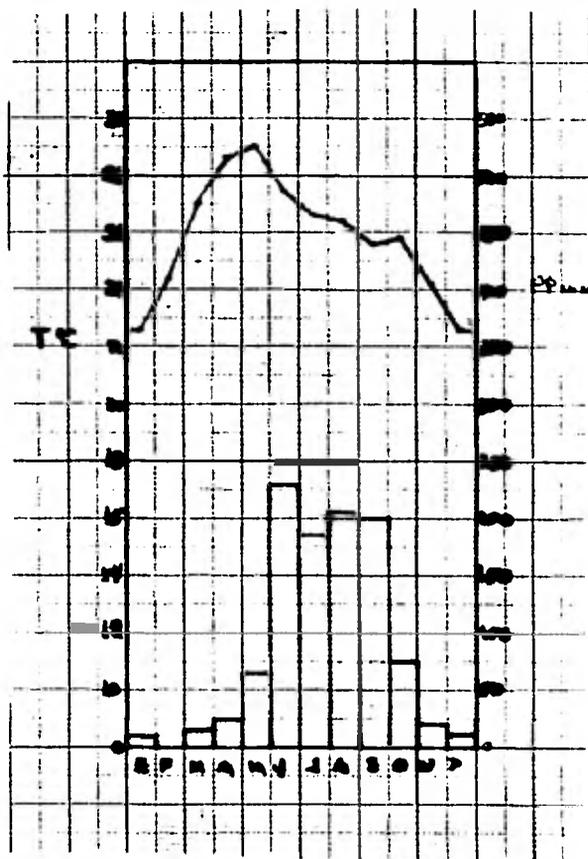
La lluvia que se recibe en la región es principalmente de verano. El promedio anual es de 978.1 mm. La isoyeta que encierra la zona es la de 1000 mm y esto indica que, en la mayoría de las estaciones cercanas a Coatlán, la media anual se acerca este valor.

En la gráfica 1 se observan los promedios de precipitación mensual y su distribución en el año. Durante el verano - hay una pequeña disminución en la precipitación (cañícula) que puede ser importante para planear el riego de los huertos.

Vientos.- En términos generales, la dirección predominante de los vientos tiene un fuerte componente de sur y su velocidad general es de 6.4 km/h lo que, en la escala de Beaufort, corresponde a brisa ligera (Wilsie, 1966).

La zona en estudio presenta un aislamiento relativo de vientos húmedos debido a su topografía y a su colocación al sur de la Cordillera Neovolcánica y al norte de la Sierra Madre del Sur.

De todo lo anterior, se puede decir que el macroclima de Coatlán del Río -que corresponde al de la estación de El Rodeo- es del tipo $Aw''(w)(i')g$; es decir, se trata de un clima cálido perteneciente al grupo de climas A de Köppen, con -



Gráfica 1.- Climograma datos tomados para la Estación - de El Rodeo, para 1970. La gráfica corresponde a la de un clima de tipo $Aw_0^0 (w) (i')g$.

temperatura media anual superior a 22° C y la del mes más frío es mayor de 18° C. Es el más seco de los climas subhúmedos - con lluvias principalmente en verano (mayo-octubre), mientras que en el invierno se encuentra menos del 5% de la precipitación anual total. La notación correspondiente es $w_0(w)$. Hay una pequeña disminución de la precipitación durante el verano que corresponde a la "canícula" o sequía intraestival que se identifica mediante el símbolo w ".

La diferencia de temperatura entre el mes más caliente y el más frío oscila entre 5 y 7° C (hay poca oscilación en la temperatura), lo que se designa con la notación (i'). La marcha de la temperatura es de tipo ganges, siendo abril y mayo - los meses más calientes (anteriores al solsticio de verano), - lo que se indica con la letra g en la nomenclatura climática.

SUELO

La clasificación de suelos en este trabajo está referida al sistema propuesto por la FAO, que fue creado para elaborar el Mapa de Suelos del Mundo y está basado en el contenido de materia orgánica, en la textura y en la profundidad (Flores Díaz, 1974).

En el mapa 3 se representan los suelos de Coatlán del Río, fotointerpretados por DETENAL. Se señalan los suelos que rodean al área de estudio ya que contribuyen con material acarreado a la formación del suelo en que se encuentran establecidos los huertos.

En vista de ya se han realizado análisis de suelos en la zona, se aprovechan para el presente trabajo los datos reportados por de la Torre (1977).

La zona urbana de Coatlán está sobre una unidad de suelos denominada Feozem calcárico de textura media (Hc/2), que tiene una secuencia normal de horizontes. Presentan una capa superficial blanda de color obscuro y rica en materia orgánica y nutrimentos. Tiene un horizonte superficial que, cuando se encuentra mezclado a una profundidad de 16.8 cm, muestra un contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) mayor en 15% al del -

horizonte inferior. Es un suelo profundo de 2 m o más (SAO, - 1970).

González (1941) considera las tierras de textura media como tierras francas, con una mezcla muy bien equilibrada de - granos de arena, limo y arcilla, sueltas y ligeramente plásticas. Son las que mejor se adaptan a las prácticas agrícolas, - ya que son fáciles de manejar.

La zona agrícola que rodea el sur del área urbana se en - cuenta sobre una unidad de Feozem lúvico de textura fina (H1/3). Son suelos muy parecidos al Feozem calcárico con la - diferencia de que tienen una capa con un alto contenido de arcilla iluvial en el horizonte B llamada horizonte argílico. - Los suelos de textura fina son arcillosos con una alta reten - ción de agua y nutrimentos.

Es probable que el aluvión que se presenta en la zona - agrícola sea un suelo más desarrollado que el de la zona urba - na, ya que presenta horizontes A y B bien definidos en algunas - porciones. Se cree que está formado por material volcánico - arrastrado; es decir, de material ígneo de roca basáltica, ce - niza volcánica y, posiblemente, riolita que, junto con la mate - ria orgánica, le imprime al suelo su color característico (Her - nández, G., 1976 en de la Torre, 1977).

Las porciones norte y noreste de la zona urbana se caracterizan por tener suelos poco desarrollados (especialmente litosoles, regosoles y rendzinas) con una profundidad aproximada de 50 cm.

Al tacto, el suelo del área urbana tiene una consistencia dura en seco y una adhesividad y plasticidad moderadas. - Esto, junto con la presencia de gravas y guijarras, indica un proceso de desarrollo lento de la parte superior del suelo y contribuye a que se dificulten las labores agrícolas. La estructura en bloques angulares y la porosidad, así como la textura de migajón arenoso arcilloso, indican la presencia de arcillas expandibles y contribuyen a la consistencia dura. Es probable que la reacción al ácido clorhídrico (HCL) sea positiva a mayores profundidades que las muestreadas (20, 40 y 60 cm) Hernández, G., 1976 en de la Torre, 1977).

En el área rural, el suelo tiene una consistencia blanda en la parte superior, y una adhesividad y plasticidad ligeras, lo que facilita las labores agrícolas. La porosidad y la estructura subangular facilitan el drenaje de esta capa (la superior). Es probable que, por debajo de los 60 cm, la estructura del suelo sea angular con arcilla iluvial. Estos suelos están más desarrollados que los de la zona urbana. Además, - tienen una alta concentración de cationes intercambiables que-

proporcionan una mayor cantidad de nutrimentos aprovechables - (Hernández, G., 1976 en de la Torre, 1977).

En los cuadros 2 y 3 se observan los datos obtenidos en las tomas de muestras realizadas en 1976 por de la Torre.

CUADRO 2

ZONA URBANA			
Profundidad de	0-20	20-40	40-60 cm
Reacción al HCl	nula	nula	nula
Consistencia en seco.	Ligeramente dura	Ligeramente dura	Ligeramente dura
Adhesividad y plasticidad.	moderada	moderada	moderada
Presencia de gravas, quijarros y piedras	grava escasa	grava escasa	grava escasa
Estructura	angular	angular	angular
Porosidad	fisurada	fisurada	fisurada
Concreciones	abundantes	abundantes	abundantes
Presencia de raíces.	medianas 2-5 finas 1-2 mm	medianas 2-5	medianas 2-5
Drenaje	drenado	drenado	drenado
Color en seco	gris	gris	gris
Textura al tacto	migajón arcillo arenoso	migajón arcillo arenoso	migajón arcillo arenoso
pH	7.0	6.9	7.2
Contenido de materia orgánica	2.88	2.08	1.68

Muestra del suelo de la zona urbana de Coatlán del Río.

CUADRO 3

Profundidad de	ZONA RURAL		
	0-20	20-40	40-60 cm
Reacción al HCl	nula	nula	nula
Consistencia en seco.	blanda	blanda	blanda
Adhesividad y plasticidad.	ligera	ligera	ligera
Estructura	subangular	subangular	subangular
Porosidad	cavernosa	cavernosa	cavernosa
Concreciones	no hay	no hay	no hay
Presencia de raíces.	finas 1-2 cm.	gruesas 5 mm o más.	gruesas 5 mm o más.
Drenaje	eficiente	eficiente	eficiente
Color en seco	café claro	café claro	café claro
Textura al tacto	migajón <u>li</u> moso.	migrajón <u>limo</u> moso.	migajón limoso
pH	7.3	6.8	7.1
Contenido de materia orgánica %	2.56	1.34	1.80

Muestra de suelo de la zona rural de Coatlán del Río.

VEGETACION

El establecimiento de comunidades humanas en la zona de estudios es ya antiguo y ha sido, al parecer, ininterrumpido. - Esto ha modificado notablemente la vegetación natural y, por tanto, sólo se encuentran -según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963)- relictos que indican que la vegetación - primaria debe haber sido una selva baja caducifolia. Se encuentran, además, relictos de selva baja espinosa perennifolia, - principalmente en las vegas de los ríos y en los terrenos- planos de suelo profundo.

Miranda (1947) atribuye la dificultad del estudio de la vegetación de esta región a "la existencia en ciertas zonas de una densa población agrícola, establecida ahí desde hace muchos siglos, que ha producido cambios en la vegetación original, a menudo bastante hondos, como consecuencia de sus actividades de roturación en los suelos de llano profundo y de tala- o incendio y pastoreo en los cerros y laderas con suelo some- - ro". Por tanto, la vegetación secundaria ocupa gran parte de la zona, principalmente en los cerros y declives; y la otra - parte está ocupada por cultivos de anuales y frutícolas.

Los restos mejor conservados de vegetación primaria se encuentran en las partes más altas de los lomeríos o en localidades muy escarpadas que, por su inaccesibilidad, dificultan las actividades agropecuarias. También se encuentran especies primarias intercaladas en un estrato denso de especies secundarias; ya sea aisladas o, en ocasiones, formando pequeños manchones. Algunas de estas especies son Bursera bicolor, B. copalifera, B. morelensis, Ipomoea murucoides, Amphipterygium adstringens, Jacaratia mexicana, Alvaradoa amorphoides, Plumieria rubra, Sidenoxyylon capire y otras.

En las elevaciones que rodean la zona, la vegetación secundaria presenta formas de vida arbórea y arbustiva bajas (de menos de 15 m de altura) y, en su mayoría, caducifolias. Miranda (1947) señala que la destrucción del "cuajiotal" (asociaciones de Bursera spp. y Pseudosmodium spp.) por tala o incendio y sobrepastoreo "da origen a la formación de especies secundarias, principalmente de leguminosas espinosas, que forman parte de la subvegetación de la misma formando un estrato arbustivo muy denso (2-3 m de altura)". Algunas de las leguminosas presentes en la vegetación secundaria son la cubata (Acacia cymbispina), el tehuiste (Acacia bilimekii) y el huizache (Acacia farnesiana).

También son frecuentes algunas sapindáceas como el chapulistli (Dodonea viscosa), algunas euforbiáceas como la "mala mujer" (Croton ciliatoglandulosus), algunas asclepiadáceas como la oreja de liebre (Asclepias glaucescens), y otras.

La presencia de Pseudosmodingium perniciosum, que es una especie muy agresiva, indica cierto grado de perturbación. Esta especie es, a decir de Miranda (1947), "muy abundante en las laderas de escasa inclinación de los cerros más secos" y se presenta formando manchones muy densos especialmente a lo largo de la carretera antes de llegar a Coatlán. "El cuajio--tal tiende a ser desplazado por una asociación de tetlale = fuego (Pseudosmodingium perniciosum) que cubre enormes extensiones como ocurre entre Alpuyeca y Cacahuamilpa".

El estrato herbáceo es muy denso y si la perturbación - (en este caso, el pastoreo) persiste, se desarrolla y forma, - junto con los arbustos, la vegetación predominante de las porciones abandonadas recientemente, en las que abundan plantas - anuales como Mimosa pudica, Rauvolfia heterophylla, Sanvitalia procumbens, Melampodium gracile, Porophyllum macrocephalum, - Baccharis peteromioides y otras.

Algunos elementos de la vegetación riparia a lo largo - del Río Chalma son Ficus mexicana, F. glaucescens, Salix humbold

tiana, Erythrina americana, Pithecelobium dulce y otros árboles y, en el estrato herbáceo se presentan, entre otras especies, Rauvolfia tetraphylla, Rivina humilis e Iresina celosia-mezcladas con el estrato arbustivo.

Hay relictos de lo que debe haber sido una selva baja-espinesa perenifolia sobre los llanos aluviales de suelo profundo. Según Miranda (1947). Las asociaciones primarias de estos llanos eran de huamuchil (Pithecelobium dulce), que ocupaba los sitios húmedos, y de mezquite (Prosopis juliflora), - que se encontraba en los sitios secos. Ahora se encuentran restos de la asociación de huamuchil con elementos que forman cercas de algunos cultivos o esparcidos en los campos, donde se provecha su fruto y su sombra. En las zonas más secas del poblado se encuentran algunos mezquites.

USO DEL SUELO.

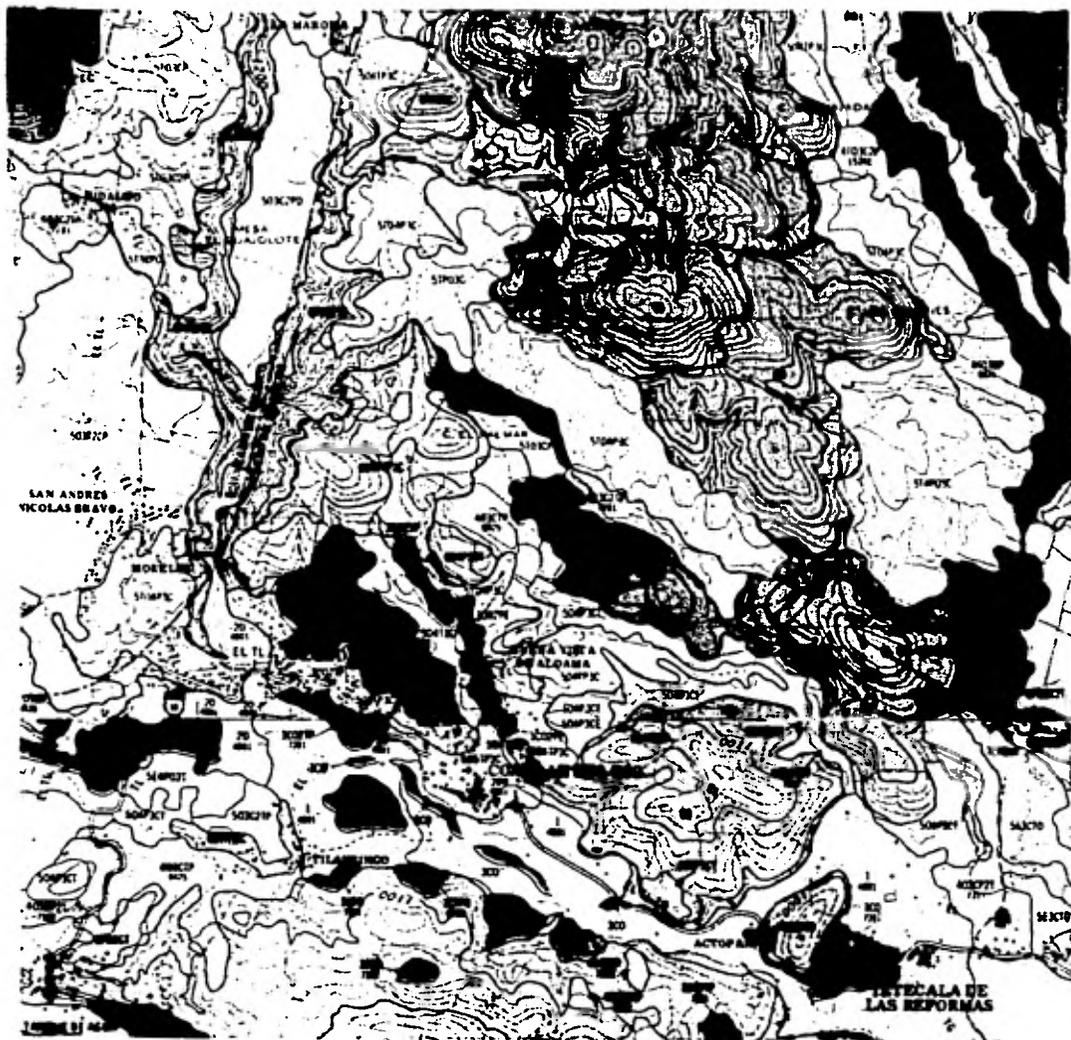
El aprovechamiento del suelo en el poblado de Coatlán - del Río está representado en el mapa 4, donde se observan las regiones destinadas a cultivos tanto anuales (de riego y temporal) como perennes. También se aprecian las zonas de selva - baja caducifolia con pastizales.

Agricultura de Riego con Anuales (AnA).- Principalmente arroz (Oryza sativa), jitomate (Lycopersicum esculentum), tomate verde (Physalis aff. ixocarpa), cebolla (Allium cepa), maíz (Zea mays), frijol (Phaseolus sp.), calabacitas (Cucurbita sp.) y algunas especies más.

Agricultura de Temporal con Anuales (AnA).- Maíz (Zea mays), cacahuete (Arachis hypogea) y sorgo (Sorghum vulgare), principalmente.

Agricultura de Riego con Frutales Perennes (AnPl).- Los huertos frutícolas, que son el interés fundamental de este trabajo, ocupan la mayor extensión de terreno y en ellos se cultivan las siguientes especies: mango (Mangifera indica), ciruela roja (Spondias purpurea), ciruela amarilla (Spondias lutea), ilamo (Annona diversifolia), guanábano (Annona muricata), anono (Annona reticulada), cuajilote (Parmentaria edulis), Timbiri-

che (Bromelia aff. pinguin), bonete (Jacaratia mexicana), papaya (Carica papaya), zapote prieto (Diospyros digyna), mamey domingo (Mammea americana), aguacate (Persea americana), - guamuchil (Pithecelobium dulce), tamarindo (Tamarindus indica), nanche (Byrsonima crassifolia), huachate (Malpighia mexicana), guayabo (Psidium guajava), granado (Prunica granatum), - níspero (Eriobotrya japonica), durazno (Prunus persica), café (Coffea arabica), lima (Citrus Limmeta), limón agrio (Citrus aurantifolia), limón real (Citrus sp.), naranja agria (Citrus aurantium), naranja dulce (Citrus sinensis), toronja (Citrus paradisi), mandarina (Citrus reticulata), sapota blanco (Casimiro edulis), mamey (Pouteria sybota), caimito (Chrysophyllum mexicanum), chicozapote (Manilkara zapota), cacao (Theobroma cacao), plátano (Musa sapientum y M. paradisiaca), coco (Cocos nucifera) y dátil (Phoenix dactylifera).



MAPA 4.- Uso del suelo en Coatlán del Río. De la carta de uso-
del suelo DGGTENAL.

METODOLOGIA

Este trabajo presenta problemas metodológicos debidos;- primero, a que no existe ninguna técnica preestablecida para - elaborar descripciones estructurales de ecosistema agrícolas - pluriespecíficos y, en segundo lugar, al hecho de que los ob- jetivos pretendidos requieren de la conjunción de dos enfoques: uno de carácter sinecológico formal y otro que se puede califi- car de etnobotánico. Por ello, no basta con establecer un re- lato de las actividades sucesivas realizadas en el campo y el- gabinete sino que, además, se anexan varios títulos que preten- den aportar una justificación teórica de los métodos de traba- jo elegidos.

Bajo el presente encabezado se establece únicamente una descripción del modo de trabajo empleado, en especial en tanto a las labores propiamente sinecológicas, dejando el análisis - del trabajo etnobotánico para otra sección de este reporte.

Elección de la Zona de Trabajo.- Si se observa el mapa de Coatlán del Río (mapa 5) es claro que los huertos están - distribuidos de acuerdo a tres factores:

a) La distancia con respecto del Río Chalma.

- b) Su situación dentro o fuera de la zona urbana y
- c) La altitud, aunque de la Torre (1977) sostiene que - este parámetro no parece tener ningún efecto de importancia sobre los huertos.

En vista de esto, se eligieron tres huertos como sujetos de censo, de la siguiente forma:

Huerto # 1. - Es un huerto colocado en la zona rural del poblado, sobre la ribera sur del Río Chalmá, y de carácter comercial, es decir, no vive nadie en el predio y toda su producción frutícola se vende. De los tres huertos censados es el de mayor superficie. Sus características edáficas se encuentran en el cuadro 3 y se le riega por desborde e inundación.

Huerto # 2. - Ubicado al interior de la zona urbana, cerca del río, es un huerto familiar-comercial característico; lo que implica que los dueños viven en el mismo predio, utilizan parte de su producción para el autoconsumo y venden el excedente, y sostienen dentro del huerto unos cuantos cerdos, ga-

llinas y conejos. Aunque el terreno tiene cierta pendiente, el riego es por desborde e inundación, combinado con "piletas" semicirculares alrededor de algunos de los árboles.

Huerto # 3. - Este, aunque también dentro de la zona urbana, se encuentra en un área más elevada y más seca. El más pequeño de los tres, es un huerto genuinamente familiar, y los dueños se dedican a un negocio esporádico de venta de ropa en la plaza dominical del pueblo. Es regado de la misma forma que el anterior y también presenta una pendiente suave. Su suelo, como el del huerto # 2, está esquematizado en el cuadro 2. De los tres predios mostrados es el que se encuentra en peores condiciones en lo que a cuidados respecta, teniendo en el centro una letrina al aire libre y, a un lado, un área lodosa y siempre encharcada utilizada por varios patos, además de un chiquero en pésimas condiciones de limpieza. Estas características lo evidencian como el predio más pobre, y la arquitectura de la ca

sa habitación de los dueños (las columnas de la terraza tienen unos estucos interesantes al pie) hace pensar que no siempre ha sido así y que tanto los habitantes como el huerto han sufrido un proceso largo de depauperización.

El haber elegido estos tres huertos, con su distribución particular sobre la zona, responde a la intención de muestrear un área que sugiriese, de alguna manera, un transecto a lo largo de un gradiente de altitud y de humedad -que, aunque no fue cuantificada, debe ser menor al aumentar la distancia al río- y que incluyera huertos tanto de la zona rural como de la urbana. Aunque no estén colocados sobre un transecto propiamente dicho (no están colocados sucesivamente a lo largo de una línea continúa), los tres huertos pueden asumirse como representativos de otros tantos momentos a lo largo de los dos gradientes más claros de la zona.

Censo y Parámetros Cuantificados.- Para llevar a cabo un censo completo de los árboles frutales de cada uno de los huertos, estos últimos fueron primero divididos en cuadrantes de 10 x 10 m. En cada uno de los cuadrantes se contaron todos los frutales presentes, anotándose la especie de cada uno, y siempre que cumplieran con las siguientes condiciones:

- a) que estuvieran enraizados dentro del cuadrante en -
consideración.

- b. que tuviesen más de 10 cm de diámetro de la altura -
del pecho (DAP \approx 1.50 m) y

- c) que no fueran troncos muertos o tocones.

Los árboles con diámetros a la altura del pecho menores a los 10 cm no fueron tomados en cuenta en el censo porque se -
asume que esta cifra -elegida a rbitrariamente- indica que el ár
bol que la presenta no se incorpora aún en forma importante a-
la productividad del huerto y utiliza buena parte de la ener-
gía a que accede para el crecimiento de sus estructuras vegetaa
tivas (Evidentemente, se atribuye a todos los árboles de la zona
el carácter de estrategias K ideales). Es posible que alguna
nas de las especies presentes en la muestra sean productivas -
aún siendo menores al diámetro mínimo establecido pero, para -
propósitos de este trabajo, era necesario establecer el mismo-
trato para todas las especies, ya que los datos se habrían confundido
si se hubiese admitido el "ruido" introducido al sistema
por peculiaridades fisiológicas de las especies.

Para cada árbol incluido en el censo se tomaron las si-
guientes medidas:

- i) Perímetro a la altura del pecho (PAP), que después se convierte a diámetro.
- ii) Dos radios perpendiculares entre sí de la copa, que después se promedian para obtener un área de cobertura mediante la fórmula.

$$A = \pi r^2$$

asumiendo que las copas son círculos perfectos. Este parámetro sólo fue utilizado para elaborar los mapas de cada huerto.

- iii) Distancia a dos de los lados del cuadrante para ubicar cada árbol individual en el huerto.

Estas medidas se utilizaron después, en el gabinete, para obtener índices de diversidad, dominancia, densidad y frecuencia (y la suma de estos tres últimos como índice de importancia ecológica). La justificación teórica de la utilización de estos índices en el trabajo, así como la explicación de los cálculos necesarios para su obtención, se encuentran en las próximas páginas.

Apreciación Crítica del Modo de Trabajo.- La metodología utilizada es susceptible de varias mejoras y adiciones que vale la pena dejar sentadas como pautas para trabajos posteriores.

1.- El tamaño de la muestra está por debajo del mínimo idóneo dada la diversidad de especies frutales de la zona. Aunque se incluyen las especies de mayor importancia económica y ecológica, solamente se encontró en los tres huertos censados al 40.54% de las especies frutales cultivadas en Coatlán del Río. Aunque las especies no censadas están pobremente representadas en la zona, se recomienda, para estudios posteriores, intentar establecer primero una zona de muestreo bajo un principio similar al de área mínima.

2.- Para ningún caso se intentó diferenciar entre variedades. A pesar de que esto no tiene repercusiones graves al hablar de sinecología, es posible que, si se pretendiese hablar a fondo de consideraciones económicas para la producción de fruta en Coatlán, se habría hecho indispensable distinguir variedades, ser especial para el mango, que parece en el fruto de mayor importancia comercial para los habitantes de este pueblo.

3.- El café, presente en casi todos los huertos del poblado, no se incluye en este trabajo, porque se asume de principio que el estrato arbóreo es el dominante y determina tanto el paisaje como la composición florística y la distribución de las especies de los estratos inferiores en la zona. Sin embargo, constituye parte importante del estrato arbustivo de los huertos y se recomienda que se le tome en cuenta para cualquier trabajo que pretenda dilucidar, no sólo la estructura sino, - además, la dinámica del sistema.

A pesar de estas carencias metodológicas, se puede considerar que este trabajo sienta la pauta a seguir para completar una descripción minuciosa del funcionamiento de la interacción sociosistema-ecosistema en Coatlán del Río y, más importante quizá, las bases teóricas y prácticas para establecer un modelo de producción económica vs. productividad ecológica para zonas agrícolas tropicales y subtropicales.

JUSTIFICACION TEORICA DE LA METODOLOGIA

DIVERSIDAD

El Concepto de la Diversidad Específica

Para llegar a comprender la estructura y el funcionamiento de una comunidad cualquiera, no basta con hacer una enumeración de las formas de vida y de las especies que la constituyen; es necesario considerar tanto la densidad de estas últimas como su abundancia relativa. Se ha determinado que la diversidad aumenta tanto con la densidad de especies como con el incremento en la igualdad de abundancia entre los miembros de una comunidad (Pianka, 1974). Esto parte del hecho de que un aspecto característico de muchas comunidades es que contienen comparativamente pocas especies comunes y números relativamente grandes de especies raras (Krebs, 1972). Pero esto no siempre es cierto: otras no sostienen especies muy comunes sino muchas de importancia intermedia (Pianka, 1974).

Un componente principal de la diversidad es el que se ha designado como uniformidad o equidad en la distribución o prorrateo entre las especies (Odum, 1972), de manera que se podría decir que, sobre el valor numérico de la diversidad, influyen el número total de especies y la distribución de los números de individuos de las diferentes especies (Margalef, 1974); lo que equivale a decir que la diversidad de especies

es alta cuando es difícil predecir la especie o la importancia de un organismo individual elegido al azar y baja cuando se puede hacer una predicción precisa (Pianka, 1974). Es claro pues, que la diversidad expresa ciertas características de la división de un conjunto (la comunidad) en varios subconjuntos (las especies que la constituyen) (Margalef, 1974). Así, una comunidad que contiene unos pocos individuos de muchas especies tendría una mayor diversidad que una comunidad con el mismo número de individuos y aún el mismo número de especies pero con la mayoría de los individuos confinados a unas pocas especies (Smith, 1974, Margalef, 1974).

A pesar de que hay autores que sostienen que, por sí sola, la abundancia relativa no es un componente significativo de la diversidad de especies (Krebs, 1972), se puede considerar que el número de especies representadas cada una de ellas por más del 10% del total de individuos está inversamente relacionado con la diversidad (Margalef, 1974); Esto es, que a medida que algunas especies de la comunidad se hacen relativamente más abundantes, la diversidad global del sistema disminuye y es, por tanto, el gran número de especies raras el que condiciona, en gran parte, la diversidad (Odum, 1972).

Es evidente que, si en una comunidad existen unas pocas especies con muchos individuos y varias especies poco abundan-

tes, las primeras jugarán un papel importante en la configuración estructural y en el funcionamiento del sistema. Se les considera especies dominantes. Esto no implica que unas pocas especies utilicen en forma poco eficiente los nutrimentos accesibles, la radiación solar incidente, el agua, el aire o el espacio. Los recursos nunca, o rara vez, se desperdician, aún en las comunidades que no contienen su cuota total de especies, porque las que sí existen en aquellas comunidades generalmente expanden sus actividades y explotan casi todos los recursos accesibles, aunque su eficiencia de explotación puede ser menor que la de algunas especies mejor adaptadas. Así, probablemente la mayoría de las comunidades se encuentra efectivamente saturada por individuos aunque no se encuentre saturada por especies (Pianka, 1974). Sin embargo y aunque la intensidad de explotación de recursos se mantenga constante, hay comunidades que se encuentran saturadas tanto de individuos como de especies; en otras palabras, comunidades con un alto índice de diversidad, y en ellas no se puede hablar de especies dominantes, de manera que existe una correlación negativa entre diversidad y dominancia (Margalef, 1974).

A lo largo de la historia de una comunidad pobre en especies se desarrolla una intensa competencia por los recursos del medio entre las especies susceptibles de coexistir en él, pero a medida que la diversidad aumenta, la competencia dismi-

nuye. Mientras más y más especies componen un ecosistema y la energía es más finamente compartida hay, como ya se dijo, menos especies verdaderamente dominantes (Smith, 1974). Es frecuente encontrarse, cuando se habla de comunidades muy diversas, con el término de codominancia. En este caso, no hay especies dominantes. Lo que domina es, en términos generales, una forma de vida; y se considera codominantes a las especies que la presentan.

Ahora bien, carece de sentido hablar de diversidad sin que se considere, además, el espacio. Toda concepción de diversidad tiene un componente espacial que se debe al uso diferencial del espacio por poblaciones distintas. Por conveniencia, se le puede disgregar en un componente horizontal y otro vertical (Pianka, 1974). El componente horizontal implica un cálculo ortodoxo de la diversidad, basado en el número de especies presentes en la comunidad y el número de individuos que representan a cada una de ellas. La diversidad de la altura del follaje, el componente vertical, es una medida de la estratificación y la homogeneidad en la estructura vertical de la vegetación; las comunidades muy estratificadas tendrán diversidades de alturas de follaje elevadas con un crecimiento denso de ramas y hojas en todos los niveles desde el suelo hasta el límite superior del dosel. No importa si lo que contribuye a los estratos es una diversidad de espacios o de clases de

edad de una sola especie (Krebs, 1972). A medida que se incrementa el número de estratos en un área dada, la estructura de la biota que ocupa se hace más complicada. Es más fácil que esto ocurra junto con un aumento concomitante del componente horizontal de la diversidad, de manera que ésta es necesaria para el mantenimiento de una estructura compleja (Margalef, 1974).

La diversidad de las especies vegetales, que es la que interesa en este trabajo, está altamente correlacionada con la latitud y la altitud (Chapman, 1976); disminuye a medida que nos alejamos del ecuador y del nivel del mar; ésta es una apreciación general y es posible encontrar variaciones locales de diversidad que parecerían contradecirla. Por ello, se deben reconocer dos componentes al tratar de analizar los gradientes latitudinales o altitudinales de diversidad de especies: diversidad interhabitat y diversidad intrahabitat (Krebs, 1972). El primero da cuenta de las variaciones en grano grueso de la diversidad y el segundo de las variaciones locales y son resultado, respectivamente, de la heterogeneidad macroespacial (por ejemplo, de relieve topográfico) y la microespacial (i. e., en una escala local de objetos tamaño organismo o, en general, de áreas contenidas en el mismo habitat, pero con condiciones microambientales distintas).

Uno de los medios por los que la diversidad de la comunidad puede incrementarse es mediante diferencias tróficas (Pianka, 1974). Las comunidades con un gran número de especies distintas generalmente tienen estructuras tróficas complejas (Smith, 1974; Margalef, 1974). Pero las relaciones interespecíficas no sólo determinan cierta regularidad en las relaciones numéricas entre especies, cuya expresión es la diversidad, sino que también imponen un límite superior a la diversidad. Una excesiva diversidad resulta incompatible con el mantenimiento de una organización, si esta organización es dinámica, es decir; si corresponde a un estado estacionario en un haz de procesos que se influyen mutuamente (Margalef, 1974).- A medida que la diversidad aumenta, y con ella crece la complejidad de las redes tróficas, las relaciones interespecíficas, en lugar de estrecharse, se debilitan. En otras palabras, una gran diversidad siempre corresponde a una débil interacción entre los elementos del conjunto, de manera que el suprimir individuos de una especie en una comunidad implica un impacto que disminuye en proporción inversa con la diversidad.

No se puede soslayar la importancia del hecho de que la diversidad orgánica se autoincrementa (Pianka, 1974), lo cual es otra forma de decir que la evolución es un factor de diversidad (Margalef, 1974). Es claro que en un sistema que favorece la especiación, o en el que ha transcurrido más tiempo para

su realización, será más diverso que uno de formación reciente, pero la diversidad de especies de una comunidad será función, - no sólo de la tasa de adición de especies a través de la evolución, sino también de la tasa de pérdida de especies mediante extinción o emigración (Krebs, 1972). No sólo se puede hablar de cambios en la diversidad a lo largo del tiempo evolutivo. - Es también función del tiempo ecológico. Así, la sucesión normal en una comunidad conduce al mantenimiento de relaciones regulares entre los números de las distintas especies (Margalef, 1974), lo que equivale a decir que la diversidad aumenta a lo largo de la sucesión, aunque no es raro que, en etapas avanzadas de la misma, se observe un ligero decremento de la diversidad.

Al menos, en comunidades que han alcanzado un estado climax, una diversidad alta puede considerarse como indicio de condiciones próximas a un equilibrio y hay una menor diversidad en los ecosistemas simples, menos estables (Smith, 1974).

Por razones obvias, el número de especies que se pueden reunir en un mismo sistema es limitado (Margalef, 1974), sin importar el mecanismo evolutivo o sucesional que tienda a incrementarlo. Vale decir que, entre otras cosas, la limitación de la diversidad, o no persistencia de una diversidad excesiva, - puede tener razones relaciones con la termodinámica, consisten

tes en la necesidad de que, para que se pueda transferir energía de una a otra especie, hace falta que sus tasas de renovación respectivas difieran en cierta cantidad mínima.

A pesar de que el término diversidad es muy ambiguo o, al menos, sujeto a abusos (Mueller-Dombois, Elleberg, 1974) y de la confusión alrededor de su significado, se trata de un concepto importante, principalmente porque se ha sugerido que una alta diversidad está relacionada con la estabilidad (Chapman, 1976).

Por último, y a pesar de la clara correlación entre la diversidad, la estabilidad y la organización, la diversidad no es una expresión completa de la organización del ecosistema, sino una médula de su capacidad potencial de organización, o amplitud del canal de transmisión de información hacia el futuro, a nivel de las especies, canal que, por cierto, nunca se utiliza plenamente (Margalef, 1974).

Siempre que se hace un trabajo de comunidad que involucra al hombre y a su relación con el medio, se debe tener en mente una pregunta que tiene implicaciones de gran alcance: ¿es la diversidad acaso solamente el aliciente de la vida o es, antes bien, una necesidad en relación con la vida total del ecosistema, incluidos el hombre y la naturaleza? (Odum, 1972).

En cierto modo, este trabajo pretende dar una respuesta a la - pregunta por la diversidad y su importancia: al menos, una respuesta parcial.

Causas de la Diversidad, Varias Hipótesis.

Bajo el título anterior se han trazado ya, muy a la ligera, algunos conceptos sobre la diversidad. Es alrededor de este problema donde surge la confusión acerca de la pregunta por la diversidad, y se han elaborado varias hipótesis para solucionarla. Sin embargo, parece muy lejos un acuerdo total al respecto, a pesar de que las hipótesis no se contraponen en sus aspectos fundamentales. Aquí se hará una breve exposición de las hipótesis más importantes, con el proviso de que todas ellas podrán utilizarse para intentar explicar el grado de diversidad de un medio dado.

Hipótesis de la estabilidad ambiental, o estabilidad climática. - Sostiene que, cuanto más estables sean los parámetros ambientales, habrá mayor número de especies, y que las regiones con climas estables permiten la evolución de especializaciones y adaptaciones más finas que las áreas con climas erráticos (Smith, 1974; Krebs, 1972). Se considera que un clima estable es uno que no cambia mucho con las estaciones. La explotación exitosa de medios con climas inestables requiere -

con frecuencia que los organismos tengan amplios límites de tolerancia para enfrentarse a los límites igualmente amplios de las condiciones ambientales con que se encuentran (Pianka, - 1974), de manera que los organismos adaptados a medios estables están en posibilidad de presentar especializaciones finas que permitirán más y más complejas relaciones interespecíficas y por tanto, mayor cantidad de especies.

Los organismos se adaptan a la relativa estabilidad de los medios alterando sus estrategias de ciclo de vida; la intensidad y la frecuencia de la perturbación pueden funcionar - como el principal control ambiental de la diversidad (May, 1976). Esto, como se verá más adelante, está íntimamente relacionado con el tiempo, con las estrategias reproductivas y con la productividad.

La hipótesis de la estabilidad ambiental ha sido sujeta a duros ataques debido a la confusión alrededor del término - mismo de estabilidad y porque la teoría clásica de estabilidad diversidad mantenía que las comunidades biológicamente acomodadas debían ser estables en el tiempo. Ahora, el principio - de que la estabilidad relativa varía directamente con la complejidad biótica parece ser aplicable a comunidades clímax, ya que las comunidades serales pueden ser mucho más ricas tanto - en formas de vida como en especies que los clímax que las sus

tituyen (Daubenmire, 1968) Dicho de otra manera, parecería contradictorio con la teoría clásica el que una comunidad en pleno proceso sucesional sea más diversa que una comunidad clímax. Por eso se aplica la teoría estabilidad-diversidad sólo para - hacer comparaciones entre comunidades estables en el tiempo.

Se dice, en aparente contradicción con esta hipótesis, - que la diversidad de especies en una comunidad refleja en parte la diversidad del ambiente físico (Smith, 1974), pero la diversidad ambiental no implica necesariamente inestabilidad. - Por eso se trata, pues, de escoger entre los dos conceptos siguientes de estabilidad que, en parte, son opuestos: 1) Un sistema es estable si sobrevive muchos cambios, pero preserva ciertas características esenciales (hay que definir las). - 2) Alternativamente, un sistema es estable si mantiene su fisonomía en prueba de su supuesta estabilidad (Margalef, 1974). - Si se elige la primera definición, la estabilidad y con ella, - la diversidad, son en cierto sentido función del tiempo. La - estabilidad se pone a prueba frente a perturbaciones a lo largo del tiempo. La segunda opción concibe a la estabilidad como un fenómeno independiente del tiempo, eterno, que no se ve sujeto a cambios porque no se ve expuesto a factores susceptibles de provocarlos. Hay quienes dicen que todo lo que ha pasado a través de una sucesión o conjunto de filtros selectivos se le puede llamar estable, sea simple o complicado, variable-

o constante. De esta manera, aunque parezca pretenderse que - la estabilidad es un punto a alcanzar por la sucesión, se dinamiza el concepto y se permite su aplicación a comunidades que cambien en el tiempo, siempre y cuando lo hagan en un medio estable tal que permita predicciones de dichos cambios.

Aunque por todo lo anterior es concebible que la estabilidad ambiental sea un factor importante de diversidad, también es cierto que los medios altamente estables pueden eventualmente provocar baja diversidad, ya que unos pocos competidores excelentes pueden eventualmente establecer su dominancia. Puede surgir una diversidad máxima bajo condiciones de perturbación intermedia (demasiada perturbación elimina todas menos unas especies fisiológicamente acomodadas; demasiado poca permite la ocupación completa del espacio por los mejores competidores) (May, 1976). A pesar de todo lo anterior, la correlación entre baja diversidad y perturbación frecuente, impredecible y severa no ha sido cuestionada en el actual ataque contra la teoría de estabilidad-diversidad en Biología y todavía se puede decir, al menos, que los sistemas con muchas especies, o con muchas interconexiones, cuentan con un punto de partida para poder ser más estables o más persistentes (Margalef, 1974).

Hipótesis Temporal.- En términos generales, esta hipótesis sostiene que la diversidad aumenta con el paso del tiempo.

po, pero puede operar en escalas de tiempo tanto evolutivas - (Smith, 1974) como ecológicas.

El tiempo ecológico implicaría situaciones en las que - una especie ocupa un medio pero no ha tenido tiempo de dispersarse en él. Entonces, esto concierne fundamentalmente al - tiempo disponible para la dispersión, en lugar del tiempo de - especiación y adaptación evolutiva. Los poderes de dispersión de la mayoría de los organismos son lo suficientemente eficientes como para que este mecanismo pueda ser de una importancia - relativamente pequeña en la mayoría de las comunidades (Pianka, 1974). Ya al hablar del concepto de diversidad de especies se hizo mención de la relación entre diversidad y sucesión.

El tiempo evolutivo se aplica en casos en que existe - una posición en la comunidad pero no ha sido ocupada porque el tiempo ha sido insuficiente para la especiación y la evolución - (Krebs, 1974). Entonces, se asume que la diversidad aumenta - con la edad de la comunidad, aunque la validez de la suposición se encuentra aún en tela de juicio (Pianka, 1974).

Tratándose de tiempo evolutivo, la teoría temporal sostiene que los biomas de los trópicos cálido-húmedos son susceptibles de evolucionar y diversificarse más rápidamente que - aquéllos de las regiones templadas y polares. Esto es ocasio-

nado por un medio constantemente favorable y una relativa ausencia de catástrofes climáticas. La diversidad biótica es producto de la evolución y es por tanto dependiente del tiempo a través del cual el bioma se ha desarrollado de manera ininterrumpida. En resumen, todas las comunidades se diversifican en el tiempo, de manera que las comunidades más viejas tienen más especies que las jóvenes (Krebs, 1972). Sin embargo, las perturbaciones históricas en forma de un recurso fluctuante (por ejemplo, el agua de un período interglaciación a otro) pueden impedir un aumento en el número de especies.

Por tanto, la diversidad regional de especies no parece ser únicamente función del tiempo evolutivo y de la accesibilidad de los taxa, sino que igualmente es función del tipo y modus operandi de los factores regionales de presión evolutiva (Mueller-Dombois, Elleberg, 1974).

La hipótesis de la estabilidad climática puede combinarse con la hipótesis temporal, con la que tiene muchas cosas en común. La hipótesis de estabilidad-tiempo enfatiza el papel de todos los parámetros ambientales en el desarrollo de la diversidad. Los habitats de baja diversidad pueden ser o severos o impredictibles, o ambas cosas (Krebs, 1972). En esta hipótesis se asume que existen dos tipos de comunidades contrastantes: las controladas físicamente y las controladas biológicamente.

En las comunidades reguladas físicamente, los organismos están sujetos a presiones fisiológicas debidas a condiciones físicas fluctuantes. Con el tiempo, los organismos desarrollan mecanismos adaptativos que les permiten enfrentar estas condiciones. Pero, al menos, parte del tiempo los organismos se encuentran sujetos a presiones fisiológicas severas y sus probabilidades de éxito reproductivo y supervivencia son bajas. Como resultado, la diversidad también es baja.

Los medios de baja diversidad encajan en tres categorías: 1) medios nuevos en los que el número de organismos que coloniza el área está aumentando pero está sujeto a presiones ambientales; 2) medios severos en los que un cambio ambiental ligero puede eliminar totalmente la vida y 3) medios impredecibles en los que las propiedades ambientales varían amplia e impredeciblemente alrededor de un valor medio.

En las comunidades reguladas biológicamente, las condiciones físicas son relativamente uniformes a lo largo de grandes períodos de tiempo y no son críticas en el control de las especies. La evolución procede a lo largo de líneas de competencia interespecífica, adaptándose una especie a la presencia de otra y compartiendo los recursos con ella. El ambiente es más predecible, las tolerancias fisiológicas de los organismos son bajas y la diversidad es alta (Smith, 1974). Habría -

que explicar un poco más a fondo la noción de predictibilidad climática y su relación con la diversidad: muchos aspectos del clima, aunque temporalmente variables son, sin embargo, altamente predictibles en tanto que se repiten con bastante exactitud. Esta predictibilidad cíclica puede permitir que los organismos desarrollen cierto grado de dependencia sobre -y que se especialicen en- condiciones ambientales particulares y patrones temporales de accesibilidad de recursos, aumentando así la sustitución diaria y estacional de especies y el componente temporal de la diversidad total (Pianka, 1974), de manera que aquí se considera que la diversidad de una comunidad no se puede medir en un instante de su existencia, y que la diversidad total debe incluir todas las adiciones y sustituciones de especies que se suceden a lo largo de la permanencia de una comunidad en tanto tal; así, los medios que cambian con el tiempo pueden promover la diversidad alterando periódicamente las habilidades competitivas de las especies componentes, permitiendo así su coexistencia (May, 1976), aunque no necesariamente su simultaneidad.

Uno de los más fuertes ataques a la hipótesis de la estabilidad ambiental disminuye mucho en importancia si lo incluimos en la noción mixta de estabilidad-tiempo: una perturbación en parche seguida de una invasión por una o varias especies contribuye de manera importante a la celebrada diversidad

local de los bosques tropicales y subtropicales. Algo de esta diversidad espacial se debe a un mosaico de suelos, y algo quizá a microsucesiones deterministas que han empezado en tiempos distintos, pero mucho puede ser atribuido únicamente a accidentes probabilísticos de justamente cuál especie coloniza una apertura reciente en el tiempo apropiado. Aunque esto se ha usado para sostener que la diversidad no es función de la estabilidad del medio, es claro que si se la asume como función del tiempo, y no como una condición invariante, se permite que la estabilidad incluya perturbaciones locales relativamente cortas y fluctuaciones predictibles de las condiciones ambientales.

Un medio estable no es necesariamente homogéneo, y de ahí la hipótesis de la heterogeneidad ambiental. Podría ser un aumento general en la complejidad ambiental a medida que se avanza hacia los trópicos. Mientras más heterogéneo y complejo se haga el ambiente físico, menor será la diversidad de especies. Esta hipótesis se puede considerar tanto en escala micro-ambiental como macroambiental (Krebs, 1972), de manera que puede dar cuenta del gradiente latitudinal de diversidad y también de las variaciones locales de la diversidad intrahabitat.

Los habitats estructuralmente complejos ofrecen obviamente una mayor variedad de microhabitats distintos que los habitats simples. Dado que hay más formas diferentes de explotarlos, los habitats espacialmente heterogéneos sostienen generalmente más especies que los homogéneos; de manera que las especies se sustituyen unas a otras en el espacio con mayor frecuencia y el componente espacial de la diversidad es más alto (Pianka, 1974). A manera de síntesis, y en una apreciación de grano medio, a una mayor variación en el relieve topográfico, una estructura vertical de la vegetación más compleja y una mayor cantidad de tipos de microhabitats en una comunidad, corresponderá una mayor cantidad de especies (Smith, 1974).

Si fuese cierto que la heterogeneidad espacial puede utilizarse para predecir la diversidad de especies, aún debemos determinar la maquinaria ecológica tras esta predicción (Krebs, 1972), tarea difícil -a pesar de los muchos intentos realizados- y que no corresponde a este trabajo.

Hipótesis de la Productividad.- La productividad, o flujo total de energía, es uno de los parámetros que más tentadoramente se prestan a ser relacionados con la diversidad. La hipótesis de la productividad, en su forma pura, sostiene que cuanto mayor sea la producción, mayor será la diversidad, si todos los demás factores permanecen iguales, de manera que los

habitats productivos pueden sostener más especies que otros si milares, en virtud del hecho de que algunos recursos, demasiado escasos para sostener una especie en habitats poco productivos, son lo suficientemente densos para ser explotados con éxito en habitats productivos (Pianka, 1974). Se propone, en fin, que el nivel de diversidad de una comunidad está determinado - por la cantidad de energía que fluye a través de la cadena trófica. La tasa de flujo de energía esta influenciada por la limitación del ecosistema y por el grado de estabilidad del medio (Smith, 1974), y una diversidad más alta significa cadenas de alimentos más largas y más casos de simbiosis, así como mayores posibilidades de control de la retroalimentación negativa, que reduce oscilaciones y, por consiguiente, aumenta la estabilidad. Ahí donde los costos de conservación antitérmica impuestos por el medio físico se reducen (esto es, cuando la razón respiración/biomasa es baja) una parte mayor de la energía de la comunidad puede destinarse a la diversidad (Odum, - 1972).

La hipótesis de la productividad dice, en efecto, que - cuanto más alimento se produzca mayor será la diversidad. Aunque quizá sea cierto en un sentido general, hay demasiadas excepciones (Smith, 1974) por lo que la hipótesis de la productividad resulta insostenible, al menos en su forma pura (Krebs, - 1972) y a pesar de que la productividad o corriente total de -

energía afecte ciertamente la diversidad de las especies, las dos magnitudes no se relacionan, con todo, en forma simplemente lineal (Odum, 1972).

Además, la relación entre flujo de energía y estructura trófica puede ser muy complicada y nada obvia: interacciones mutualistas tales como planta y polinizador o planta y dispersor de semillas pueden parecer inconsecuentes en términos del flujo total de energía y jugar un papel central en la determinación de la estructura de la comunidad (May, 1976).

Una modificación común de la hipótesis de la productividad es la idea de la compartimentalización temporal de los tropicos. El argumento principal es que la larga estación de crecimiento en las zonas tropicales permiten que las especies componentes compartimentalicen el ambiente temporal y espacialmente, permitiendo así la coexistencia de más especies. Esta idea combina la hipótesis de la estabilidad con la de la productividad, sugiriendo que la estabilidad de la productividad primaria es un determinante mayor de la diversidad de especies en una comunidad (Krebs, 1972; Pianka, 1974). Falta mucho para determinar cómo se relacionan la productividad y la diversidad pero vale la pena tener en mente que lo hacen de algún modo, y que esto puede tener una gran importancia para trabajos de conservación y en la búsqueda de respuestas a la problemática de -

la producción en agroecosistemas tropicales y subtropicales.

Hipótesis de la Competencia.- Entre los intentos de responder a la pregunta por la diversidad, esta hipótesis constituye uno de los más interesantes, y parte de la sugerencia de que la selección natural en las zonas templadas y polares es controlada principalmente por los factores físicos, mientras que la competencia biológica se convierte en una parte más importante de la evolución en los trópicos. La competencia es "más aguda" en los trópicos y los nichos son "más pequeños". Las especies tropicales están "más evolucionadas" y tienen adaptaciones más finas que las especies de zonas templadas. Es consecuencia, en los trópicos se pueden colocar más especies en un habitat dado (Smith, 1974; Krebs, 1972).

Se piensa que en muchas comunidades diversificadas las poblaciones se encuentran cerca de sus tamaños máximos, con el resultado de que las competencias inter e intraespecíficas son frecuentemente agudas. Por tanto, la selección en favor de la habilidad competitiva (selección K) es fuerte y los organismos más exitosos en estas comunidades tienen su propia zona de superioridad competitiva. A manera de contraste, las poblaciones en muchas comunidades menos diversas se consideran menos estables y se encuentra muchas veces por debajo de sus tamaños máximos. Como resultado, hay porciones de la comunidad no saturadas por individuos, y la competencia interespecífica son-

relativamente laxas. En comunidades de este tipo es el mundo-físico, en lugar del biótico, el que demanda adaptación. La selección en favor de la habilidad competitiva es débil, mientras que aquella en favor de la reproducción rápida (selección r) es fuerte (Pianka, 1974). Desde otro punto de vista, referido no tanto a fenómenos de selección, sino al problema de la accesibilidad y la explotación de recursos en el medio, se puede decir que siempre que se utilicen recursos distintos, la separación temporal, tanto diaria como estacional, de las poblaciones de especies distintas puede permitir la coexistencia de más especies y, por tanto, también puede incrementar la diversidad de la comunidad, de manera que la hipótesis de la competencia habla de las posibilidades que permite el medio para evadir niveles intensos de competencia interespecífica y se encuentra, por tanto, estrechamente relacionada con la hipótesis de estabilidad ambiental y de heterogeneidad del medio.

Hipótesis de la predación.- Esta última hipótesis, que en cierto modo contradice la de la competencia, carece de fundamentos teóricos sólidos y no parece tener mucha importancia. Parte del planteamiento de que hay más predadores y parásitos en los trópicos que en otros sitios y estos retienen las poblaciones de sus presas a niveles tan bajos que la competencia entre organismos presa se reduce. Esta competencia reducida permite la adición de más especies presa, que a su vez sostie-

nen nuevos predadores. Así, en oposición a la hipótesis de la competencia, debía haber menos competencia entre organismos presa en los trópicos (Krebs, 1972; Smith, 1974). Para que esta hipótesis funcione a gran escala, los predadores involucrados deben ser muy eficientes para regular la abundancia de sus especies presa. En las redes tróficas terrestres los predadores son generalmente muy especializados y, en algunos casos, no parecen regular la abundancia de su presa (Krebs, 1972). La hipótesis carecería de toda validez si no se le pudiese extender a todos los niveles tróficos, inclusive al de los productores primarios. En este sentido, Krebs (1972) hace notar que los bosques de las tierras bajas tropicales contienen muchas especies de árboles y una densidad baja correspondiente de árboles adultos de cada especie. La mayoría de los árboles adultos de una especie dada se encuentran distribuidos en un patrón regular. Estas características de los árboles tropicales pueden explicarse mediante la hipótesis de la predación, siendo las especies que se alimentan de semillas o plántulas análogas a los predadores.

A pesar de todo lo anterior, la manera en que la predación afecta la diversidad de especies no es clara; un incremento en la predación puede provocar un aumento en la diversidad de las especies presa, pero esto puede constituir un efecto más bien local que una explicación global de los gradientes

de diversidad de especies. La hipótesis de la predación está sujeta a demasiadas condicionantes como para que se le conceda mucha importancia, y pareciera que sus defensores sobrestiman el papel de las poblaciones de predadores en la constitución de la estructura y la diversidad de las comunidades.

La multiplicidad de hipótesis que pretenden atribuir a una u otra variable la diversidad de un sistema (que dicho sea de paso resulte de una concepción positivista del conocimiento) complica el ya de por sí complejo concepto de diversidad de especies. Se debería reconocer que se hace cada vez más difícil atribuirle más peso a una variable que a las demás y que la diversidad se puede relacionar con la estructura del hábitat, la variedad de microhabitats, la naturaleza del ambiente físico, el clima y la protección de sus efectos adversos, la accesibilidad de alimentos, el acervo de nutrimentos y el tiempo (Smith, 1974). Es claro que, con frecuencia, varios de estos mecanismos pueden actuar simultáneamente para determinar la diversidad de una comunidad dada y sin duda la importancia relativa de cada mecanismo varía ampliamente de comunidad a comunidad (Pianka, 1974).

Ahora bien, independientemente de lo interesante del problema teórico de las razones de la diversidad de especies, es irrefutable que varía de una comunidad a otra y que, siendo

así, es importante atribuirle valores numéricos que permitan - comparaciones y correlaciones objetivas. Se debe, pues, medir- la diversidad.

Medida de la Diversidad

Se han elaborado varias fórmulas que pueden servir para cuantificar la diversidad, y elegir la más adecuada para un de terminado trabajo constituye una decisión de la primera impor- tancia. Puede servir de índice de diversidad cualquier fun- ción monótona que tenga un valor mínimo cuando todos los ele- mentos pertenecen a una misma clase - todos los individuos a - una misma especie- y un máximo cuando cada elemento pertenece- a una clase diferente - cada individuo es de una especie distin- ta- y que, además, reúna ciertas condiciones como son: ser po- co sensible a la extensión de la muestra y ser invariante a - cierto número de operaciones de selección realizadas en las - muestras (Margalef, 1974). La principal falla de los índices- de diversidad es que todos ellos asumen que cuanto más abundan- te sea una especie, tanto más importante será para la comuni- dad; pero las especies más abundantes no son necesariamente las más importantes o las más influyentes (Smith, 1974). Por - ello, no basta con citar índices de diversidad en un trabajo:- de hecho, no sirven de gran cosa si no se les correlaciona con índices de dominancia, de densidad, de frecuencia y otros, de- pendiendo de los objetivos del trabajo.

De todas las medidas de diversidad que se conocen, las más versátiles son aquéllas que, de alguna manera, derivan de la teoría de la información, cuyo objetivo principal consiste en tratar de medir el orden (o desorden) contenido en un sistema. Pueden resumirse cuatro tipos de información con respecto al orden de una comunidad: 1) el número de especies, 2) el número de individuos en cada especie, 3) los lugares ocupados por los individuos de cada especie, 4) los lugares ocupados por los individuos como entidades separadas. En la mayoría de los trabajos de comunidad sólo se obtienen datos de los tipos 1) y 2) (Krebs, 1972), que son los utilizados en los índices de diversidad.

Las expresiones para calcular un valor cuantitativo de la diversidad pueden aplicarse a cualquier censo razonablemente completo que se refiera a las especies que coexisten en un ecosistema. La diversidad es un interesante parámetro del conjunto del ecosistema. Los datos acumulados permiten dos generalizaciones que pueden ser definitivas: 1) La diversidad es baja en comunidades transitorias, explotadas o bajo condiciones muy fluctuantes; 2) Los valores máximos raramente rebasan 5 bits*, la diversidad es una medida logarítmica que tiene hasta cierto punto carácter asintótico, lo que hace que sea un ín

(*).- BIT = unidad de información (binary integer).

dice poco sensible en el rango de valores que se aproxima a su límite superior (Margalef, 1974). De todos los índices de diversidad en alguna forma derivados de la teoría de la información, el que más expresivo resulta para el biólogo es el de Brillouin. En él se emplean los números reales de individuos, N , de las distintas especies, N_a, N_b, \dots , siendo N el número total de individuos en la muestra:

$$H = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{N_a! N_b! \dots N_s!}$$

Hay por lo menos dos razones para considerar esta fórmula de especial interés para el biólogo. En primer lugar, expresar la diversidad como una función del número de relaciones que pueden construirse entre determinadas clases de elementos. En segundo lugar, la expresión que usa factoriales es muy apropiada para demostrar los cambios que presenta la diversidad como consecuencia de alteraciones en el ecosistema. Todo cambio se reduce a la sustitución de un individuo de una especie por uno de otra. Supongamos que se quita un individuo de la especie a y se añade otro de la especie b . La diversidad después del cambio será:

$$H' = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{(N_a-1)! (N_b+1)! N_c \dots N_s}$$

$$H' = H \frac{1}{N} \log_2 \frac{Na}{(Na+1)!}$$

Otra razón para utilizar la fórmula de Brillouin es que la unidad de información es perfectamente intuitiva como expresión de la diversidad. También tiene sentido ecológico pues - es, hasta cierto punto, una medida del grado de incertidumbre acerca de la especie a que pertenece el individuo más próximo a cualquier otro miembro de la comunidad (Margalef, 1974).

Por supuesto, carece de sentido cualquier medida de diversidad ajena a un espacio, al espacio de la muestra en la que se la ha calculado. También es pobre una medida de diversidad por sí sola, sin que se la compare con algo. En este sentido, una de las maniobras más interesantes a realizar es la de comparar la diversidad de la muestra real con la diversidad de una muestra hipotética con los mismos números de individuos y de especies, pero con la distribución de individuos en especies que siguiera una hipótesis determinada, por ejemplo, mediante una expresión de la "redundancia", de forma:

$$R = 100 (1-H/H_{max})$$

o

$$R = \frac{H_{max}-H}{H_{max}-H_{min}}$$

H_{min} es la diversidad mínima, en la hipótesis de que todas las especies menos una están representadas por un sólo individuo, y la que queda por el resto de los individuos. H_{max}, la diversidad máxima, implica que todas las especies tengan la misma abundancia, de manera que

$$H_{max} = S \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S$$

donde S es el número de especies en la comunidad (Krebs, 1972). La redundancia puede considerarse como una medida del grado de organización de una comunidad.

Ahora bien, ¿cuál es el propósito de medir la diversidad en este trabajo?. El énfasis puesto en el análisis del concepto de diversidad, sus implicaciones y su medición tiene una poderosa razón de ser: uno de los puntos centrales de trabajo - consiste en poner en juego la idea del cultivo multiespecífico tradicional en oposición al monocultivo comercial. Para ello, se deben analizar las consecuencias de la fuerte reducción de la diversidad al sustituir una comunidad natural por un monocultivo.

DOMINANCIA

El Concepto de Dominancia

El fenómeno de dominancia se refiere al hecho de que no todas las especies de una comunidad son igualmente importantes en la determinación de la naturaleza de la comunidad. De los cientos de especies presentes en la comunidad, relativamente pocas ejercen una influencia considerable en virtud de su tamaño, números o actividades. Las especies dominantes son aquellas con un gran éxito ecológico y que determinan de manera considerable las condiciones bajo las que las especies asociadas deben crecer (Krebs, 1972). No es raro encontrarse con que la vegetación se puede caracterizar con referencia a estas especies dominantes, un concepto ecológico reconocido de muy antiguo, como lo prueba la existencia de nombres de lugar que hacen referencia a colectivos de plantas (Margalef, 1974). A estas comunidades, definidas por su especie dominante, se les puede denominar, por conveniencia, "comunidades de dominancia" (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974).

Aunque hay autores que sostienen que raramente las especies dominantes -dominantes en el sentido de ser abundantes y principalmente, de controlar el ciclo y el futuro de la comunidad- son apropiadas para basar una clasificación y una de las-

razones que aducen es que la dominancia sólo se observa en comunidades no tropicales o en comunidades transitorias, de modo que no es un carácter general (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974); es irrefutable el hecho de que no todos los organismos de la comunidad son igualmente importantes desde el punto de vista de la caracterización de la comunidad entera (Odum, 1972).

Las comunidades controladas biológicamente se encuentran influenciadas con frecuencia por una sola especie o por un grupo de especies que modifican el ambiente (Smith, 1974). El que a estas especies se les llame dominantes no significa que las especies raras más numerosas no sean importantes; lo son, en efecto, porque ocasionan básicamente diversidad (Odum, 1971). Más adelante se discute con más detalle la relación entre este fenómeno y la dominancia.

La misma especie puede llegar a ser dominante en habitats con distintas condiciones, mientras que la flora acompañante puede diferir considerablemente en respuesta a las distintas condiciones ambientales (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974), de donde se intuye que los organismos dominantes son generalistas capaces de utilizar un amplio rango de tolerancias fisiológicas. Los subdominantes tienden a ser más especializados en sus requisitos ambientales y más estrechos en sus tolerancias fisiológicas (Odum, 1972).

Ya que, en comunidades terrestres, los organismos dominantes son, en términos generales, autótrofos y, entre ellos, los más grandes son, con frecuencia, los que caracterizan la fisonomía de la comunidad, los estudiosos de la ecología vegetal emplean regularmente el calificativo de "dominante" para designar las plantas del "estrato superior" o mayores de la comunidad (Odum, 1972).

En aquellos medios que permiten el desarrollo de formas de vida arbóreas, las especies que finalmente emergen como miembros dominantes de la comunidad clímax varían de acuerdo al clima, la topografía, y el tipo de suelo (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Una vez establecidas, estas especies también afectan la estructura y la composición química del suelo y, a la vez, determinan los organismos que viven en él (Smith, 1974).

A pesar de que las especies dominantes en una comunidad ejercen un control poderoso sobre la ocurrencia de otras especies (Krebs, 1972), su influencia sobre la distribución de las especies asociadas es cuestionable (Smith, 1974)

Aunque las dominantes con frecuencia determinan las poblaciones de otros niveles tróficos, la dominancia se refiere necesariamente a especies que ocupan el mismo nivel trófico. Si una especie o un pequeño grupo de especies debe alcanzar la

dominancia, debe relacionarse a una población total de especies todas ellas con requisitos ecológicos similares. Una o varias se hacen dominantes porque son capaces de explotar el rango - de requisitos ecológicos más eficientemente que otras especies en el mismo nivel trófico. Es cierto que la generalidad de - las especies dominantes demuestran una gran agresividad competitiva, una estrategia generalista en cuanto a su modo de explotación de recursos ambientales y, con frecuencia, una estrategia reproductiva de tipo K. Por ello, se les considera ecológicamente constantes, pero en algunas comunidades la especie dominante parece ser en gran parte resultado de eventos aleato rios (lo que determina qué especie será la dominante es consecuencia de cuál llega antes) (Krebs, 1972). Una explicación posible de esta impredecibilidad de la especie dominante es - que las comunidades en que esto sucede no son estables, sino - que están atravesando por una sucesión hacia un nuevo tipo de comunidad. En otras palabras, tratándose de comunidades estables, las especies dominantes tienen más probabilidades de reproducirse con éxito que otras especies que, aún siendo capaces de acumular mayor biomasa, de producir más propágulos o de utilizar más eficientemente los recursos del medio; hayan sido introducidas de movo en la comunidad teniendo sus focos de dispersión en zonas vecinas.

Donde son frecuentes, localizadas y uniformemente distribuidas en el tiempo y en el espacio las perturbaciones que resultan en la muerte de organismos individuales y unos cuantos de sus vecinos, las interacciones de las especies toman la forma de una carrera por la dominancia indiscutible en las aperturas recientes, en lugar de una interferencia competitiva directa (May, 1976). Si la perturbación es suficiente para ocasionar la eliminación de la especie dominante, esto se traduciría en cambios importantes no sólo en la comunidad biótica sino también en el medio físico (en el microclima, por ejemplo) (Odum, 1972).

No obstante el hecho de que no siempre es válido caracterizar una comunidad solamente por sus especies dominantes, y que la dominancia está sujeta a cambios impredecibles en períodos de tiempo largos, hay muchas comunidades, particularmente de zonas templadas, tipificadas por una sola especie dominante. Estas comunidades, denominadas consociaciones,* pueden reunir varios hábitos diferentes. Más aún, en muchas regiones no puede utilizarse el concepto de la especie dominante única. Es mejor usar el concepto, más flexible, de tipos de dominancia florísticos, donde se pueden reconocer tipos de comunidad por una o más especies dominantes en la sinusia prevaleciente (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

(*).- Del Latín, Consociés - consocietas.

Ya que las especies dominantes son las que confieren a una comunidad su fisonomía característica y son, comúnmente, - las mayores o las más abundantes; se puede considerar que, por regla general, son, en sus respectivos grupos tróficos, las - que representan mayor productividad (Odum, 1972) y aunque pueden no ser las esenciales en la comunidad desde el punto de - vista del flujo de energía y los ciclos de nutrimentos, con - frecuencia lo son (Smith, 1974).

A pesar de que frecuentemente se utiliza la dominancia en los trabajos sobre comunidades vegetales, hay que tener en cuenta que se trata de un concepto evasivo, ya que se le puede alcanzar en dos formas muy distintas. Una especie rara puede, de hecho, ser una importante especie "clave" para la comunidad. Por otro lado, una especie numéricamente abundante puede determinar la naturaleza de la comunidad (Krebs, 1972)

El que una o varias especies sean o no dominantes está determinado no sólo por condiciones físicas del sistema, o por los nichos generados por dichas especies. El fenómeno de dominancia está íntimamente relacionado con el de diversidad y de--terminado por la etapa sucesional en que se encuentre la comunidad en cuestión.

Dominancia y Diversidad

En el apartado anterior de este trabajo se discute ampliamente el concepto de diversidad de especies, y se deja bien establecida su importancia. Ahora bien, como ya se dice arriba, este concepto se encuentra relacionado con el de dominancia, y algunas medidas de diversidad se podrían considerar también como medidas de la dominancia. Podemos definir un índice sencillo de la dominancia en una comunidad como sigue:

Índice de dominancia = porcentaje de la abundancia contribuida por las dos especies más abundantes = $100 \cdot \frac{Y_1 + Y_2}{Y}$

donde

Y_1 = abundancia de la especie más abundante

Y_2 = abundancia de la segunda especie más abundante

Y = abundancia total de todas las especies.

La abundancia puede medirse por la densidad, la biomasa o la productividad (Krebs, 1972).

Habiendo adoptado algún convenio para definir las especies dominantes y calculado un índice que represente el tanto por ciento que las especies dominantes representan dentro del total de especies, nos encontramos con que dicho índice -

disminuye en el curso de la sucesión; la dominancia compartida o múltiple o la falta total de dominancia corresponde a estructuras más complejas. Existe una correlación inversa entre algún índice de dominancia y la diversidad. Dicho de otra manera, el número de especies representadas cada una de ellas por más del 10% del total de individuos (de biomasa o productividad), está inversamente relacionado con la diversidad, de manera obvia (Margalef, 1974).

Si la dominancia se encontrase relacionada siempre de cerca con la diversidad, la podríamos olvidar como concepto y hablar únicamente de la diversidad; pero hay evidencias de que la dominancia y la diversidad no se encuentran relacionadas tan de cerca (Krebs, 1972). Así, podemos encontrarnos con comunidades con un alto índice de diversidad en las que haya unas pocas especies con índices de dominancia también altos, aunque el caso contrario (baja diversidad sin especies dominantes) sea imposible para razones evidentes.

Dominancia y Sucesión

"Se puede sostener que la sucesión es un fenómeno que ocurre por que las especies a condiciones favorables geográficamente locales de suelo y clima alcanzan una corta dominancia en un gradiente temporal de condiciones físicas que se -

ve agudizado por la competencia interespecífica (May, 1976). - Esto implica que las especies tempranas de la sucesión crecen rápidamente para dominar pronto, pero no pueden sobrevivir a la densidad excesiva. Por supuesto, una gran densidad también suprime las especies tardías, pero éstas son por lo menos capaces de resistir para dominar después. De esta manera, las etapas serales tempranas se encuentran dominadas por especies que, aunque pueden alcanzar importantes cantidades de biomasa en poco tiempo, no son capaces de mantener altas densidades de población ante la presión competitiva de nuevas especies en la sucesión, más eficientes en la explotación de los recursos del medio y, en la gran mayoría de los casos, con mayor biomasa por individuo. En otras palabras hay, a lo largo de la sucesión, una clara tendencia a que las especies dominantes sean estrategias K.

Aunque el presente trabajo no trate el fenómeno de sucesión, vale la pena tener en cuenta el hecho de que, a medida que nos acercamos a una comunidad clímax, las especies que dominan se hacen cada vez más constantes, y la permanencia en el tiempo de las mismas especies dominantes podrá considerarse como un indicador de estabilidad.

Medidas de la Dominancia

No es fácil delinear lo que constituye una especie dominante o, de hecho, determinar la especie dominante para una comunidad dada. Los dominantes en una comunidad pueden ser los más numerosos, los que tienen mayor biomasa, ocupan más espacio, contribuyen más al flujo de energía o a los ciclos de minerales, o por algún otro medio controlan o influyen al resto de la comunidad (Smith, 1974).

Para determinar la dominancia los ecólogos han utilizado varios métodos. Se puede medir la abundancia relativa de las especies involucradas, comparando la abundancia numérica de una especie con la abundancia total de todas las especies. O se puede medir la dominancia relativa, que es la razón del área basal ocupada por una especie con respecto al área basal total; o se puede utilizar la frecuencia relativa como una medida. A menudo estas tres medidas se combinan para llegar a un valor de importancia, aunque el índice de importancia utilizado en este trabajo cambia la abundancia relativa por la densidad, por razones que se discuten más adelante.

Para este trabajo, se considerará el área basal como medida de dominancia, ya que se considera una medida objetiva y relacionada con la biomasa y con la edad.

Entre los datos que se consideran comúnmente para un trabajo de ecología vegetal se encuentra una enumeración por especies y clases diamétricas por encima de un diámetro mínimo determinado previamente, empezando generalmente entre los 2.5 y 10 cm a la altura del pecho (i. e.: 1.5 m sobre el suelo). El diámetro mínimo se determina arbitrariamente. Los árboles con diámetros menores al mínimo arbitrario (plántulas y árboles muy jóvenes) se enumeran generalmente en la clase de altura de 30 cm y, como es el caso de este trabajo, es frecuente no tomarlos en cuenta para cálculos posteriores. Esta información puede utilizarse para análisis estructurales, que pueden indicar la tendencia de desarrollo de las poblaciones de árboles en la comunidad. Al mismo tiempo, el dato del diámetro se puede convertir a otra medida importante, el área basal (ab), que es el espacio de hecho cubierto por el tallo del árbol. Esto se obtiene mediante la bien conocida fórmula:

$$ab = (1/2 d)^2 \pi$$

donde d = diámetro a la altura del pecho. A partir del área basal se puede obtener un valor de dominancia absoluta.

$$D_s = \bar{ab} \text{ por árbol } \times \# \text{ de árboles de la especie}$$

donde \bar{a}_b = área basal promedio, y uno de dominancia relativa (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

$$D_r = \frac{\text{dominancia de la especie A} \times 100}{\text{dominancia de todas las especies}}$$

DENSIDAD

El Concepto de la Densidad de Especies

Una población considerada como unidad demográfica se caracteriza, entre otras cosas, por su densidad, definida como el tamaño de la población en relación a una unidad de espacio-determinada o, lo que es lo mismo, el número de individuos por unidad de área o de volumen (Krebs, 1972; Smith, 1974). Los parámetros primarios de una población que afectan su tamaño y, automáticamente, su densidad son natalidad (nacimientos), mortalidad (muertes), inmigración y emigración.

Dada su definición, la densidad puede medirse y expresarse como el número de individuo, o la biomasa de la población, por unidad de superficie o de volumen (Odum, 1972). Esto es la densidad burda o bruta, pero las poblaciones no ocupan todo el espacio en una unidad porque no todo es apropiado como habitat.

Para que una medida de la densidad bruta coincidiese plenamente con la realidad, el habitat de la población estudiada tendría que ser homogéneo, pero no importa lo uniforme que parezca ser un habitat, en realidad es heterogéneo. Presenta microdiferencias en humedad, Luz, temperatura e insolación,

para mencionar sólo algunas condiciones. Cada organismo ocupa solamente aquellas áreas en las que puede satisfacer adecuadamente sus requisitos, lo que resulta en una distribución en parches. Para ser precisos, la densidad de los organismos debía referirse a esta cantidad de área disponible como espacio-habitable. Esto sería la densidad específica o ecológica*.

Rara vez se estiman las densidades ecológicas porque es difícil determinar qué porción de un habitat representa al espacio habitable (Smith, 1974).

La importancia del parámetro de densidad en sinecología se debe a que el efecto que una población ejerce sobre la comunidad y el ecosistema depende no sólo de cuál clase de organismos se trate, sino también del número de éstos o, en otros términos, de la densidad de aquélla (Odum, 1972).

Es evidente que no todas las especies, o las poblaciones de la misma especie, se distribuyen de la misma manera en el espacio. El patrón de distribución de una población en una unidad de espacio dada, que depende de una larga serie de factores intrínsecos y extrínsecos a la población, tiene una influencia considerable tanto en la densidad ecológica como en -

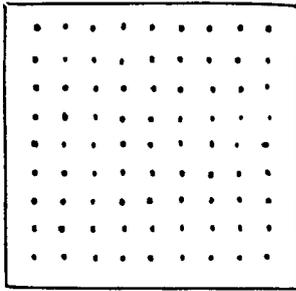
(*).- Elton la llama también densidad económica (1933).

la estimación de la densidad. La distribución de las poblaciones puede ser aleatoria, uniforme o agregada. Estas agregaciones se pueden establecer al azar o uniformemente (fig.1).

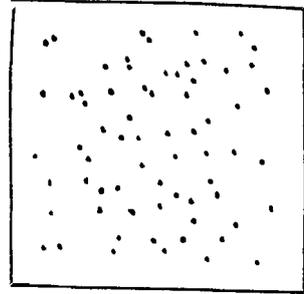
Los individuos de una población se distribuyen al azar si la posición de cada individuo es independiente de la de los demás. Los miembros de una población casi nunca se distribuyen al azar. Cuando los organismos se encuentran espaciados de una manera más uniforme de lo que estarían si estuviesen distribuidos aleatoriamente, se encuentran uniformemente distribuidos.

Se observa una distribución uniforme entre las plantas cuando la competencia por espacio de follaje y raíz, como en los bosques, y por agua, como en los desiertos, es severa. La distribución más común es la distribución agregada (algunas veces llamada contagiosa). Las agregaciones son resultado de la respuesta de las plantas y animales a diferencia de hábitat y a cambios ambientales diarios y estacionales, patrones reproductivos y fenómenos conductuales.

Entre las plantas, las agregaciones son influenciadas con frecuencia por la naturaleza de la semilla o de otros medios de propagación. Las semillas que carecen de modos de dispersión propios se agrupan cerca de la planta parental o a lo



(a)



(b)



(c)

Fig 1.- Patrones de distribución. Notese la diferencia entre a) uniforme, b) aleatoria y c) en grupos

largo de barreras naturales como hileras de árboles, donde las semillas caen al desviarse el viento. Los estolones o la propagación vegetativa también producen agregados de plantas, - así como las diferencias en la germinación de las semillas, su su pervivencia de plantas y relaciones competitivas (Smith, 1974).

Por supuesto, las poblaciones de organismos en la naturaleza no pueden alcanzar densidades por encima de las que la ocurrencia de factores tales como el tamaño de los organismos - que las constituyen, la diversidad de especies en los ecosistemas que habitan, la disponibilidad de nutrimentos en el medio - y otros les permiten alcanzar. Entre la mayoría de los organismos propensos a agregarse hay una densidad óptima como se - ilustra en la figura 2. En algunas especies la población óptima es la más pequeña posible; en otras, se encuentra en una cifra modal (Smith, 1974). El límite superior de la densidad - lo determina la corriente de energía (la productividad) del ecosistema, el nivel trófico a que el organismo pertenece y el volumen y la intensidad de metabolismo del organismo. El límite inferior podrá acaso no estar tan perfectamente definido; - sin embargo, en los ecosistemas estables, cuando menos, los mecanismos homeostáticos funcionan para mantener la densidad - de los organismos comunes o dominantes dentro de límites más bien estrictos. Dentro de estos amplios límites, la densidad - variará de acuerdo a la acción recíproca con otras especies -

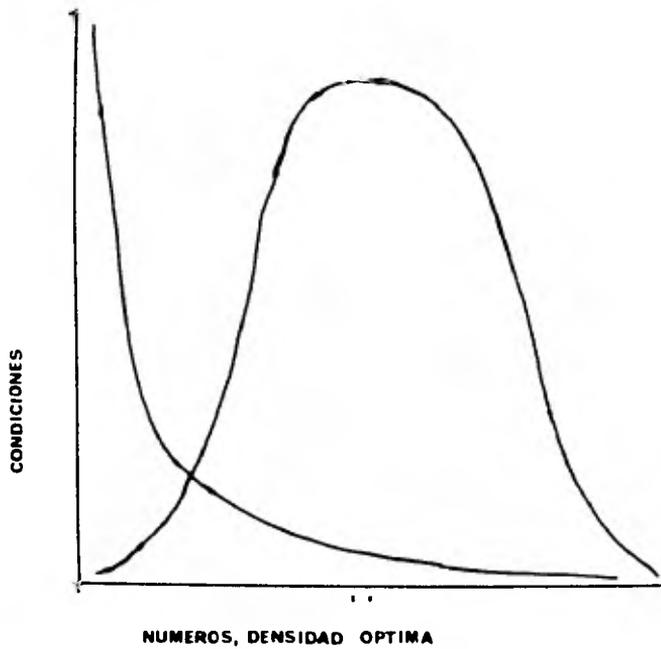


Fig 2.- Para algunos organismos, la densidad óptima es la mas pequeña posible; para otros, está entre los dos extremos.

(competencia) y la acción de los factores físicos limitantes - (Odum, 1972).

Ya hemos dicho que podemos expresar la densidad como - números por unidad de espacio o como biomasa por unidad de espacio. Al utilizar cualquiera de estas dos medidas para comparar poblaciones de organismos muy dispares en su tamaño nos encontramos con números muy altos de individuos pequeños o con enormes cantidades de biomasa para unos cuantos individuos de gran tamaño. Esto podría confundir los resultados de un trabajo y, por ello, es bueno tener en mente una especie de "reglas económicas" que se enunciaría más o menos así: Los números sobreestiman la importancia de los organismos pequeños y la biomasa sobreestima la importancia de los organismos grandes; por consiguiente, no podemos servirnos ni de aquéllos ni de ésta como criterio seguro para comparar el papel funcional de poblaciones que difieren ampliamente en las relaciones de tamaño y metabolismo aunque, de las dos, la biomasa suele ser más segura que los números. En cambio, la corriente de energía (esto es, productividad + respiración (P+R)) proporciona un índice más apropiado para comparar cualquier y todos los componentes de un ecosistema (Odum, 1972). Sin embargo, en este trabajo no interesa el análisis funcional del sistema en estudio, sino solamente su estructura. Por ello, para todo efecto práctico del presente estudio, bastarán los números de-

individuos por especie y por área para establecer cuantitativamente la densidad de las especies.

La densidad de una población no es una constante con respecto al tiempo. Es caso conocido que muchas poblaciones muestran cambios cíclicos en su densidad en períodos de tiempo determinados, y otras presentan variaciones de densidad en el tiempo sin que se les haya atribuido ciclo alguno. Las teorías que se han propuesto para explicar los ciclos en materia de densidad pueden clasificarse en diversos grupos como sigue: 1) Las teorías meteorológicas, 2) La teoría de las fluctuaciones al azar, 3) Las teorías de la acción recíproca en la población y 4) Las teorías de la acción recíproca en el nivel trófico (Odum, 1972).

1) Los intentos encaminados a relacionar las oscilaciones regulares de la densidad con factores climáticos han resultado infructuosos hasta el presente, pese a que su sincronismo y su predominio en las latitudes septentrionales parezcan sugerir algún acontecimiento cíclico fuera del ecosistema local.

2) Aquello que parecen ser oscilaciones regulares podría resultar de variaciones fortuitas en el complejo medio biótico y abiótico de la población; si esto es así, no puede -

seleccionarse factor singular alguno que sea más importante o más numeroso que los demás.

3) Si resultara que los factores climáticos, fortuitos o no, son la causa principal de las oscilaciones violentas, buscaríamos naturalmente causas en el seno mismo de las poblaciones (esto es, buscaríamos "factores intrínsecos"). Las poblaciones que experimentan durante cierto tiempo un crecimiento exponencial más o menos irrestricto son las que oscilarán acaso en densidad, puesto que es más fácil que tales poblaciones rebasen las fronteras de algún factor limitante a que alcancen un estado permanente. Cuando más simple sea el ecosistema; esto es, cuantas menos sean las especies y los factores limitantes principales, tanto mayor será la probabilidad de equilibrios temporales. Así pues, la simple sobrepoblación (seguida de un descenso inevitable) podría originar oscilaciones como las que se muestran en la figura 3, con un período que podría ser proporcional al índice intrínseco de aumento (Odum, 1972).

Lo que se quiere decir con esto es que hay poblaciones que "escapan" a menudo del control de la capacidad de carga (ya sea biótica o abiótica); lo que podría designarse como "teoría de sobrepoblación de nichos", que se basa en la idea de que ciertas poblaciones de ecosistemas septentrionales "escapan" a intervalos más bien regulares que irregulares. Si lo

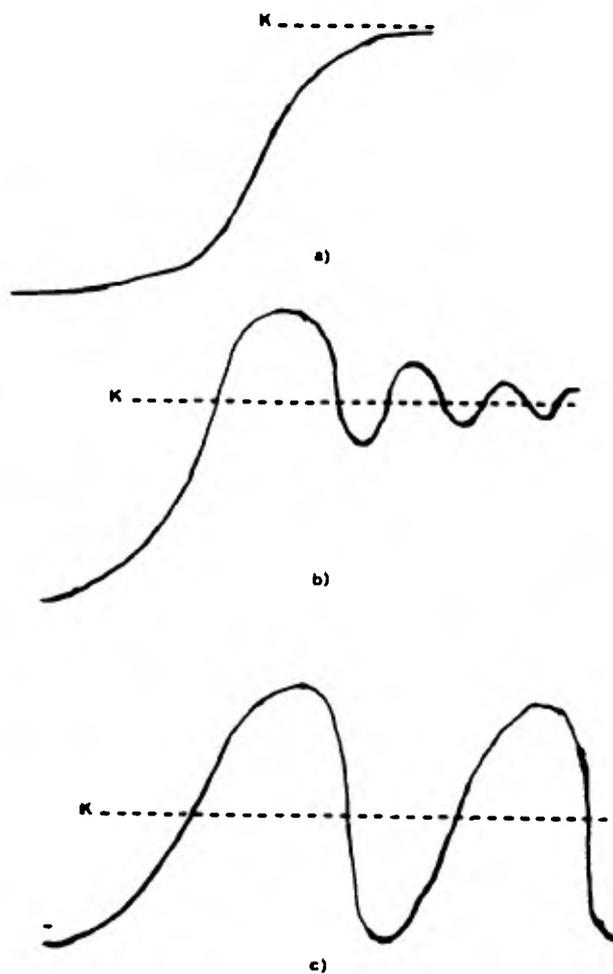


Fig 3.- a, b y c muestran algunas posibilidades (pero no todas, en absoluto) en las que se produce una dilación en el efecto de densidad, lo que tiene lugar cuando transcurre tiempo entre la producción de individuos jóvenes y la plena influencia de estos (lo que es el caso en los animales y las plantas superiores). Cuando los elementos nutritivos y otros requisitos se acumulan antes de que crezca la población, puede producirse un "excedente", como ocurre en a y b.

que buscamos son factores intrínsecos a la población capaces - de provocar fluctuaciones violentas en su densidad, tendremos que referirnos, en última instancia e ineludiblemente a los - cambios genéticos y fisiológicos que las acompañan. Si estos cambios producen oscilaciones o son meramente adaptaciones a ellas, esto es objeto de controversia al presente, pero la - mayoría de los investigadores están de acuerdo con que tales - cambios pueden al menos modificar en gran manera la periodicidad o la amplitud de las fluctuaciones.

4) Este último grupo de teorías gira alrededor de la - idea de que los ciclos de abundancia son intrínsecos del nivel del ecosistema, más bien que del nivel de la población.

Es muy posible que el problema de la oscilación cíclica se reduzca a fin de cuentas a averiguar si se debe fundamental mente a uno o a varios factores, o si las causas son tan numerosas que resulte difícil desenmascararlas. Lo primero es ciertamente posible en ecosistemas simples, ya sean experimentales o naturales, en tanto que lo segundo será más probable en los ecosistemas complejos (Odum, 1972).

A pesar del innegable interés teórico de la discusión - acerca de las causas de las variaciones en la densidad de las poblaciones, se trata de un problema que, aunque valga la pena

tenerlo presente, es ajeno a los intereses del presente trabajo por dos razones fundamentales: primero, todas las teorías - al respecto se refieren esencialmente a ecosistemas septentrionales y el que se trata en este estudio es de carácter eminentemente tropical. En segundo lugar, seguramente las variaciones en la densidad de especies en ecosistemas artificiales del tipo de los huertos de Coatlán se deben, más bien que a factores físicos o bióticos intrínsecos al sistema, a factores de índole económico como serían las variaciones a mediano y largo plazo en la demanda del mercado frutícola nacional.

Mediciones de la Densidad. Índices.

Obviamente, la forma más directa de encontrar cuántos - organismos viven en un área consiste en contarlos. Sin embargo, esto no siempre es fácil. Para empezar, el contar como herramienta de toma de muestras está limitada por las formas de vida de las plantas y su distribución (Mueller-Dombois y Ellemgerg, 1974).

Los dos atributos fundamentales que afectan la elección de una técnica de medición de la densidad son el tamaño y la movilidad con respecto al hombre del organismo a estudiar.

En muchos casos no será práctico determinar la densidad absoluta de una población (esto es, en números por hectárea o por metro cuadrado) y podemos encontrar adecuado conocer la densidad relativa de la población (i. e.: el área x tiene más organismos que el área y). Esta división se refleja en las técnicas desarrolladas para medir la densidad (Krebs, 1972).

Cuando el tamaño y la intensidad metabólica de los individuos de la población son relativamente uniformes, la densidad expresada en términos del número de individuos es perfectamente satisfactoria (Odum, 1972).

Para comparar comunidades muy parecidas, la cuenta de individuos puede revelar aspectos importantes. Pero, para propósitos descriptivos ordinarios, el factor tiempo es con frecuencia prohibitivo, ya que el resultado proporciona muy poco significado por encima de una estimación más rápida de la abundancia (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). En este trabajo sí se cuentan todos los individuos del estrato arbóreo, ya que no sólo interesa un panorama generalizado de Coatlán como sistema frutícola sino, además, son de importancia las apreciaciones estructurales comparativas de los huertos individuales muestreados.

Frecuentemente, el investigador debe conformarse con contar sólo una pequeña proporción de la población y utilizar esta muestra para estimar el total (Krebs, 1972) y ésto es lo que se hace en este trabajo para lograr una visión de conjunto de los huertos familiares y familiar-comerciales de Coatlán.

El "conteo" se hace generalmente en pequeños cuadrantes colocados varias veces en la comunidad. Despues, la suma de individuos por especie se calcula para el total del área muestreada por los pequeños cuadrantes y el resultado se expresa en términos de densidad de las especies por una unidad conveniente de área, como 1 m² o 1 hectárea (Ha = 10000 m²) (Muller-Dombois y ElleMBERG, 1974). Un cuadrante es solamente un área de muestreo de cualquier forma. Aunque la palabra significa estrictamente cuadrado, ha sido utilizado en ecología para áreas de cualquier forma, incluyendo círculos.

La confiabilidad de las estimaciones conseguidas mediante esta técnica depende de tres cosas: 1) la población de cada cuadrante se debe conocer exactamente, 2) el área de cada cuadrante debe conocerse y 3) los cuadrantes deben ser representativos del área total. Esta última condición se consigue generalmente mediante procedimientos de muestreo al azar (Krebs, 1972).

Ya desde 1956, Oosting asienta tres tamaños de cuadrantes comúnmente usados que son: a) 10 x 10 m para el estrato arbóreo, b) 4 x 4 para arbustos hasta de 3 m de altura y c) 1 x 1 m para el estrato herbáceo. Como en el caso que nos ocupa interesa particularmente el estrato arbóreo, el tamaño del cuadrante elegido es de 10 x 10 m. Aunque para propósitos de análisis estadístico se recomiendan estas limitaciones para el área de las muestras, el tamaño del cuadrante no es tan importante porque el número de individuos (independientemente de la especie) que se pueden contar con exactitud en un cuadrante dado es casi enteramente un problema de criterio.

Al convertir un conteo de árboles de un área de muestra a una hectárea, se debe estar consciente de que esto sólo es una estimación. Esta puede fortalecerse incrementando el tamaño de la muestra; esto es, el número de cuadrantes. El número de cuadrantes que se debe usar para obtener una estimación confiable por hectárea puede determinarse a través de la "media acumulada" (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

Una de las mayores dificultades al medir y expresar la densidad proviene del hecho de que los individuos de las poblaciones están a menudo irregularmente distribuidos en el espacio; esto es, muestran una distribución agregada. Por consiguiente, hay que poner cuidado en la decisión del tamaño y el-

número de las muestras utilizadas para averiguar la densidad - (Odum, 1972).

Otra dificultad de esta técnica se debe al efecto marginal del cuadrante. El límite del cuadrante puede atravesar un individuo y hay que decidir si se le cuenta o se le excluye. Este problema se agrava a medida que la vegetación se hace más densa o los cuadrantes más pequeños. Cuanto más pequeño sea el cuadrante, mayor será su margen en relación al área, y se tendrá que decidir más frecuentemente si se cuenta o no a un individuo marginal. El problema del efecto marginal en el conteo se ha superado hasta cierto punto usando medidas de distancia sin área, tales como el método de pares al azar o el método del "point-centered quarter". Sin embargo, estas sólo se aplican a plantas leñosas con distribuciones aleatorias. Además, en el caso de Coatlán, como las áreas de muestreo se encuentran delimitadas de antemano por los linderos de los huertos, el elegir un método de muestreo sin área sólo provocaría que se confundieran muestras contiguas, que de principio no deben elegirse por razones que se explican más adelante.

Tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, y habiendo elegido como técnica de muestreo el uso de cuadrantes de 10 x 10 m, se utiliza, para determinar el número de individuos en una hectárea a partir de la cifra obtenida en el -

conteo por el área de la muestra, la siguiente expresión:

$$\frac{\text{número de individuos}}{\text{area de la muestra}} = \frac{\text{número de individuos}}{\text{hectárea}}$$

que, expresado como número de individuos por hectárea, es una medida de la densidad (bruta) absoluta.

Como también interesa establecer comparaciones entre las muestras individuales, vale la pena obtener algún índice de la densidad relativa, aunque los métodos utilizados para medirla han de ser vistos con escepticismo hasta que hayan sido cuidadosamente estudiadas y evaluadas. Lo que caracteriza a estos métodos es que dependen de la colección de muestras que representan alguna relación relativamente constante pero desconocida con el tamaño total de la población. Así, no proporcionan una estimación de la densidad sino, más bien, un índice de abundancia más o menos exacto pero son muy útiles como suplemento a técnicas de censo más directas y para detectar grandes cambios en la densidad de las poblaciones.

El índice de densidad relativa, para un área dada, más frecuentemente citado en la literatura es el siguiente:

$$\text{densidad} \quad \text{número de individuo de la especie A} \quad \times 100 \\ \text{relativa} \quad = \frac{\quad}{\text{número total de individuos de todas las} \quad -} \\ \quad \quad \quad \text{especies}$$

(Este cálculo puede resultar imposible si las plantas -
individuales no pueden ser identificadas (Smith, 1974), aunque
éste no es el caso en este trabajo).

FRECUENCIA

En botánica se ha usado y se usa el concepto de frecuencia aplicado del siguiente modo. Se determina la presencia o ausencia de una especie de planta en una serie de cuadrantes o puntos que pueden estar distribuidos al azar o sistemáticamente (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974) dentro de un área no muy grande que se supone corresponde a un mismo tipo de comunidad. La mejor manera de expresar la frecuencia para comparar comunidades distintas es como un porcentaje del número total de los cuadrantes; esto es, se determina el llamado "porcentaje de frecuencia" o "índice de frecuencia", acuñado por Gleason en 1920:

$$\text{frecuencia} = \frac{\text{número de cuadrantes en que aparece la especie A} \times 100}{\text{número total de cuadrantes muestreados.}}$$

Usualmente, para simplificar, se le expresa en 5 grados, A, de 0 a 20%, B, de 21 a 40%, C de 41 a 60%, D, de 61 a 80% y E, de 81 a 100%. Se ha supuesto que la distribución del conjunto de especies de una comunidad en grados de frecuencia (espectro de frecuencia, según Raunkjaer) refleja ciertas características de la comunidad en estudio, características de tal naturaleza que se repiten una y otra vez, de tal manera que Raunkjaer habla de una ley de distribución de frecuencia -

($A > B > C \approx D < E$) considerando un conjunto muy grande de especies (Margalef, 1974).

La frecuencia proporciona una apreciación objetiva similar a las medidas de densidad y cobertura*, pero no es una medida absoluta. Esto quiere decir que el resultado es, en parte, función del tamaño y la forma del cuadrante. Dependiendo de la riqueza de especies por unidad de área, un pequeño incremento en el tamaño del cuadrante de frecuencia resulta generalmente en cifras de frecuencia bastante distintas para especies de abundancia intermedia. Ya que, normalmente, los individuos de una especie muestran concentraciones dentro de una cubierta de vegetación de otra manera homogénea, el uso de un cuadrante rectangular brindará una frecuencia algo distinta a la obtenida mediante cuadrantes cuadrados o circulares. Como los resultados dependen de la forma y del tamaño del cuadrante, sólo tendrán significado en relación al tamaño y forma del cuadrante particular elegido para una determinación.

A menudo, la frecuencia se considera como una medida de la abundancia. Sin embargo, la frecuencia también proporciona alguna indicación del número de individuos por especie ya -

(*).- La cobertura es el límite de la frecuencia cuando la extensión de cada cuadrado tiende a cero y su número a infinito.

que, para que así sea, hace falta que las plantas estén regular o aleatoriamente distribuidas. En cambio, las plantas se distribuyen casi siempre de manera agregada. Por tanto, la sociabilidad o la dispersión se incorporan a la medida de frecuencia (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974); y de aquí que también se le defina como la regularidad con que una especie se encuentra distribuida en una comunidad (Smith, 1974).

Se deben hacer algunas decisiones subjetivas antes de que se pueda medir la frecuencia objetivamente, y la más difícil es la que se refiere al tamaño de los cuadrantes de frecuencia. Al trabajar con árboles, esta decisión se resuelve por sí sola, ya que la frecuencia es, en este caso, un producto adicional al conteo de individuos o a las medidas de área basal o cobertura, por lo que se usan los mismos cuadrantes de 10 x 10 m. Trazar cuadrantes tan grandes sólo para medir la frecuencia sería, para casi cualquier propósito, una pérdida de tiempo.

El hacer cuadrantes de frecuencia mayores puede tener el efecto de mostrar una frecuencia del 100 por ciento para una especie pobremente representada, que entonces tendría el mismo valor de frecuencia que la especie más abundante (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Daubenmire (1968) recomienda, como regla empírica, una reducción del tamaño del cuadrante de fre-

cuencia cuando más de una o dos especies muestran una frecuencia de 100 por ciento.

Aunque parezca contradictorio con al menos parte de lo que se ha dicho antes acerca de la condición no absoluta de la medida de frecuencia, se utiliza para este trabajo una medida de frecuencia relativa a fin de conformar, con la densidad y la dominancia relativas, un índice de importancia ecológica que se explica en el apartado siguiente. Esta frecuencia relativa se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\text{frecuencia} = \frac{\text{valor de frecuencia para la especie } i}{\text{valor total de frecuencia para todas las especies.}} \times 100$$

relativa

Es claro que la frecuencia se encuentra relacionada con la densidad y que, como se dice unos párrafos atrás, también depende de la distribución espacial de los individuos. Como, aunque se reconoce su existencia, no hay evidencias de una relación clara con el bien comprendido concepto de la densidad, algunos ecólogos ven la frecuencia con malos ojos. Sin embargo, como ya se ha visto, la densidad es de por sí una medida poco satisfactoria para muchas especies, y la frecuencia puede tener cierta relevancia ecológica propia. Comparte con el área basal, y hasta cierto punto con la densidad, la ventaja de te

ner mayor permanencia que la biomasa y la cobertura, que están sujetas a fluctuaciones estacionales muy marcadas. La frecuencia como medida ecológica cayó en desgracia cuando los investigadores se dieron cuenta de lo mucho que depende de los procedimientos de muestreo y de lo pobre que es como índice de densidad. Su permanencia y la mínima subjetividad de su observación le dan ventajas que le hacen merecer una reconsideración (Goodall, 1970).

INDICE DE IMPORTANCIA ECOLOGICA.

Este índice consiste simplemente en la suma aritmética de los tres citados arriba; es decir, dominancia relativa, densidad relativa y frecuencia relativa. Como se trata de tres cifras porcentuales, la importancia ecológica siempre tendrá valores entre 0 y 300.

LABOR ETNOBOTANICA

Todo trabajo etnobotánico pretende desentrañar las interrelaciones hombre-planta. Por ello, y porque en sus últimas consecuencias el estudiar las relaciones del hombre con la naturaleza implica el análisis de las relaciones del hombre con el hombre, la etnobotánica conlleva una larga serie de grandes dificultades metodológicas. Estas dificultades están determinadas por dos fenómenos: de una parte, para lograr comprender las relaciones que interesan a la disciplina, la etnobotánica debería profundizar en el complejo histórico y económico de la comunidad que estudia y; de otra, el complicado mosaico histórico-social de las comunidades humanas no permite establecer una pauta metodológica generalizada aplicable a cualquier trabajo.

Aunque es cierto que el biólogo es el estudioso más indicado para el quehacer etnobotánico, no podrá llevarlo a cabo en pleno mientras no tenga a su alcance los elementos teóricos que le permitan determinar el quid, el quomodo y el quando de un modo de relación hombre-planta establecido para una comunidad concreta. Sin embargo, se han desarrollado algunos modos de trabajo que, si bien no subsanan las carencias teóricas del biólogo, si le permiten "sacarles la vuelta". La forma más fácil y quizá la menos comprometida -de hacerlo es me--

diente la utilización de cuestionarios formulados previamente al trabajo de campo. Estavía, aunque bastante extendida en el medio académico, se ha juzgado inadmisibile en este trabajo. - Es posible que la forma de trabajo elegida pueda ser estigmatizada por cierta carencia de rigor y formalidad académicas, y debe ser sujeta a una crítica seria para subsanar sus errores.

El método -si cabe llamarlo así- empleado fue el siguiente:

Se discutió con varios y diversos sujetos de comunidad- acerca de los huertos, su posible origen, sus características- estructurales, su futuro probable a corto y largo plazo, la - repercusión de los movimientos del mercado sobre los huertos y los modos de trabajo utilizados en ellos.

Nunca se hicieron grabaciones de las conversaciones ni se tomaron notas frente a los informantes. Si acaso, se anotaron en otro momento las observaciones más relevantes o más - interesantes.

La información obtenida fue sistematizada en relación - con la estructura de este trabajo, y no necesariamente con base en la homogeneidad de su temática aparente. En otras palabras, si varios sujetos hablan acerca del riego de los huertos, la -

información que aportan no se encuentra necesariamente bajo un sólo título sino repartida en aquellos sitios á onde cabe de manera más coherente.

¿Por qué no se usaron cuestionarios?.- Es pertinente responder esta pregunta ante la popularidad de que goza el cuestionario como modo de obtención de información en las etnociencias y, en general, en todas las ciencias sociales.

Elaborar cuestionarios en el gabinete antes de salir al campo, como primera aproximación a una fuente de información puede considerarse como una práctica viciada porque:

a) Limita la cantidad y la diversidad temática de la información, restringiéndola a lo que el investigador, con inevitables prejuicios y toda su subjetividad, determine como estrictamente necesario.

b) La formalidad de un cuestionario impreso en el que se registren datos por escrito actúa muchas veces como:

1.- Una traba para establecer comunicación con el informante, que frecuentemente desconfía (a veces justificadamente) de la letra impresa.

2.- El falseo de datos por parte del informante que, confiado, pretende hacer ver en el papel que su situación económica está por encima de lo que podría pensarse.

c(Es frecuente encontrarse con que, ya avanzado un trabajo, los cuestionarios utilizados en él no proporcionan la información requerida y hay que dar marcha atrás para replantear los y volverlos a aplicar.

Por estas razones se considera, en este trabajo, que - dejar hablar al informante y hablar con él sobre el tema, pero sin papel o límites preestablecidos de por medio puede rendir más información, más valiosa y más diversa que la proporcionada por cualquier cuestionario. Es evidente que, en una - conversación así, el informante hablará ante todo de lo que le interesa. Se podría pensar que esto redundaría en una serie de - datos inconexos, la mayoría de ellos alejados del objetivo del trabajo en cuestión. Sin embargo, aunque es verdad que la información obtenida en la forma planteada arriba no es fácil de sistematizar, se considera que, al menos en este trabajo, cuanto más cercana sea a los planteamientos resultantes de la la-bor sinecológica, más conciencia tendrá el habitante del poblado de su relación con el medio y con los huertos.

Recomendaciones.- El problema fundamental de la información en etnobotánica (y, en general, en sociobiología) es - que los datos obtenidos rara vez son cuantificables. Esto provoca que no sea fácil establecer comparaciones con datos obtenidos mediante otras disciplinas. Aunque se vuelve a hablar - de esto, más a fondo, al final de este trabajo, es conveniente establecer desde ahora a qué problemas hay que enfrentarse si se realiza un trabajo de este estilo.

1º.- A pesar de todo lo que se ha dicho acerca de los cuestionarios, pueden ser buenos para afinar informaciones de temática restringida; si se les aplica con cautela, después de haber establecido nexos sólidos en la población. De esta manera pueden completarse aspectos que, en un trabajo muy generalizado, quedan ocultos detrás de todos los demás enfoques usados.

2º.- Para poder entender a fondo la relación hombre-huerto en Coatlán del Río habría que llevar a cabo estudios de carácter histórico y económico en la zona.

3º.- Además, aunque esto no incumbe directamente a la etnobotánica en tanto tal, será imposible conocer el funcionamiento del sistema sin haber estudiado los flujos de energía y los ciclos de nutrientes en los huertos, así como los egresos necesarios para hacerlos productivos y los beneficios obtenidos por esta producción; para equiparar ambos aspectos.

Sólo entonces se podrá decir que se conoce a fondo el fenómeno frutícola que es Coatlán, y sólo entonces podrán proponerse cambios concretos con lá seguridad de que lograrán optimizar la productividad de la zona.

RESULTADOS

Estructura de los Huertos

Los tres huertos tienen varias características estructurales en común y algunas diferencias debidas a su composición florística y al tratamiento que les da cada fruticultor.

Por otra parte, debe haber un patrón estructural generalizado para los tres huertos -que se podría hacer extensivo para toda la zona si se pretende mostrar que los huertos pluri-específicos funcionan como comunidades vegetales.

En vista de lo anterior, se exponen primero las características comunes a los tres huertos censados; despues se les considera como unidades independientes y distintas y, por último, se concentran los resultados asumiendo los huertos como tres cuadrantes en una muestra de un tipo de vegetación.

Las tres zonas trabajadas tienen en común las siguientes características:

- Están conformadas por 3 estratos arbóreos con alturas aproximadas de:

- 1º.- 5-10 m
- 2º.- 10-20 m
- 3º.- más de 20 m.

(La composición de los estratos varía de huerto en huerto).

- Sus diversidades son altas (entre 1.96 y 2.60 bells naturales)*, aunque tienen una especie más importante que las demás, que comparten posiciones de importancia ecológica semejantes y que son las que determinan la diversidad. (Esto no es tan claro en el huerto 2 como en los otros, ver gráficas 4, 5 y 6).
- En las tres aparecen las siguientes 4 especies:

Mangifera indica,

Persea americana,

Pouteria sapota y

Citrus aurantifolia.

- Presentan un estrato arbustivo constituido por Coffea arabica, cuya densidad disminuye del huerto 1 al 3.

(*).- La unidad de bells naturales se refiere al tipo de Logaritmo utilizado para la obtención del índice.

- El estrato herbáceo, pobremente representado, no es constante en el tiempo y en el espacio debido al deshierbe. Por ello, y porque los estratos arbóreos son los dominantes, no se le tomó en cuenta para este trabajo.

- Los tres huertos presentan coberturas de más del 100% (entre 104.63 y 111.99%). Esto quiere decir que, si se distribuyesen los árboles de estos huertos de manera que formaran un solo estrato y sin que quedaran espacios entre sus copas, ocuparían áreas mayores que las estudiadas. No se debe interpretar con esto que la sombra es total a lo largo del día en los tres huertos, ya que debe tenerse en cuenta el hecho de que los árboles de los estratos inferiores crecen con frecuencia a la sombra de los más altos, lo que provoca la existencia de claros no ocupados por el follaje.

- La mayoría (más del 75%) de las especies que forman estos huertos son árboles que no tiran las hojas.

- En los tres huertos hay por lo menos una especie en fructificación en cualquier momento del año y el pico productivo se encuentra en el mes de marzo. (En el huerto 1 hay otro pico en agosto, pero esto es una particularidad que veremos más adelante). El mes menos

productivo (en el que menos especies fructifican simultáneamente) es octubre (ver gráficas 7, 8 y 9).

- La distribución de los árboles es mixta; es decir, hay unas en hileras uniformes y otros al azar.

Veamos ahora cuáles son las características diferenciales de los tres huertos:

Huerto # 1.

Superficie = 2943.00 m²

Diversidad = 1.96 bells naturales

Indice de Redundancia = 56.05

Especie más dominante: Mangifera indica

Especie más frecuente: Mangifera indica

Especie más densa: Mangifera indica

Mes de mayor producción frutícola: marzo, abril y agosto.

De los tres estratos arbóreos que lo componen, el primero está formado por limoneros, toronjas y guayabas; - el segundo por guanábanas, caimitos, chicozapotes y mangos y el tercero por zapotes prietos, mameyes, aguacates, cocos y algunos mangos muy altos.

Sólo presenta una especie ausente en los otros dos huertos: cocotero (Cocos nucifera).

Para más detalles de la descripción de los huertos véase el capítulo dedicado a la descripción de la zona de trabajo (II).

Huerto # 2.

Superficie (estimada) = 4300.00 m²

Diversidad = 2.03 bells naturales

Indice de Redundancia = 46.72

Especie más dominante: Persea americana

Especie más frecuente: Persea americana

Especie más densa: Persea americana

Mes de mayor producción frutícola: abril

De los tres estratos arbóreos que lo componen, el primero está formado por limoneros, limas y plátanos*, el segundo por mangos y zapotes prietos y el tercero por mameyes y aguacates.

Presenta dos especies ausentes en los otros dos huertos:

lima (Citrus limmeta) y plátano (Musa paradisiaca).

(*).- Aunque el plátano es, formalmente, una hierba, aquí se le considera árbol por su altura, por su morfología y por ser productor de fruta.

Huerto # 3.

Superficie (estimada) = 986.00 m²

Diversidad = 2.60 bells naturales

Indice de Redundancia = 41.70

Especie más dominante: Mangifera indica

Especie más frecuente: Mangifera indica

Especie más densa: Mangifera indica

Mes de mayor producción frutícola: marzo

De los tres estratos arbóreos que lo componen el primero está formado por limas, limoneros, limoneros reales y toronjas; el segundo por mangos, guanábanas, chicozapotes, tamarindos y caimitos y el tercero por mameyes, aguacates y algunos mangos muy altos.

Presenta dos especies ausentes en los otros dos huertos: tamarindo (Tamarindus indica) y limón real (Citrus sp).

Como se ve, las diferencias entre los tres huertos no son tan grandes como para considerarlos tipos de vegetación distintos. Se asume, entonces, de aquí en adelante, que los tres huertos censados se pueden considerar con seguridad como tres cuadrantes en una muestra para un tipo de vegetación único.

Tipificación de la Comunidad Huerto para la Zona Fru- -
tícola de Coatlán del Río.

Si conjuntamos los datos de los tres cuadrantes mues- -
treados se obtienen los siguientes índices, siendo la superfi-
cie total de la muestra de 8229.00 m²:

Diversidad = 2.90 bells naturales

Índice de Redundancia = 40.94

Cobertura = 108.51 % *

Los tres estratos en que se divide la vegetación arbórea
de la zona están ocupadas por las especies citadas para cada -
huerto y para cada estrato.

Aunque hay un 59.46% de todas las especies frutales que
se cultivan en Coatlán que no aparece en la zona muestreada, se
trata de especies que:

- 1) Son "raras"; es decir, son -relativamente hablando--
las menos abundantes.

(*).- Este dato se refiere a la superficie cubierta por el fol-
llaje de todos los árboles medidos en los tres huertos,-
en relación con la superficie total muestreada.

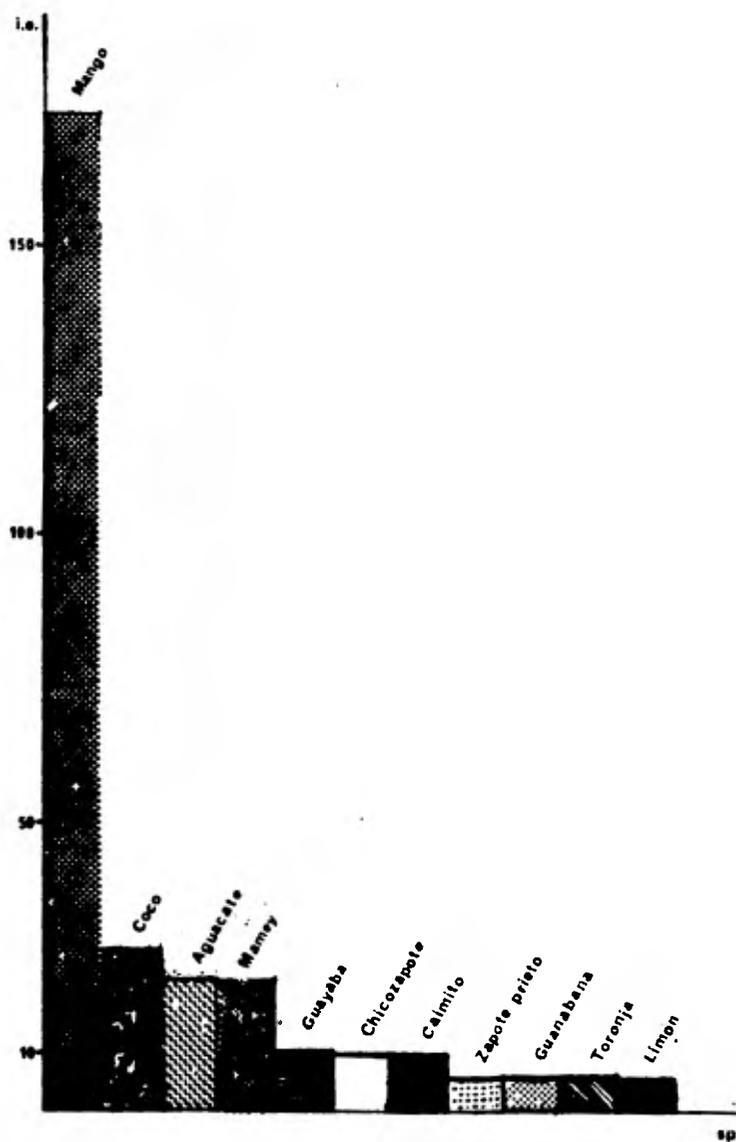
- 2) Sus diámetros a la altura del pecho están por debajo del mínimo arbitrario elegido (= 10 cm) o

- 3) No forman parte del estrato arbóreo (como Coffea arabica).

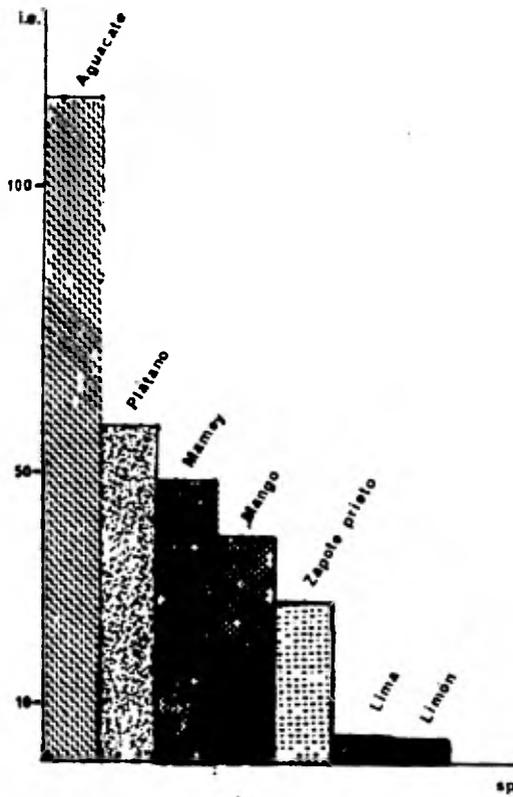
Por estas razones, no se considera importante el no haberlas encontrado en la muestra. Si hubiesen aparecido, sus índices habrían sido muy bajos y, además, no habrían incrementado significativamente la diversidad ya que el índice elegido (ver página 53), para medirla varía muy poco cuando es tan elevado como los obtenidos.

Aunque la especie con mayor índice de dominancia es el mango (39.05%), las cifras para las demás especies disminuyen lentamente (ver gráfica 19) por lo que no puede decirse que la comunidad estudiada pueda nombrarse como "Bosque de Mango".

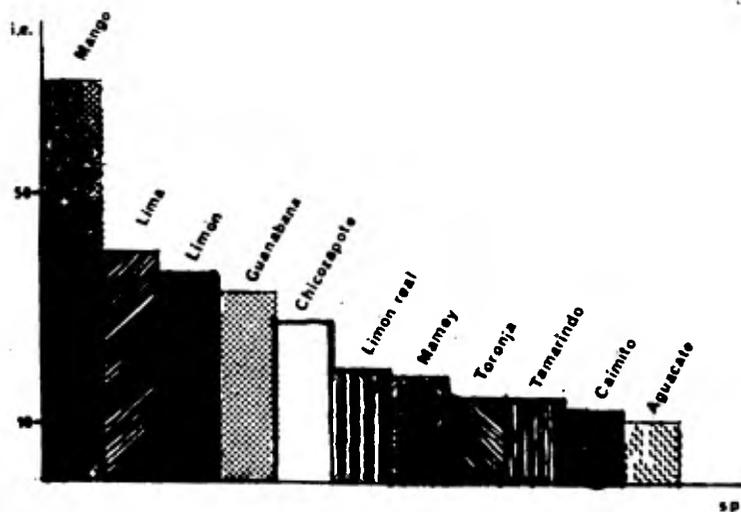
Por otra parte, la curva de valor de importancia ecológica no parece indicar una preponderancia clara del mango y no muestra ninguna especie con un alto valor de importancia (todas son menores de 100) lo que, conjuntamente con el alto índice de diversidad, parece indicar que se trata de una comunidad tipo selva alta pennifolia (ver al respecto las descripciones de este tipo de vegetación hechas por Miranda y Hernández X., 1963 y Rzedowski, 1978).



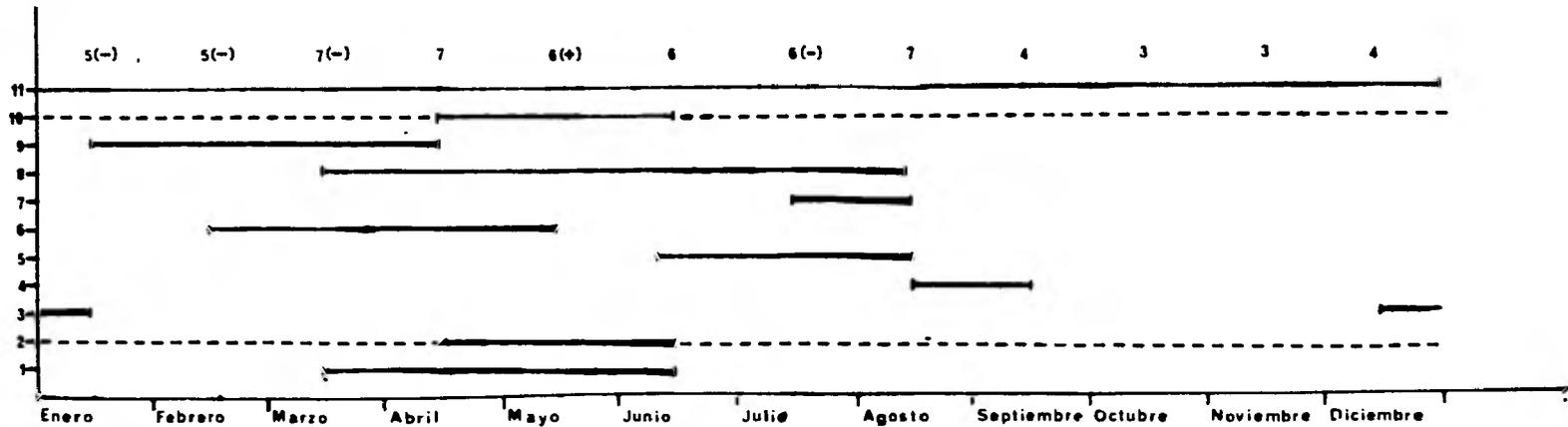
GRAFICA 4.- HUERTO 1. IMPORTANCIA ECOLOGICA



GRAFICA 5.- HUERTO 2. IMPORTANCIA ECOLOGICA

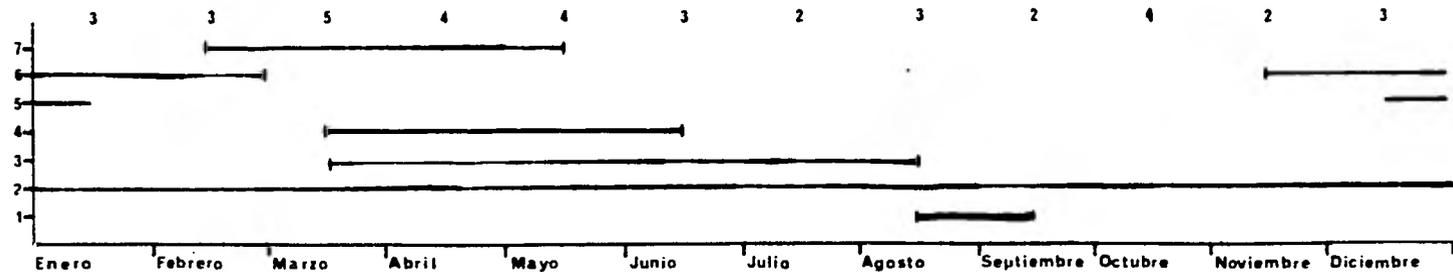


GRAFICA 6-HUERTO 3. IMPORTANCIA ECOLOGICA.



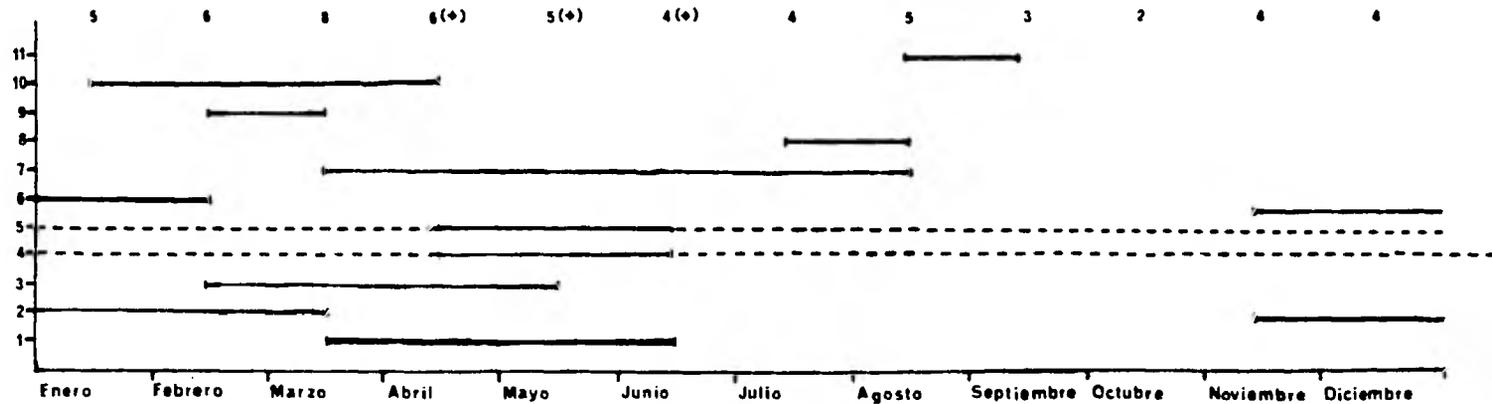
GRAFICA 7.- HUERTO 1. FENOLOGIA.

- 1.- Mango
- 2.- Guanabana
- 3.- Zapote prieto
- 4.- Aguacate
- 5.- Guayaba
- 6.- Limon
- 7.- Toronja
- 8.- Mamey
- 9.- Caimito
- 10.- Chicosapote
- 11.- Coco



GRAFICA 8.- HUERTO 2. FENOLOGIA.

- 1.- Aguacate
- 2.- Platano
- 3.- Mamey
- 4.- Mango
- 5.- Zapote prieto
- 6.- Limón
- 7.- Limón

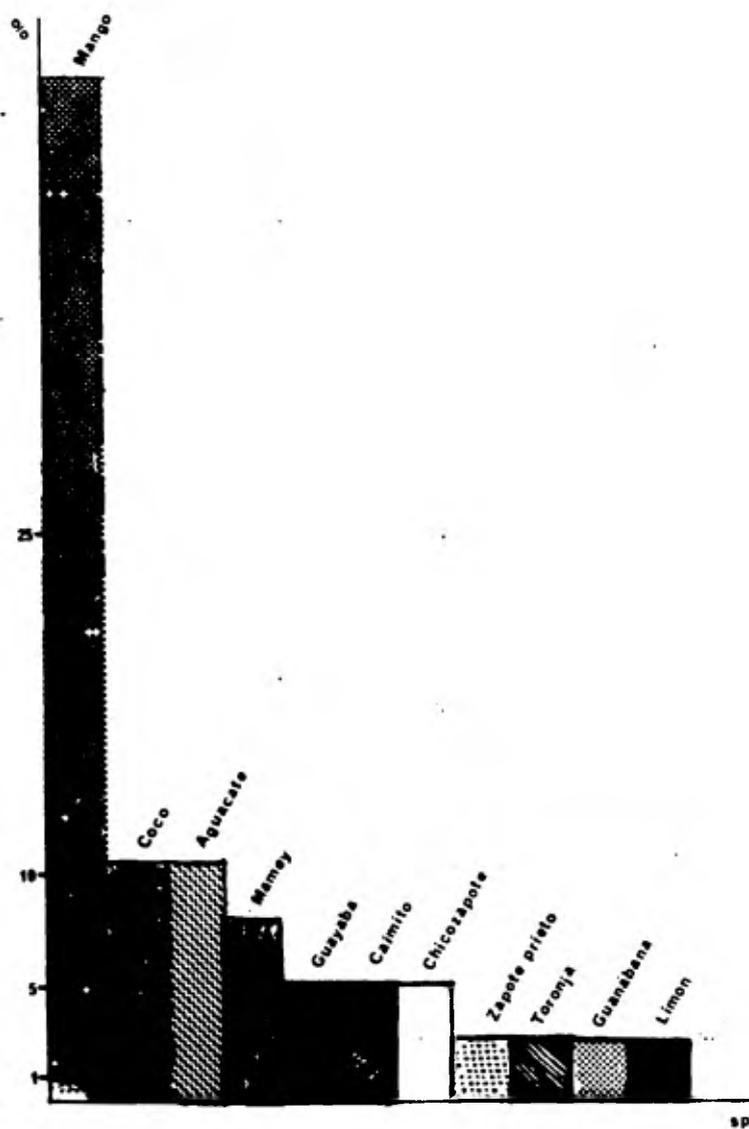


GRAFICA 9.- HUERTO 3. FENOLOGIA.

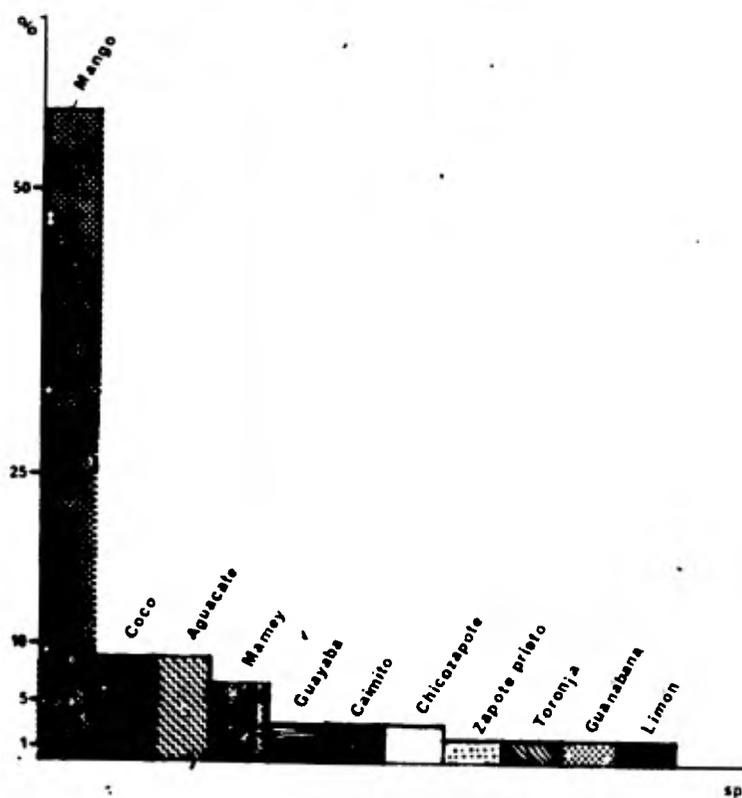
- 1.- Mango
- 2.- Lima
- 3.- Limon
- 4.- Guanana
- 5.- Chicozapote
- 6.- Limon real
- 7.- Mamey
- 8.- Toronja
- 9.- Tamarindo
- 10.- Caimito
- 11.- Aguacate



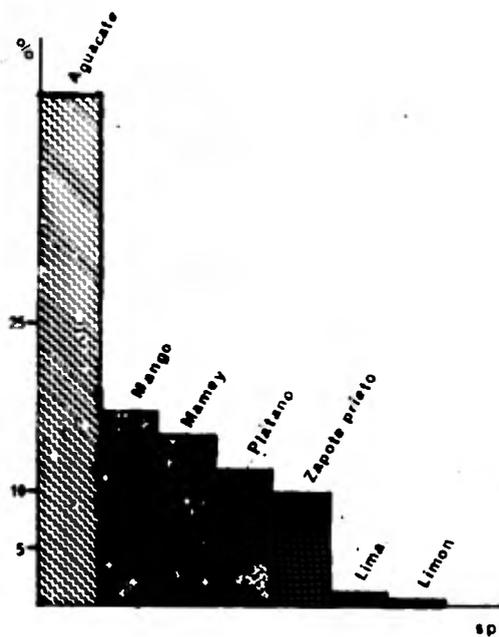
GRÁFICA 16.- HUERTO 1. DOMINANCIA RELATIVA.



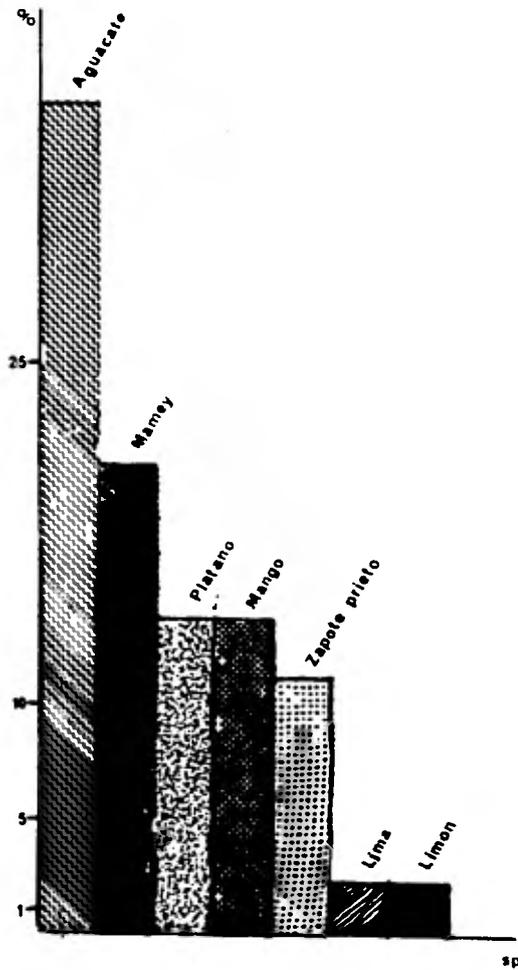
GRAFICA 11.- HUERTO 1. FRECUENCIA RELATIVA.



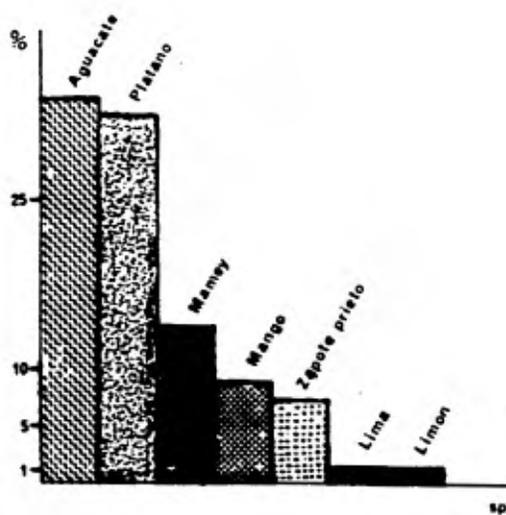
GRAFICA 12.- HUERTO 1. ONSIDAD RELATIVA



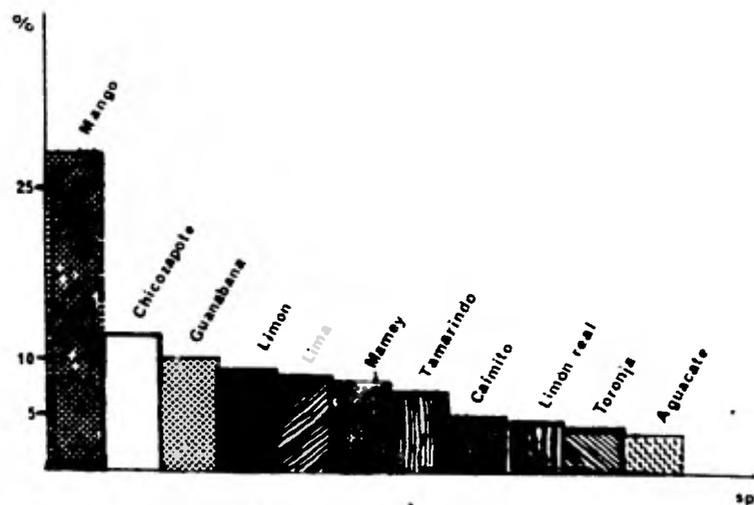
GRAFICA 13.- HUERTO 2. DOMINANCIA RELATIVA.



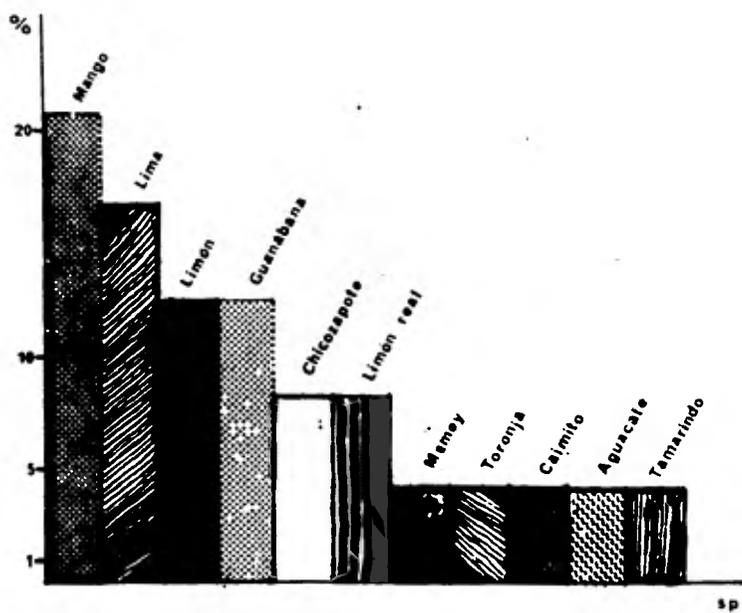
GRAFICA 14.- MUERTO:2. FRECUENCIA RELATIVA.



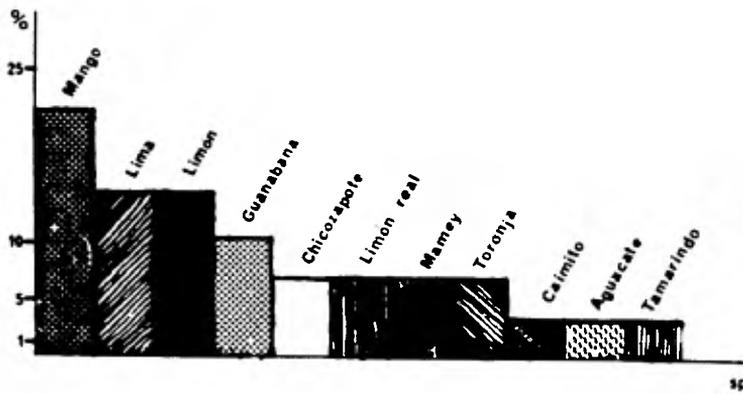
GRAFICA 15.- MUERTO 2. DENSIDAD RELATIVA.



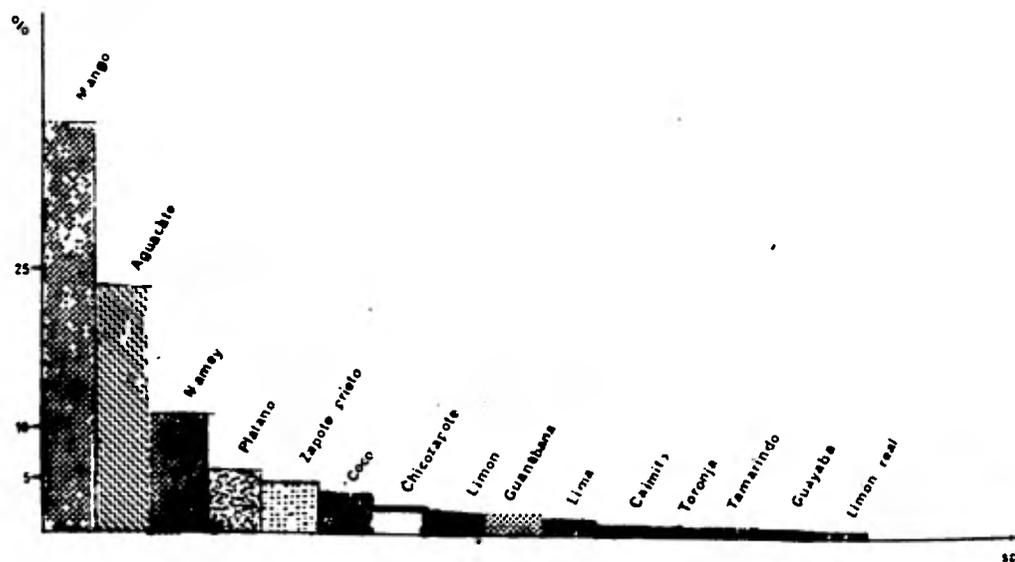
GRAFICA 16. HUERTO 3. DOMINANCIA RELATIVA.



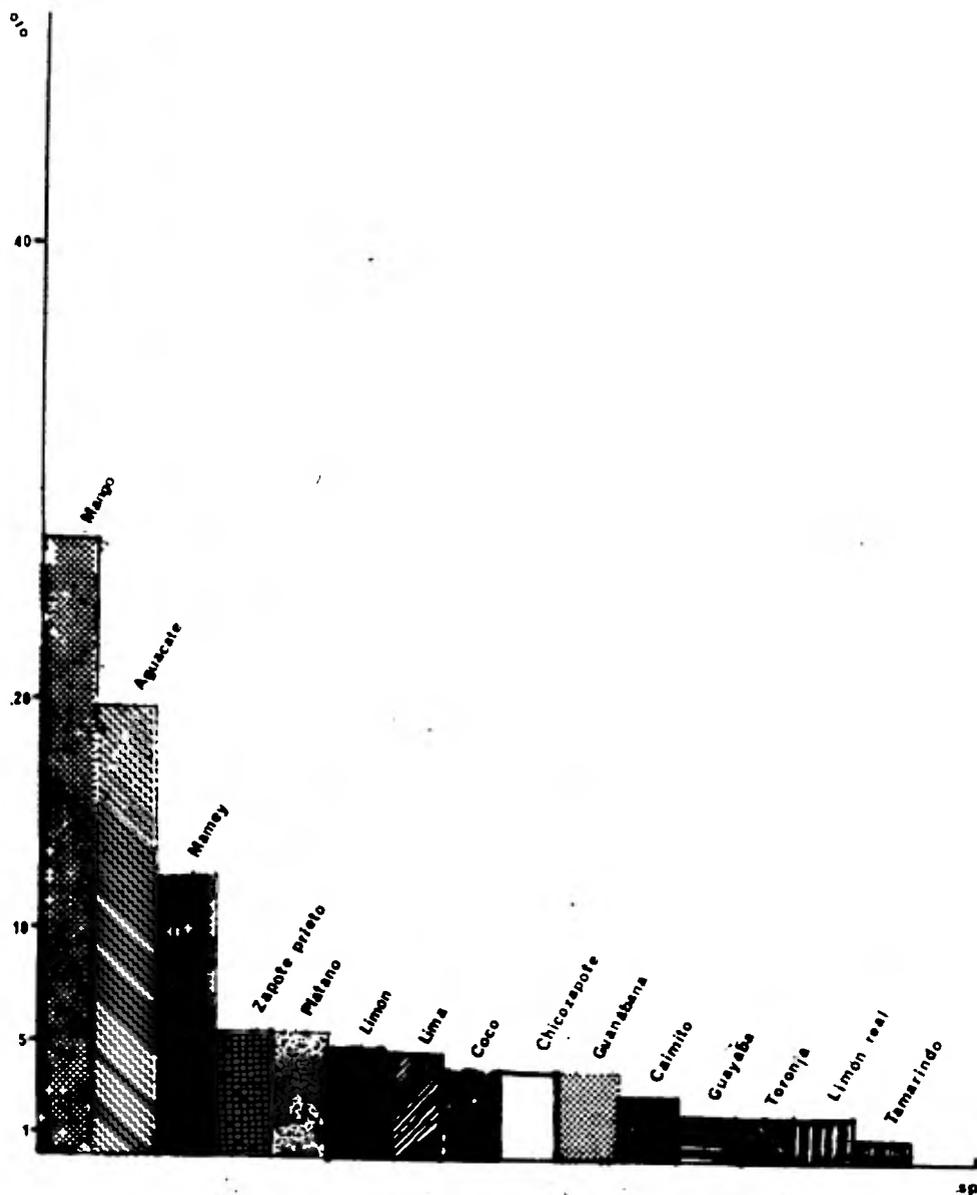
GRAFICA 17. MUERTO 3. FRECUENCIA RELATIVA



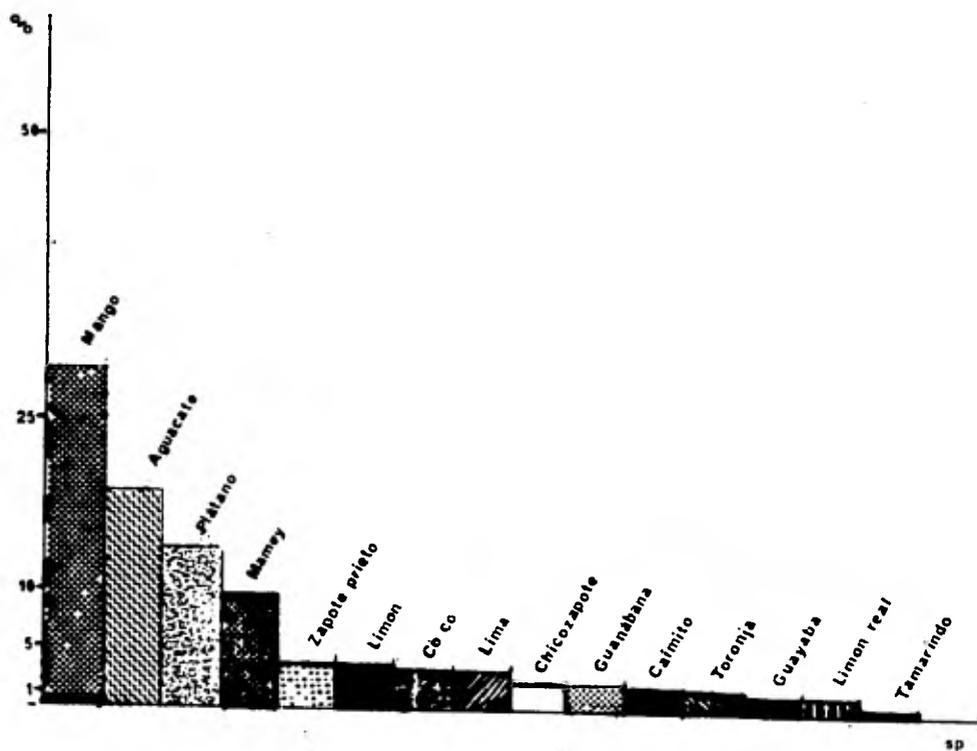
GRAFICA 18.- HUERTO J. DENSIDAD RELATIVA.



GRAFICA 20.- TOTALES. DOMINANCIA RELATIVA.



GRAFICA 21.- TOTALES. FRECUENCIA RELATIVA



GRAFICA 22.- TOTALES. DENSIDAD RELATIVA.

Como se verá en el capítulo próximo, las condiciones del ambiente local de Coatlán del Río coinciden con esta tipificación.

Resultados del Trabajo Etnobotánico

Dada la particular metodología utilizada, los resultados de la labor etnobotánica no pueden sistematizarse a la manera tradicional (en cuadros, gráficas o matrices). Por ello, -bajo este encabezado solamente se enumeran las declaraciones -recibidas con mayor frecuencia y las que, por alguna razón, se juzgan de particular importancia. Se incluyen, además, algunas observaciones del autor no confirmadas por las informantes.

Así:

- Los huertos de Coatlán del Río dedicados al pluri-cultivo han cambiado de manos tantas veces -de generación en generación, en la misma familia, y de dueño en dueño- que es prácticamente imposible determinar su edad.
- Lo anterior se complica porque, en muchos casos, los árboles más viejos del huerto fueron plantados después de la constitución original del predio.
- La tendencia actual, en los huertos familiares y familiar comerciales, consiste en un progresivo-

alejamiento de los hombres hacia las tierras de cultivo anuales y hacia los huertos comerciales de mango de manila, confiándose a las mujeres y a los jóvenes el cuidado y mantenimiento de los huertos pluriespecíficos.

- Los jóvenes, que están más expuestos a las campañas modernas de publicidad comercial, van perdiendo el interés por sus cultivos tradicionales y preocupándose cada vez más por valores impuestos por el consumismo urbano.

- Estos dos últimos hechos colocan a la mujer como un rico reservorio de información acerca de los huertos de Coatlán y la hacen depositaria, conservadora y transformadora de la cultura genuina de la región.

- Cada vez más, se consideran de mayor rentabilidad los monocultivos de mango de manila que los pluricultivos tradicionales y, de estos últimos, ya se han talado varios (originalmente utilizados para fines comerciales) ubicados en la zona rural del área de estudio.

Tratándose de pluricultivos:

- Aunque parece disminuir, se entrevé aún cierto interés por introducir nuevas especies frutales, pero falta información acerca de cuáles podrían establecerse dados el suelo y el clima de la zona.
- Los árboles que ya no se consideran productivos son substituídos por árboles jóvenes que no siempre son de la misma especie que el árbol derribado (como se deja el tocón, no se plantan los árboles jóvenes en el sitio preciso que ocupaba el viejo, sino cerca del tocón y dentro del claro resultante).
- No es frecuente que se espere a que un árbol muera para considerarlo improductivo. Esto se debe a que los "cortadores" (peones que suben al árbol a cortar la fruta) se niegan a asumir el riesgo innecesario de subir a los árboles muy altos o con ramas secas que puedan romperse fácilmente.

- Actualmente se plantan con mayor frecuencia que las demás especies, mangos jóvenes y, en segundo lugar, cítricos (en especial en los huertos familiares). Esto se debe, en el primer caso, a que el mango es el frutal de mayor popularidad en el mercado y, en el segundo, a que las cítricas son las frutas más frecuentemente utilizadas en el autoconsumo.

- Por último, en Coatlán del Río parece estarse olvidando la razón de ser ecológica de los pluricultivos y el campesino medio no los identifica con algún tipo de vegetación natural anterior a su establecimiento. Sin embargo, sí están dispuestos a estimular la re-creación y la conservación del pluricultivo, sobre todo si se plantea la idea como un posible incremento de la producción frutícola.

- Vale añadir que varios informantes están conscientes de que, en el pluricultivo, se hace un mayor aprovechamiento del ambiente, al diversificarlo y estratificarlo. Esto no implica necesariamente el conocimiento de un posible uso múltiple del recurso específico. Lo que se da en los-

pluricultivos de Coatlán es un uso múltiple del-
espacio ecológico.

Ahora, uno de los propósitos de este trabajo es el de -
identificar el fenómeno cultural del pluricultivo con el fenó-
meno ecológico de su estructura. A eso se dedicarán las próxi-
mas páginas, hasta la conclusión de la exposición.

DISCUSION

Como se dijo al principio de este trabajo, el complejo-fenomenológico que resulta en el modo de producción frutícola-observado en los huertos de Coatlán del Río necesita, para ser explicado, de dos enfoques teóricos y metodológicos distintos. El primero, al responder a la pregunta por la configuración - estructural de los huertos, termina en una concepción estática, atemporal, que no hace posible establecer un modelo holístico-que aclare ni su funcionamiento, ni sus virtudes como unidades productivas ni el papel de la comunidad humana en cuanto a su-construcción, mantenimiento, transformación y desaparición.

El segundo enfoque, que sería un intento para responder la pregunta por la historia de los huertos y por el modo en - que el hombre se relaciona con ellos, no podía haber rendido - frutos sin el conocimiento previo de su estructura.

Es claro, entonces, que sólo a través de la conjunción- de ambos enfoques, mediante su fusión en una sola concepción - teórica, se puede intentar responder a las siguientes interro- gantes que, aunque no han sido planteadas antes de manera explí- cita, le confieren coherencia y congruencia al trabajo:

- ¿Son productivos los huertos de Coatlán del Río?
- ¿Podían ser más productivos?
- ¿Podrían llegar a ser tan productivos como -o más que- los monocultivos de frutales?
- ¿Cómo?

Para poder proporcionar respuestas serias a partir de - los resultados obtenidos en este trabajo, es necesario partir de dos premisas:

- 1.- Los huertos pluriespecíficos de Coatlán del Río - son comunidades vegetales y pueden ser tratadas metodológicamente como tales.
- 2.- Los huertos tradicionales de Coatlán del Río son - resultado de una peculiar interacción hombre-naturaleza en la que, mediante el trabajo, se aprovecha - se el cauce del río Chalma para cambiar, mediante - el riego, el régimen local de humedad y así poder - mantener especies que no tiran sus hojas a lo largo del año.

La validez de la primera premisa es la piedra de toque del trabajo. Sin ella, toda conclusión a que se llegue carecerá de corrección, de veracidad y de justeza*. Por ello, los -

(*).- Veracidad en el sentido expuesto en la Tercera Tesis sobre Feuerbach, de Marx, y justeza en el sentido de "justesse" como usado por Althusser.

próximos párrafos se dedican a explicar por qué se pueden considerar los huertos de frutales de Coatlán del Río como comunidades vegetales.

Se parte de la definición que hace Huguet del Villar - (1929) del concepto sinecia, utilizándolo como sinónimo de comunidad:

- Siendo la sinecia "una cohabitación botánica individualizada", es decir, "unificada y delimitada", se nos presentará con distinto aspecto según el factor individualizante que tenemos en consideración. Si tomamos la forma biológica o biotipo tendremos la formación; si el elemento florístico o sistemático, tendremos la asociación.

FORMACION es pues: la sinecia desde el punto de vista biotípico; o, en otros términos: una cohabitación botánica individualizada por la forma biológica que en ella domina.

ASOCIACION será la sinecia desde el punto de vista sistemático; y, por lo tanto: "una cohabitación botánica individualizada por su composición florística".

De manera que formación y asociación son dos aspectos de la misma sinecia: la formación es sólo la fisonomía de la -

asociación; y la formación es a la asociación como el biotipo a la especie.

Ahora bien, los huertos en cuestión parecen tener todos los atributos de la comunidad. Sin embargo, ¿se puede conciliar con la presencia de estos atributos el hecho de que su origen no haya sido estrictamente ecológico -es decir, debido a una -conjuncción espacio-temporal de factores bióticos y abióticos--sino, antes bien, histórico y, por tanto, necesariamente humano?.

Sería fácil, para responder a esta pregunta, caer en el más pueril biologismo y decir que sí, que el hombre es un ser vivo y que, por eso, cualquier relación que tenga con la naturaleza será la de un factor biótico. No obstante, aquí se considera al hombre en tanto sujeto de transformación de la naturaleza; esto es, es el único animal que realiza trabajo, que conoce y que puede ser -si no está enajenado totalmente- proyectivo.

La esencia del hombre, pues, complica todo análisis de su interacción con la naturaleza; ya que, aunque no se puede decir que sea independiente de ella, tampoco se le puede considerar simplemente como uno más de sus componentes. El hombre en tanto tal se ha caracterizado desde sus más remotos orígenes por su condición de sujeto ante la naturaleza. Ha ido -

aprendiendo a transformarla, a ordenarla* y, en el peor de los casos, a desorganizarla. A lo largo de este proceso -y en especial a partir de la invención de la agricultura- el hombre -ha ido construyendo una naturaleza humanizada que poco -o nada- tiene que ver con la naturaleza en sí: una naturaleza para sí que, cada vez más, requiere del trabajo (de su re-producción) para su reproducción.

Si se considera, en este contexto, que cualquier actividad humana que pretenda apropiarse la naturaleza, conocerla, -la transformará; hay que concluir, por fuerza, que no se conoce ninguna comunidad vegetal en sí, natural y no humanizada.

El problema de este trabajo es, entonces, de método: - los huertos de frutales de Coatlán del Río son comunidades vegetales que se han elaborado a raíz de un conocer empírico, - de manera que, mediante un aprovechamiento inteligente del recurso agua-abundante gracias a la presencia del Río Chalma - -y mediante el desarrollo de un sistema de riego sencillo pero eficaz, se han logrado modificar la estructura fisionómica y - la composición florística de las comunidades riparias originales de la zona en beneficio de las necesidades de consumo y de comercio de la población humana en función, claro está, de su historia. De lo que se trata aquí es de formalizar ese conoci

(*).- Se usa el verbo ordenar en oposición a organizar, asumiendo la totalidad natural como organizada independientemente de toda existencia humana y confiriéndole al orden carácter de categoría.

miento tradicional, de darle rigor científico y vigencia teórica a un modo de producción y a un modo de apropiación de la naturaleza que no tienen por qué quedar como anacronismos; sobre todo en un momento histórico crítico en que se empiezan a buscar alternativas de producción que contribuyan a terminar con la escasez y a reestructurar un balance energético que, día a día, se ve más y más deteriorado.

¿Cuál es, entonces, y a qué se debe, la estructura fisiognómica de los huertos de Coatlán del Río?.

En primer lugar, los resultados obtenidos en este estudio permiten tratar los huertos como una comunidad vegetal, - cuyas heterogeneidades son más bien atribuibles al modo de tenencia de la tierra y a las diferencias de método de cultivo - entre los propietarios que a variaciones ambientales; fuera de una clara influencia del gradiente de humedad provocado por la presencia del Río Chalma.

En segundo lugar, se puede considerar que las diferencias de composición florística, de diversidad y de distribución observadas entre los huertos se deben a diferencias de técnicas de cultivo; pero su condición pluriespecífica y pluriestratificada se puede considerar como resultado de un modo de cultivo único, tradicional, de viejas raíces históricas.

De manera que se pueden considerar los huertos pluriespecíficos (familiares y familiar-comerciales) de la zona estudiada como un todo estructural homogéneo con características - semejantes a las de las selvas medianas perennifolias. Sin embargo, ciertas peculiaridades de los huertos, como la ausencia de epífitas, la pobre representación de los estratos del sotobosque y la ausencia de las especies arbóreas más representativas de la comunidad selva, impiden su tipificación como tal.- Así, no se les puede denominar selva mediana perennifolia. - Sería preferible llamarlos, considerándolos como una sola comunidad vegetal, pluricultivo tropical frutícola, pliestratificado.

Ahora bien, ¿cuál ha sido su origen histórico?.

Los centros culturales prehispánicos más importantes - situados cerca de Coatlán son Xochicalco, Malinalco y Oaxtepec.

Xochicalco, el "lugar de la Casa de las Flores", fue - construido por gente que en la era azteca se había mezclado - desde hacía mucho tiempo, de manera que nadie se acordaba ya - de su idioma ni de su tribu original (Krickenberg, 1961). Según Jiménez Moreno (1942), este centro ceremonial data del intervalo entre la fase paleo-olmeca y la "neo-olmeca" (siglo - VIII), con lo que quedarían explicadas las semejanzas que pre-

sentan con Chalco y Teotihuacan por un lado y con los Mayas - por el otro. Hay, además, una línea de comunicación entre Tula y Xochicalco que parece haber atravesado la región de Chalco en el extremo suroriental del Valle de México (Krickenberg, 1961). Por otro lado, durante excavaciones realizadas en las ruinas de Xochicalco, se han descubierto piezas que hacen pensar en posibles relaciones entre Xochimilco y las culturas de Oaxaca, del Golfo, de la región de Guerrero y otras (Westhien, 1977). Los habitantes de Xochicalco, los Tlalhuicas, "hombres de la tierra", parecen haber sido una compleja mezcla de influencias culturales muy diversas.

Este centro ritual de los Tlalhuicas estaba destinado - al culto de Xochiquetzal, joven diosa de las flores, de la danza, el amor, la procreación y la luna creciente. Este último atributo de la diosa hace pensar que favorecería las siembras. Pero este no es el único aspecto que permite plantear la posible existencia de una estrecha relación entre Xochicalco y el origen de los huertos de frutales que interesan en este trabajo: En excavaciones efectuadas en las ruinas durante los años 1960-62, se descubrieron una loseta con cuatro glifos y tres estelas. Son elementos del culto a la vegetación (Westheim, 1977)

El caso de Malinalco es algo distinto (1). Centro ceremonial azteca, se encuentra construído en la cima de una montaña, a 100 metros por encima del actual poblado de Malinalco, al sur del altiplano de Toluca. En el templo principal, una cámara circular labrada en roca, monolítica, con una entrada en forma de fauces de serpiente, se encuentran, labrados de la misma piedra que el resto de la cámara, dos pieles de águila estilizadas, una piel de tigre de estilo realista y, en el centro, un brasero con forma de águila. Estas figuras hacen pensar que el templo monolítico de Malinalco es un lugar de culto de la noble orden de guerreros jaguares y águilas (Krickenberg, 1961). Pero no podemos sino suponer a qué dios había sido consagrado el templo: ¿Quizá a Tepeyollotli, dios de las cuevas, "Corazón de los Montes", manifestación de Tezcatlipoca, dios guerrero y de los médicos?.

Sea como sea, es difícil pensar en una relación entre Malinalco y Coatlán -antes de la conquista- que haya determinado de alguna manera el fenómeno huerto de frutales tal como lo vemos ahora en Coatlán. Si alguna relación hubo entre las dos comunidades, y si es verdad que Malinalco fue un centro de culto de guerreros nobles, debe haber sido una relación jerárquica, de dominación en la que -si acaso- se daba un flujo uni

(1).- Xochicalco se desarrolla en el clásico, período fundamentalmente teocrático. Malinalco es el final del postclásico, período principalmente militarista.

lateral de productos de la tierra de Coatlán a Malinalco; aunque esto es, por fuerza, pura especulación. Vale la pena - mencionar que cerca del poblado de Coatlán del Río, existen - restos de lo que debió ser un centro ceremonial prehispánico - de cierta importancia. Aunque no se sabe gran cosa acerca de estas ruinas -conocidas actualmente como Coatlán Viejo- su pre -sencia demuestra la existencia precolombiana de asentamientos - humanos de importancia.

El desentrañar una posible relación entre Oaxtepec, o - Huaxtepec, y Coatlán, resulta más complejo que en los dos ca- - sos discutidos arriba, ya que no sólo puede haber existido - una estrecha relación prehispánica si no que, además, se po- - dría explicar, a través del fenómeno Oaxtepec, la ligazón his- - tórica entre el Coatlán prehispánico y el posterior a la con- - quista.

Este sitio fue elegido por Moctezuma Ilhuicamina, con- - temporáneo de Netzahualcoyotl, para cultivar las plantas raras, - vistosas y de propiedades benéficas que iba descubriendo en - sus conquistas por las tierras calientes del Golfo. Nuttal - (1923) dice que "los árboles frutales que florecieron en aquel - famoso jardín tropical fueron probablemente diferentes clases - de aguacate (Persea gratissima), tzapotl (Sapotae), el tejoco- - te (Mespilus) especie de vispero que produce deliciosas conser- - vas, el capulín (Prunus capolin) del cual hay tres diversas -

especies". Quero (1968) dice que Moctezuma embelleció este -
jardín con cacaoteros, el "yoloxochitl" (Talauma mexicana)
el "Izquixuchitl" (Bourreria huanita), el "Cachauxochitl"-
(Quararibea fragants) el "mecaxochil" (Piper sp) y otras.

De los jardines del México prehispánico destinados al -
cultivo de plantas locales y exóticas para su estudio, el de -
Huaxtepec fue el que causó mayor admiración por la gran varie-
dad de plantas, por la exuberancia de su vegetación y por su-
extensión. Nuttall (1923) cita la carta en que Hernán Cortés -
describe el jardín en sus Relaciones al Emperador Carlos V, -
fecha el 15 de mayo de 1522 (Carta 3ª S XVIII) diciendo: -
"Llegamos a Huaxtepec; y en la casa de una huerta del señor de
allí nos aposentamos todos, la cual huerta es la mayor y la -
más hermosa y fresca que nunca se vió, por que tiene dos le- -
guas de circuito y por medio de ella una muy gentil ribera -
de agua; y de trecho a trecho cantidad de dos tiros de balles-
ta, hay aposentamientos y jardines muy frescos e infinitos ár-
boles de diversas frutas y muchas yerbas y flores olorosas, -
que cierto es cosa de gran admiración ver la gentileza y gran-
deza de toda esta huerta".

Ya durante la colonia, en su libro "Historia de las -
Plantas de la Nueva España", el Dr. Francisco Hernández cuenta
que, cuando llegó en 1571 a Cuernavaca, ya existían frondosas-
huertas de los encomenderos y magnates de la colonia. Algunas-

de las especies de frutales que menciona el Dr. Hernández en su obra y que se encuentran también en Coatlán del Río son - el chichioalxochitl (papayo); el coacamachalli (guamuchil), el illamatzapotl (ilamo), el guautzapotl (anona), el tezonzapotl (mamey), el xicotzapotl (chicozapote), el tlitzapotl (zapote - prieto), el ahuacaquahuitl (aguacate) y el ahoaxocotl (nanche).

Es probable, entonces, que la tendencia a conservar la estructura de la vegetación original en los huertos de Coatlán esté relacionada con el culto rendido a Xochiquetzal y a la vegetación en Xochicalco; y que las especies de origen americano presentes en ellos hayan sido introducidas, en parte, a través de Oaxtepec.

El 59.45% de las especies cultivadas en Coatlán del Río son originarias del Nuevo Mundo. De estas, el 31.81% son propias de la región (de la Torre, 1977) y las demás deben haber sido introducidas entre la conquista y nuestros días. Esto mismo debe haber sucedido con el 40.54% de las especies de frutas de Coatlán originario del Viejo Mundo.

En cuanto a esto último, Sánchez Colín (1967) relata - que "al establecer los españoles las haciendas e ingenios, al lado de los cascos sembraban frutales y en esta región -la que

incluye a Coatlán del Río- se encuentran varias haciendas e ingenios, como el de Cocoyotla, que fueron importantes durante la colonia.

Actualmente, se continúan introduciendo nuevas especies a los huertos familiares y familiar-comerciales. Baste mencionar, entre ellas, al cacao, introducido de Tabasco alrededor de 1974; al durazno, de clima templado (Ixtapan); al zapote blanco, de Veracruz; algunas naranjas y mangos de la misma entidad; y a la papaya china, cuyas semillas fueron obtenidas en el Distrito Federal (de la Torre, 1977).

Huerto-Ecosistema.- Es evidente que, si se habla de una comunidad vegetal, no es posible atribuir su estructura y su composición florística a factores exclusivamente históricos. Hay que incluirla en su entorno ambiental para poder elaborar una concepción holística.

El clima y el suelo de Coatlán, aunados a la presencia del Río Chalma, conforman un entorno abiótico que permite el desarrollo de una comunidad particularmente rica en especies y compleja en estructura. Esto no significa, por supuesto, que sólo Coatlán del Río se presta a la construcción de huertos pluriespecíficos y pluriestratificados. Lo contrario queda evidenciado por la presencia de comunidades semejantes en sitios tan disímiles como Huejotengo, en los altos del Estado de

Morelos; y Malinalco, al sur del altiplano de Toluca; para mencionar sólo dos casos.

Como ya se dijo antes en este trabajo, el clima de Coatlán del Río es del tipo $Aw_0''(w)(i')q$; o bien, clima cálido - subhúmedo con lluvias en verano con un coeficiente de P/T menor de 43.2 (el más seco de los subhúmedos) y con temperatura media del mes más frío mayor de 18°C. La estación más seca es el invierno y hay una canícula interestival. La temperatura oscila poco y su marcha es de tipo Ganges, con el mes más caliente (abril-mayo/ anterior al solsticio de verano. Reyna (1974) y Wilsie (1966) proponen características climáticas similares a éstas como óptimas para el desarrollo de frutales tropicales. Sin embargo, las especies de filiación genuinamente tropical cultivadas en la zona estudiada se originaron en climas del grupo Af (cálido húmedo con lluvias todo el año, el mes más seco con más de 60 mm de precipitación). Por otra parte, hay que recordar que, además de estas especies y de las originarias de la región (que no tienen problemas en cuanto al clima), se han introducido en Coatlán del Río algunas especies de clima templado.

¿Cómo se pueden reunir, en una sola zona práctica y aparentemente homogénea, estos tres grupos de especies con requerimientos ambientales distintos?

Las especies pertenecientes al primer grupo carecerían de agua en el clima de Coatlán. Sin embargo, esto se evita gracias a la presencia del Río Chalma porque, en primer lugar, en sus riberas se origina un micro-clima en que la humedad relativa es mayor a lo largo del año de lo que podría esperarse en la región, lo que tiende a disminuir el índice de transpiración de las plantas; y, en segundo, aunque hay un claro gradiente de humedad en el suelo, que disminuye a medida que aumenta la distancia a la ribera, la extensión de la zona que presenta características riparias se ha incrementado gracias a la construcción de apantles para riego y piletas circulares y semicirculares alrededor de los árboles ubicados en terrenos con pendiente para la retención de agua en la rizosfera.

En cuanto a las especies del segundo grupo, se encuentran en su clima originario y el agua que reciben del río únicamente las coloca por encima de su mínimo tolerable de humedad; por lo que explican su presencia en la zona no significa problema alguno.

El tercer grupo está formado por especies que, no tienen un amplio rango de tolerancia a altas temperaturas, o son formas arbóreas relativamente bajas; lo que las coloca en los estratos inferiores lo que, a su vez, hace que disminuya la insolación a que están expuestas e incrementa la humedad relativa de su entorno inmediato. Esto desemboca en una sensible -

disminución de la temperatura microclimática.

En lo que a suelo respecta, los encontrados en Coatlánson, de acuerdo con los datos fotointerpretados por DETENAL son profundos y con texturas que favorecen el drenaje y aereación, a más de ser ricos en nutrimentos. Tamaro(1954) y Bailey - (1908) señalan este tipo de suelos como particularmente apropiado para establecer huertos de frutales.

Esta conjunción de factores hacen que en Coatlán se haya establecido un sistema de huertos de alta diversidad, con producción de fruta a lo largo de la mayoría del año y sujetos a un mínimo necesario de trabajos de cuidado y mantenimiento; - que se limitan al riego por desborde e inundación un día de cada 15 o 20, al deshierbe ocasional (que, además de reducir la competencia interespecífica, recicla nutrimentos al suelo, retiene agua e impide la erosión en los terrenos con pendiente)- y, de vez en vez, la aplicación selectiva de algún insecticida.

El Problema de la Tenencia de la Tierra. Hasta ahora, se ha pintado un panorama prácticamente edénico de los huertos de frutales de Coatlán del Río. Sin embargo, la mayoría de - los habitantes de la zona estudiada viven en la escasez. El - que esta contradicción sea atribuible a un conjunto histórico- de modos y relaciones de producción que no pueden reducirse a una causa única es evidente; pero es de particular importancia

analizar, sin perder de vista el contexto general, el problema de la tenencia de la tierra. Este no puede explicarse con claridad más que desde una perspectiva nacional e histórica. - Una vez establecida esta perspectiva, se trata de particularizarla al caso que aquí interesa y, despues, explicar los efectos del modo de tenencia de la tierra sobre los huertos de Coatlán.

La cuestión de la tierra es el problema principal de México, porque sin reunir los requisitos de un país agrícola, - ya que los desiertos, las montañas, y las selvas ocupan más de tres cuartas partes del territorio nacional y a pesar de que - la mayor parte de la población entre 1920 y 1935 vive en zonas rurales, no alcanza aún el grado de país industrial. En estos años, al terminar la revolución armada, se pretende instituir el ejido como modelo de producción agrícola en el país. - A partir de entonces, la concepción oficial sobre el ejido, - en particular, ha variado bastante al correr de los años: - "En su primera etapa tendía a dar a los campesinos una pequeña parcela para que, con su producto, pudieran aumentar sus ingresos, sin dejar de ser obreros agrícolas. Despues, comprendiendo que eran incompatibles el trabajo asalariado y la explotación de la tierra propia, la tendencia consistió en aumentar la parcela para que de sus productos pudiese vivir la familia campesina. La tercera etapa, que data del gobierno del presidente Cárdenas, revolucionó el concepto del ejido: no sólo dar

la tierra a las comunidades campesinas, por vía de la restitución o de la dotación de ejidos, sino de dar tierra también a los obreros agrícolas, tomándolas de las propias tierras en que prestan sus servicios" (Lombardo Toledano, 1957). Y la última etapa a partir de Alemán, cuando el gobierno confía la producción agrícola a las nuevas haciendas altamente tecnificadas, restringe el crédito a los ejidos y lo canaliza a favor de aquellas y de la industria de transformación en el campo, como en el caso del azúcar, a la vez que permite el arrendamiento y todas las demás formas legales a semilegales de controlar y limitar la acción de los ejidatarios por los nuevos latifundistas y los delegados y representantes de las empresas descentralizadas y de servicio público (Stavenhagen, 1967).

Basta con leer los periódicos nacionales cualquier día para percatarse de que, fuera de eventuales destellos electorales y populistas, esta es la tendencia que se sigue actualmente.

Esto, aunado al hecho de que pervive en la psicología campesina la vieja idea pequeño burguesa de poseer una parcela de tierra, aceptando la incorporación de sus líderes al aparato oficial para realizar desde allí las promesas de emancipación social ya que el grupo gobernante, si no es presionado, se desentiende definitivamente del campo, ha provocado que en nuestro país exista un mosaico de modos de tenencia de la tie-

rra que podría resumirse como sigue: progresiva depauperización de las tierras comunales, consolidación de una burguesía agrícola de pequeños propietarios; permanencia del latifundismo -protegido tras una maraña de subterfugios semilegales o - francamente anticonstitucionales-, desintegración de la vida campesina con la emigración y la ruptura de sus patrones culturales tradicionales y dependencia del sector urbano-industrial.

En este contexto, Gómez Jara (1970) propone que, o el desarrollo es enfocado a la creación de empresarios rurales - que en unión de los demás empresarios fomenten el capitalismo en el campo, abierta y legalmente, o se estimula la formación de cooperativas de pequeños propietarios verdaderos y ejidatarios que trabajen estrechamente ligados al sector estatal de la economía y regidos por un plan nacional de desarrollo.

La primera opción significa una vuelta al latifundismo-porfirista como modelo de producción en el agro y es, por tanto, antihistórica y anticonstitucional. En una palabra, inadmisibles. La segunda, que de alguna manera se ve reflejada en los planteamientos del Sistema Alimentario Mexicano propuesto por el presidente José López Portillo el 18 de marzo de 1980, parece con mucho la más sensata de las dos; pero contempla aún la persistencia de pequeños propietarios, y no dice nada acerca de cómo se repartiría la tierra en los ejidos cooperativistas: serían comunitarios, o serían parcelarios?. Resolver esta in-

terrogante es de particular importancia, ya que la propiedad - parcelaria excluye por su naturaleza el desarrollo de las fuer- zas sociales, la concentración social del capital, la elevación de los niveles de vida, la ganadería en gran amplitud y la - aplicación progresiva de las ciencias. Pero en cambio favorece la usura y la imposibilidad de pagar cualquier clase de im- puestos, dando origen a las limitadas obras públicas y socia- les en las regiones en que se manifiestan (Gómez Jara, 1970).

Coatlán del Rfo no se salva de este panorama: Las tie- rras ejidales, dedicadas al cultivo de especies anuales, son - parcelarias y los huertos son pequeñas propiedades e igualmen- te parceladas. Esto provoca, además de lo expuesto arriba, un aumento en los costos de cuidado y mantenimiento de los huer- tos y una disminución en el potencial de producción frutícola. El decirlo no constituye una declaración gratuita y aventure- ra, sino que tiene una clara razón de ser:

De una parte, los implementos de labranza y los produc- tos utilizados en el cuidado, mantenimiento y cosecha de los - huertos se multiplican; no en función del área cultivada ni en función del número de horas-hombre trabajadas por hectárea, - sino en función del número de parcelas y propietarios, disminuy- endo así la eficacia económica de los cultivos.

Por otro lado, no existe un interés comunitario para - estimular la producción frutícola de la zona, ni en conservar un modo de cultivo que puede llegar a producir una gran diversidad de frutas bien cotizadas en los mercados nacionales e internacionales, con un mínimo de costo de producción y un mínimo de riesgo de pérdidas de cosechas por plagas: la tendencia es, más bien, buscar un máximo de ingresos en un mínimo de - tiempo; poseer un trozo de tierra y continuar el mito burgués-de la herencia.

CONCLUSIONES

Aunque de ninguna manera puede considerarse este trabajo como una totalidad cerrada y completa, sí se puede extraer de él una serie de consideraciones concluyentes que, si bien no permite el establecimiento de un modelo práctico para la transformación de la producción frutícola de la localidad estudiada, sí sienta pautas a seguir en trabajos posteriores y establece concepciones teóricas de importancia que pretenden, en última instancia, dejar clara la necesidad de un replanteamiento y de una reorientación del trabajo biológico:

1.- El concepto de comunidad, en biología, no puede ni debe seguir siendo considerado ajeno a la actividad humana. En primer lugar, la comunidad sólo existe como realidad humanizada; y tratarla de cualquier otra manera sería caer en el más barato cientifismo. En segundo, restringir el trabajo biológico al terreno exclusivo de las comunidades silvestres imposibilita todo intento de aplicar el conocimiento biológico y los métodos de la biología a la transformación de la sociedad. En otras palabras, imposibilita la realización de una genuina praxis biológica.

2.- La ecología vegetal tradicional aporta un complejo bagaje metodológico aplicable casi sin modificaciones al análisis de agroecosistemas tradicionales, aunque es indiscutible -

que su dinámica total solamente puede aprehenderse mediante - un enfoque multidisciplinario estructurado alrededor de algún aparato teórico de economía política.

3.- En un momento en que el país sufre graves deficiencias alimentarias, y busca la forma de incrementar su producción frutícola con la vista puesta en el mercado exterior, los huertos frutícolas pluriespecíficos surgen como una alternativa de producción interesante y particularmente bien adaptada a la economía nacional, ya que pueden producir sin la concurrencia de los grandes capitales privados y transnacionales.

4.- Es urgente y necesario que se estimulen los intentos para rescatar modos de producción agrícola tradicionales nacionales, que se profundice en su estudio y se formalice el conocimiento de su estructura y funcionamiento. De esta manera se tendrá entre manos un amplio acervo de información que permitirá optimizar la producción agrícola del país, conjuntando modos de producción de eficacia probada tras una larga práctica empírica con un profundo conocimiento ecológico de nuestro complejo mosaico agrario y con los avances actuales en tecnología agrícola; todo ello inscrito, por supuesto, en nuestra realidad histórica y económica.

5.- Hace falta un modelo teórico que permita plantear - con seriedad vías prácticas de conocimiento y transformación - de los modos de producción agrícola de México. Aunque algunos estudiosos -en especial Victor M. Toledo (1979)- ya han hecho intentos en este sentido, falta mucho trabajo al respecto. - Trabajo que debe ser multidisciplinario, ya que involucra al - menos tres modos distintos de concepción de la realidad, que - requieren otras tantas metodologías claras y distintas; a sa-- ber:

- a) una realidad ecológica.
- b) una realidad económica-histórica y
- c) una realidad existencial.

NOTA FINAL

Este trabajo sólo cumplirá plenamente su razón de ser - en manos de los habitantes de Coatlán del Río. Para ellos está hecho y en sus manos está el incluirlo en una plataforma para la transformación de su realidad, como en sus manos está - la propia transformación concreta.

México, a 6 de mayo de 1980

BIBLIOGRAFIA

ALTHUSSER, Elementos de Autocrítica, Editorial Diez, Argentina.

ARRELLANO M., J., P. ROJAS C. y C. MATES S., 1976, Las Culturas Indígenas, la Etnobotánica y el Aprovechamiento de los Recursos, trabajo presentado en el Simposio de Etnobotánica, Departamento de Etnología y Antropología Social, INAH y Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1976.

BAILEY, L., 1908. The Principles of fruit Growing, MacMillan Co., New York.

CHAPMAN, S.B., 1976, Methods in Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

DAUBENMIRE R., 1968, Plant Communities: A Textbook of Plant Synecology, Harper and Row Publishers, New York.

de la TORRE L., C., 1977, Arboricultura Frutícola en Coatlán del Rfo, Morelos, Tesis, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, UNAM, México.

FAO, 1970, Clasificación de Suelos, UNESCO, CETENAL.

- FLORES DIAZ, A., 1974, Los Suelos de la República Mexicana, -
In: El Escenario Geográfico, INAH, México, SEP, UNAH, -
p. 9-108.
- FRIES, C., 1960, Geología del Estado de Morelos y Partes Adya-
centes de México y Guerrero. Región Central Meridional
de México, Instituto de Geología, Boletín 60, UNAM.
- GARCIA, E., 1964, Modificaciones al Sistema Climático de Köppen
para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexica
na, Offset Larios, S.A., México.
- GOMEZ H., T., 1976, Domesticación de Capsicum, trabajo presen
tado en el Simposio de Etnobotánica, Departamento de Et
nobotánica y Antropología Social, INAH y Departamento -
de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, México, -
1976.
- GOMEZ JARA, F.A. 1970, El Movimiento Campesino en México, Edi-
torial Campesina, México.
- GONZALEZ, A., 1941, Introducción al Estudio de los Suelos, ----
-, México, D.F.
- GOODALL, D.W., 1970, Statistical Plant Ecology, Annual Review-
of Ecology and Systematics, Vol. 1, p. 99-124.

- HERNANDEZ, F., 1943, Historia de las Plantas de Nueva España, - Instituto de Biología de la UNAM, Imprenta Universitaria, México, Tomo I-IV.
- HUGUET DEL VILLAR, E., 1929, Geobotánica, Editorial Labor, Barcelona.
- JUMENEZ MORENO, W., 1942. El Enigma de los Olmecas, Cuadernos Americanos, México, V.
- KREBS, C. J., 1972, Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Harper and Row Publishers, New York.
- KRICKENBERG, W., 1961. Las antiguas Culturas Mexicanas, Fondo de Cultura Económica, México.
- LOPEZ PORTILLO, J., 1980, Discurso de Guadalajara, Uno más Uno, 19 de marzo de 1980, México.
- LUQUE A., ----, Cartografía del Estado de Morelos, 3er Año, - Editora Escolar, México.
- MARGALEF, R., 1974, Ecología, Editorial Omega, Barcelona.

- MARX, K., 1844, Manuscritos Económico-Filosóficos, Ediciones -
de Cultura Popular, México, 1976.
- MARX, K., 1845, Tesis sobre Feuerbach, In: Obras Escogidas,
Editorial Progreso, Moscú, 1973, p. 7-11.
- MAY, R. M. (Ed.), 1976, Theoretical Ecology, Principles and -
Applications, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- MIRANDA, F., 1947, Estudios sobre la Vegetación de México, V.
Rasgos de la Vegetación en la Cuencia del Río Balsas, -
Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, -
8 (1-4): 95-114.
- MIRANDA, F. y E. HERNANDEZ X., 1963. Los Tipos de Vegetación -
de México y su Clasificación. Boletín de la Sociedad -
Botánica de México, 28: 29-72.
- MONTES J., I. BENITEZ y J. LANZAGORTA, 1976, Los Huertos Fami-
liares. Su Importancia desde el Punto de Vista Etnobo-
tánico, trabajo presentado en el Simposio de Etnobotáni
ca, Departamento de Etnología y Antropología Social, -
INAH y Departamento de Biología de la Facultad de Cien-
cias, UNAM, México, 1976.

- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLEMBERG, 1974, Aims and Methods of Vegetation Ecology, John Wiley and Sons Inc., New York.
- NUTTAL, Z., 1923, Los Jardines del Antiguo México, Memorias - de la Sociedad de Ciencias Naturales Alzate, 37: 193-213.
- ODUM, E.P., 1972, Ecología, Nueva Editorial Interamericana, - S.A. de C.V., México.
- OOSTING, O., 1956, Plant Ecology, Harper and Row Publishers, - New York.
- PIANKA, E.R., 1974, Evolutionary Ecology, Harper and Row Pu- - blishers, New York.
- QUERO, H., 1968, Las Plantas del Invernadero Faustino Miranda, Tesis Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, - UNAM, México.
- REYNA, T., 1974, Climas y Frutales Tropicales en México, Edi- - ción mimeográfica, Escuela Nacional de Fruticultura, - CONAFRUT, SAG, México.
- RZEDOWSKI, J., 1978, Vegetación de México, Editorial Limusa, - S.A., México.

- SANCHEZ COLIN, S., 1972. La Fruticultura como Instrumento de -
Desarrollo Económico y Social, CONAFRUT, SAG, México.
- SARUKHAM, J., 1976, Un Enfoque Ecológico de la Etnobotánica, -
trabajo presentado en el Simposio de Etnobotánica, De--
partamento de Etnología y Antropología Social, UNAH y -
Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, -
UNAM, México, 1976.
- SMITH, R. L., 1974, Ecology and Field Biology, Harper and Row
Publishers, New York.
- STAVENHAGEN, R. et al., 1967, Neolatifundismo y Explotación -
-de Zapata a la Anderson Clayton Co., Editorial Nuestro
Tiempo, México.
- TAMARO, D., 1954, Tratado de Fruticultura, 4^a Ed., G. Gill, -
S.A., Buenos Aires.
- TOLEDO, V. M., 1979, Trabajo presentado en el Primer Simposio-
de Sociobiología, Facultad de Ciencias Políticas y So--
ciales e Instituto de Biología, UNAM, México, 1979.
- URBAN, A., 1963, Geología e Historia del Estado de Morelos, -
2^a Ed., Imprenta Ruiz, Cuernavaca, Morelos.

WESTHEIM, P., 1977, Obras Maestras del México Antiguo, Ediciones Era, S.A., México.

WILSIE, C., 1966, Cultivos Aclimatación y Distribución, Acri--
bia, Zaragoza, España.