

00387



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

UN ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO PARA
LA RESTAURACION AMBIENTAL: ESTUDIO
DE CASO DE UNA COMUNIDAD NAHUA DEL
SUR DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

MARÍA VIRGINIA CERVANTES GUTIÉRREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JORGE ARTURO MEAVE DEL CASTILLO

MEXICO, D.F.

JUNIO, 2005

m 346554



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Con todo mi amor y agradecimiento a mis padres

Josefina y Emilio

*Con admiración y respeto a los habitantes de la región de
la Montaña de Guerrero, quienes me han enseñado
la importancia de establecer un diálogo de saberes.*

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ma. Virginia

Cervantes Gutiérrez

FECHA: 3 de agosto de 2005

FIRMA: Virginia Cervantes

"La interdisciplinariedad comienza desde la formulación misma del problema, antes de los estudios disciplinarios, se prolonga en un largo proceso (que no es lineal, que pasa por diversas fases, cada una con sus propias reglas del juego) y acompaña a los propios estudios disciplinarios hasta el término mismo de la investigación"

"En el estudio interdisciplinario de los sistemas ambientales, la articulación entre las disciplinas comienza en el mismo punto de partida de la investigación, a través de un marco epistémico común. Sin ello no es posible lograr un estudio sistémico que conduzca a un diagnóstico integrado y a una formulación compartida de políticas alternativas"

Rolando García, 1994.

AGRADECIMIENTOS

El aprendizaje que he obtenido a lo largo del desarrollo de esta investigación, aunque largo y difícil, es invaluable pues me ha permitido consolidar una forma distinta de pensar y concebir la complejidad de la relación sociedad-naturaleza. Indudablemente, en este proceso de aprendizaje contribuyeron sustancialmente varios investigadores, campesinos y estudiantes, quienes tuvieron el interés y la disposición de compartir el reto de conformar un equipo de trabajo interdisciplinario. La dirección metodológica o sugerencias que cada cual aportó, siempre con el compromiso y respeto al objetivo central de la restauración ambiental, es lo que permitió la construcción de un proceso de retroalimentación y análisis conjunto. Por todo ello, deseo expresarles un profundo agradecimiento, así como reiterarles que la presente tesis doctoral es el resultado del trabajo que realizamos en conjunto; como es bien sabido, no hay personas interdisciplinarias sino equipos interdisciplinarios.

A los M. en C. Julia Carabias y Vicente Arriaga, compañeros de trabajo y amigos de siempre, les doy las gracias por la confianza depositada en mí para continuar y llevar a término la idea del proyecto de restauración ambiental, misma que concebimos al seno de lo que fuera el Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales (PAIR-UNAM). Su apoyo incondicional para tratar de salvar los constantes tropiezos que sufrió el proyecto durante su desarrollo, aun cuando estuvieran alejados del proceso operativo, fue para mí una muestra de su interés y complicidad en torno a una idea común, espero no haberlos defraudado.

A los Doctores Ana Paula de Teresa Ochoa y Jorge Gama Castro les agradezco profundamente su amistad, pero sobre todo su disponibilidad para compartir conmigo su vasta experiencia en los temas de las ciencias sociales y del suelo. Su dirección para desarrollar los Capítulos III y IV, respectivamente, permitió no sólo utilizar o adecuar rigurosamente metodologías de trabajo y análisis específicas a cada tema, si no también, crear un proceso de intercambio y reflexión mutua que enriqueció sustancialmente el desarrollo de las distintas etapas por las que transitó esta investigación.

Al Biól. Gilberto Hernández Cárdenas, compañero de trabajo y cómplice de aventuras intelectuales, le doy las gracias por aceptar la seducción y los retos que implicaron el desarrollo del proyecto de restauración ambiental. La dirección y participación que aportaste para la consolidación del análisis espacial en los diferentes temas que conforman esta investigación, se expresaron no solamente en mapas de síntesis con excelente calidad, sino también, en la creación de una metodología que permitió obtener una cartografía específica para los suelos de Zoyatlán; sin lugar a dudas, todo ello es resultado del compromiso y ética profesional que te caracterizan.

La asesoría y ayuda incondicional que el Dr. Ignacio Méndez prestó para el análisis estadístico de los datos obtenidos en esta investigación fue invaluable. Sus aportes en los análisis multivariados realizados en el Capítulo V, permitieron aplicar una metodología novedosa que

favoreció el análisis integrado de las variables del uso del suelo, del medio físico y de la vegetación. Por el compromiso en la formación de sus alumnos y compartir su sabiduría, muchas gracias querido Maestro.

Al Geol. Germán Urbán, quien participó en la etapa de diagnóstico ecológico auxiliándonos en el reconocimiento de campo para identificar y delimitar la litología y geomorfología de la comunidad de Zoyatlán. Sin duda, el aprendizaje práctico que obtuvimos en los temas de fotointerpretación y cartografía, fueron gracias a tu paciencia y agradables métodos de enseñanza.

Al equipo "estrella de restauración", denominado así por su interés y compromiso por desarrollar de manera certera y diligente las actividades e investigaciones que nos asignamos, esto a pesar de las épocas en donde la disponibilidad de recursos económicos nos abrumaba, y ponía en duda la continuación del proyecto. Las Antrop. Miriam Hernández Neri y Yolanda Hernández Franco participaron tanto en el diseño y aplicación de las entrevistas y encuestas que fueron realizadas en la comunidad, como en la búsqueda de información en los diversos archivos documentales que fueron consultados para la elaboración del Capítulo III. Los Biól. Melitón López González, Nérida Salas Nava, Humberto Rendón Carmona, Cristóbal Flores Chamú, Alma Rosa Carmona Reina e Isabel Catarino, participaron en todo el proceso de investigación y de operación que se desarrolló tanto para la producción de plantas en vivero, como en el establecimiento y evaluación de las estrategias de restauración establecidas en la comunidad de Zoyatlán. Muchas gracias, queridos todos, por su apoyo incondicional y la frescura y energía que aportaron, por el crecimiento mutuo que esta experiencia nos permitió, por el cariño y la amistad que consolidamos, pero sobre todo por el sueño compartido de restaurar La Montaña.

En nombre de todos mis compañeros y del mío propio, deseo dar las gracias a los habitantes de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, quienes nos permitieron convivir en su territorio y compartir su conocimiento. Sin lugar a dudas, su participación y paciencia para el desarrollo de las distintas etapas y actividades por las que transitó el proyecto de restauración, es lo que permitió diseñar y consolidar las estrategias de restauración que fueron establecidas en la comunidad.

Al Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo le doy las gracias por sus comentarios y sugerencias para la corrección de estilo del documento final, pero sobre todo por haber dado cabida en el Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias (UNAM), a un proyecto de investigación que ya contaba con sus propios métodos de trabajo, financiamientos y compromisos académicos e institucionales.

El Dr. Francisco Javier Álvarez Sánchez, quien formó parte del comité tutorial, le agradezco todas las sugerencias y comentarios que aportó, su apoyo continuo y respeto para con esta investigación son una muestra de su gran calidad humana.

A los doctores que fungieron como miembros del jurado: Alicia Castillo Álvarez, Ana Paula de Teresa Ochoa, Jorge Enrique Gama Castro, Raúl García Barrios, José Manuel Maass Moreno, Jorge Arturo Meave del Castillo e Ignacio Méndez Ramírez; les doy las gracias por todo el tiempo

dedicado a la revisión del presente documento. Sus comentarios y sugerencias ayudaron a mejorar el contenido y la presentación de la información.

A mis amigos de siempre, Liliana López, Adriana Osnaya, Eréndira Álvarez, Rafael Serrano, Nuri Trigo, Elizabeth Soleiro, Ma. Esther Sánchez, Carolina Jasso, Vicente Arriaga, Martha Cano, Jesús Serrano, Gilberto Hernández, Ivonne Vargas, Martha Pérez y Mary Colin, les doy gracias por distinguirme con su amistad incondicional y por compartir conmigo los momentos agradables y desagradable; su apoyo continuo en mi desarrollo profesional y personal han sido insustituibles.

El Biól. Marco Antonio Romero tuvo siempre la disposición para auxiliarme tanto en el uso de paquetes de cómputo, como en la recuperación de la información que por descuidos o problemas técnicos llegue a perder, gracias Marco.

La M. en C. Beatriz González Hidalgo tuvo la amabilidad de corroborar o corregir la identificación taxonómica de las especies pertenecientes a las familias Aristolochiaceae y Asteraceae.

La diferentes etapas por las que transitó el desarrollo de esta investigación contó con el apoyo de diferentes fuentes financieras. La Fundación Rockefeller y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. aportaron recursos económicos para realizar la mayor parte de las investigaciones, para establecer un vivero en la comunidad de Zoyatlán y para poner en practica los primeros ensayos de las estrategias de restauración. Con los recursos económicos aportados por el Programa Nacional de Reforestación, a través de la SEMARNAP, fue posible no sólo extender, en número y superficie, las estrategias de restauración, sino también establecer otro vivero (en Tlapa de Comonfort) con mayor capacidad para la producción de plantas. Además, con estos recursos se consolidaron las colectas de semillas activa y base, ambas insumos medulares para asegurar la producción de plantas en los viveros comunitarios.

También deseo expresar mi agradecimiento al Laboratorio de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, al Departamento de Suelos del Instituto de Geología de la UNAM y al Departamento de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Puebla, por su apoyo logístico y técnico.

Finalmente, a la Universidad Nacional Autónoma de México, le doy las gracias no sólo por contribuir a mi formación profesional, sino también por los apoyos económicos con los cuales me distinguió la Facultad de Ciencias, a través de los programas de apoyos académicos. Con los recursos del programa PAEP tesis doctorales, fue posible adquirir reactivos y material de laboratorio necesarios para esta investigación. Además, con la Comisión con Goce de Sueldo (Art. 95, inciso b del Estatuto de personal Académico) por un año, tuve la oportunidad de dedicarme de tiempo completo a procesar los datos y analizar sus resultados, así como a elaborar el primer manuscrito de esta tesis.

RESUMEN

Esta investigación pretende contribuir a subsanar el problema de la escasa información disponible para realizar actividades de restauración en regiones rurales marginadas. Para incidir en dicha problemática fue necesario sentar las bases conceptuales y metodológicas que permitieran, en un plazo mediano, generar propuestas con las cuales fuera posible mejorar el ambiente natural y productivo de la comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México). En este estudio de caso, se consideró como eje de estudio el estado y dinámica de la degradación del suelo y la relación que guarda tanto con los diferentes usos de la tierra, como con la vegetación que sustenta. Para ello se diseñó y desarrolló un marco de estudio interdisciplinario. La combinación de herramientas metodológicas y de análisis utilizadas por las ciencias ambientales y sociales permitió examinar la identidad e intensidad de las prácticas que determinan el estado actual del sistema; así como reconocer los factores socioeconómicos y demográficos que a través del tiempo han favorecido dicho estado.

Los resultados indicaron que Zoyatlán cuenta con una larga historia de uso de sus recursos naturales. De la superficie total, 924 ha, actualmente sólo 25.9% se utiliza para las actividades agropecuarias, mientras que 70.8% presenta algún tipo de cubierta vegetal leñosa. Domina la superficie ocupada por el bosque tropical caducifolio (BTC), el que se extiende en 65.1% del total comunitario. Sin embargo, éste mayormente corresponde a vegetación secundaria, pues únicamente 8.08 ha se encuentra en moderado estado de conservación. La reconstrucción histórica de la posesión y uso del suelo mostró que el deterioro de la cubierta vegetal no es el resultado de las actividades productivas que durante los últimos 60 años han realizado los habitantes de Zoyatlán. Los conflictos de invasión de tierras ocurridos a principios del siglo XX fueron la principal causa de deforestación. Por ello, más del 70% de los terrenos que actualmente se utilizan con fines agropecuarios, fueron obtenidos sin vegetación. Paradójicamente, la predominancia de BTC secundario en los sitios menos aptos para el desarrollo de las actividades agrícolas, es resultado de la combinación de estrategias sociales y económicas, así como de la certeza en la tenencia de la tierra. Actualmente, las áreas con pendientes superiores a 45% no se utilizan con fines agrícolas desde hace por lo menos 10 años. Incluso aquellas con la vegetación en mejor estado (cobertura, estructura y riqueza de especies) son resultado de un proceso de regeneración, que tomó lugar a raíz de la solución de los conflictos agrarios.

Las particularidades del uso de la tierra en el accidentado paisaje de Zoyatlán, es resultado del conocimiento empírico de las limitantes y potencialidades que los usuarios reconocen y que a la vez han combinado con los cambios tecnológicos promovidos desde finales de la década de 1970. El conocimiento ancestral del uso y manejo del paisaje se sintetiza en una clasificación de suelos propia. En esta clasificación los campesinos identifican siete tipos de suelos, los cuales de acuerdo a su aptitud de uso agrícola se organizan en cuatro clases. En la designación de clases se

combinan criterios de calidad del suelo, de accesibilidad y esfuerzo de trabajo agrícola, así como de relación costo/beneficio. Este conocimiento, combinado con el uso de fertilizantes (naturales y químicos) y variados sistemas de siembra, son la base de los tres principales sistemas de producción agrícola que actualmente se realizan en Zoyatlán.

Destaca la migración como el proceso y actividad laboral que no sólo ha aminorado el impacto del acelerado crecimiento de la población, sino también ha promovido la capitalización de las familias. Ello ha favorecido que la intensidad de uso agrícola del suelo, no haya sobrepasado los límites de funcionalidad del suelo. Los resultados de la metodología por indicadores de calidad del suelo, mostraron que el estado actual de los suelos de Zoyatlán presenta condiciones con severas restricciones solamente en 94.99 ha. Además, destaca que de las 746.13 ha que presentan condiciones con restricciones moderadas y mínimas, menos de una tercera parte de esta superficie sea utilizada con fines agrícolas. La variedad de estrategias utilizadas en el manejo del suelo es lo que explica su estado actual. Por ello, varias de las características físicas y químicas que presentan los suelos son atípicas para Regosoles que no han sido profundamente transformados por el hombre. Esto indica que sus características son el resultado de un proceso de antropización positiva, que ha operado en la comunidad durante más de cinco siglos.

Aunque se constató que en Zoyatlán está ocurriendo un proceso de regeneración vegetal, también fue evidente que la vegetación se encuentra empobrecida. Esto debido a que dicho proceso está dirigido por las especies que cuentan con los hábitos de colonización más agresivos. El estado actual del suelo (características físicas y químicas), no es el factor que limita el establecimiento y desarrollo de las especies de etapas serales tardías. Factores como la escasez de individuos reproductores y por ende de propágulos, los mecanismos de dispersión y la longevidad ecológica de las semilla, así como la aptitud de uso agrícola del suelo, son los que determinan el empobrecimiento actual de la vegetación. Con estos elementos se diseñaron las estrategias de restauración ambiental y se reintrodujeron 17 especies de leguminosas leñosas, además de un agave. Los sistemas agroforestales se establecieron en las parcelas bajo uso agrícola, esta estrategia fue considerada como la práctica que previene la degradación del suelo. Las plantaciones fueron consideradas como la práctica que corrige la estructura y composición de la vegetación en las áreas que ya no son utilizadas para las actividades agrícolas.

Los resultados destacaron que en los Ecosistemas Culturales el diseño de estrategias de restauración idóneas no solamente competen a los temas ecológicos. Las complejas interrelaciones con los temas sociales y económicos deben ser analizadas seriamente; de lo contrario, las propuestas de restauración tendrán escasas repercusiones en el mejoramiento del ambiente.

ABSTRACT

This research seeks to contribute to heal the problem of scarce information available to perform restoration activities in marginated rural regions. In order to influence in such problem, it is necessary to establish a conceptual and methodological framework that could allow, in a mid term, to generate proposals with which it could be possible to improve the natural and productive environment of San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México). In this case study, the axis of the research was the status and dynamics of soil degradation and the relationship it has both with the different uses of the land as with the sustaining vegetation. To this purpose, an interdisciplinary research framework was designed and developed. The combination of methodological and analytical tools used by environmental and social sciences allowed to examine the identity and intensity of the practices that determine the current status of the system, as well as to recognize the socioeconomic and demographic factors that through time have favored such status.

Results show that Zoyatlán has a long history in the use of its natural resources. Out of its total surface, 924 ha, currently only 25.9% is used for agricultural and grazing activities, whereas 70.8% presents some type of woody vegetation cover. The dominating cover type is tropical deciduous forest (TDF) covering the 65.1% of the community total. However, this is mostly secondary vegetation since only 8.08 ha are found in a moderate state of conservation. The historical reconstruction of ownership and use of the land showed that the deterioration of the vegetation cover is not the result of the productive activities that during the last 60 years have been performed by the inhabitants of Zoyatlán. Conflicts of land invasion that happened in the beginning of the XX century were the main cause of deforestation. Due to this, more than 70% of the land currently used for agricultural and grazing activities were obtained without vegetation. The dominance of TDF in less fit places for agricultural activities is the result of a combination of social and economic strategies, as well as to certainty in land ownership. Currently, areas with slopes higher than 45% have not been used for agriculture at least for the past 10 years. Even those areas with vegetation in a better shape (cover, structure and species richness) are the result of a process of regeneration that began when the land conflicts were solved.

Particularities in land use of the landscape of Zoyatlán, is the result of an empirical knowledge of limitations and potentials that the users recognize and that at the same time have combined with technological changes promoted since the end of the 70's. Ancestral knowledge of use and management of the landscape is synthesized in a soil classification of their own. In this classification the peasants identify seven soil types, which are organized into four classes according to their agricultural use aptitude. In the designation of classes, criteria of soil quality are combined with accessibility and agricultural effort, as well as of a cost/benefit relation. This knowledge, combined with the use of fertilizers (natural and chemical) and various growing systems, are the basis for the three main agricultural production systems currently being used in Zoyatlán.

Migration stands out as the process and working activity that has not only reduced the impact of a growing population, but also has promoted the capitalization of the families. This has favored that the intensity of agricultural use of soil has not passed the limits of soil functionality. The results of the methodology by soil quality indicators, showed that soils in Zoyatlán current present conditions with severe restrictions only on 94.99 ha. Also it stands out that 746.13 ha present conditions with moderate and minimum restrictions, less of a third of this surface is used for agriculture. The variety of strategies used in soil management is what explains the current situation. Therefore, various of the physical and chemical characteristics that the soils present are no typical for Regosols that have not been deeply transformed by men. This indicates that their characteristics are the result of a process of positive antropization, that has been operating in the community for over five centuries.

Although it was seen that in Zoyatlán a process of vegetation regeneration is happening, it was also evident that the vegetation is impoverished. This is due to the fact that the process is directed by species with most aggressive colonization habits. The current status of the soil (physical and chemical characteristics) is not the limiting factor in the establishment and development of species in late seral stages. Factors as scarcity of reproductive individuals and therefore of offspring, dispersion mechanisms and ecological longevity of the seed, as well as the suitability for agricultural use of the soil, determine the current impoverishment of the vegetation. With this elements, strategies for environmental restoration were designed and 17 woody leguminous species were reintroduced as well as an agave. Agroforestry systems were established in plots under agricultural use, as a strategy for avoiding the soil degradation. The plantations were considered as the practice that corrects the structure and composition of vegetation, in the areas that are no longer used for agricultural activities.

Results highlighted that in Cultural Ecosystems the design of adequate restoration strategies does not belong only to ecological themes. The complex interrelationships with social and economical themes must be analyzed seriously; otherwise, restoration proposals will have scarce impact in improving the environment.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX

PRESENTACIÓN	1
---------------------	----------

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

I.1. La Restauración Ecológica como Actividad Científica	
I.1.1. Marco histórico	8
I.1.2. Marco conceptual	9
I.1.3. Requisitos para diseñar y establecer actividades de restauración	13
I.2. Antecedentes de la Investigación	16
I.2.1. Hipótesis y objetivos	17
Referencias	21

CAPÍTULO II. UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

II.1. Introducción	26
II.2. Área de estudio	27
II.3. Métodos	30
II.4. Resultados y Discusión	
II.4.1. Características del medio físico	33
II.4.2. Vegetación y uso de suelo	39
II.4.3. Características socioeconómicas	44
II.5. Discusión General del capítulo	53
Referencias	55

CAPÍTULO III. HISTORIA DE USO DEL SUELO DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

III.1. Introducción	60
III.2. Métodos	61
III.3. Resultados y Discusión	

III.3.1 Historia de poblamiento	65
III.3.2. Conflictos agrarios y tenencia de la tierra	73
III.3.3. Historia de uso de las parcelas de las unidades familiares (siglo XX)	
III.3.3.1. Características generales de las unidades familiares	81
III.3.3.2. Historia de posesión y uso de las parcelas de las unidades familiares	83
III.3.3.3. Características demográficas y laborales de las unidades familiares	
III.3.3.3.1. Origen y tipo de familia	88
III.3.3.3.2. Actividades de migración	92
III.3.3.3.3. Actividades agrícolas	96
III.3.3.3.4. Sistemas de producción agrícola	98
Referencias	113
Anexo III.1. Formato de la Encuesta Genealógica	

CAPÍTULO IV. LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

Presentación del Capítulo	118
Referencias	122

CAPÍTULO IV SECCIÓN I. THE LAND CLASSIFICATION SYSTEM OF THE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN (S MEXICO) NAHUATL INDIGENOUS COMMUNITY: A BASIS FOR A SUITABLE PARAMETRIC SOIL USE PROPOSAL

IV.I. Abstract	126
IV.I.1. Introduction	126
IV.I.2. Regional Setting	127
IV.I.3. Methods	139
IV.I.4. Results and Discussion	
IV.I.4.1. An overview about zoyotlan's indigenous knowledge of land and soils	132
IV.I.4.2. Zoyatlán soil types and terminology	133
IV.I.4.3. Formalization of the Zoyatlán land classification system and hierarchical characterization.	139
IV.I.4.4. Soil management generalities	142
IV.I.4.5. Physical and chemical characteristics of the agricultural soils at Zoyatlán	144
IV.I.5. An Alternative Methodological Approach	
IV.1.5.1. A multifactor or parametric proposal	146
IV.1.5.2. Example of a single land characteristic	147
IV.1.5.3. Representation of parametric information	149
IV.I.6. Conclusions	152

References	153
Appendix IV.1. Soil Analyses	

CAPÍTULO IV SECCIÓN II. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE MONTAÑA DEL TRÓPICO SECO DEL SUR DE MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN PARAMÉTRICA POR FACTORES LIMITANTES Y DE CALIDAD DEL SUELO

IV.II. Resumen	160
IV.II.1. Introducción	160
IV.II.2. Área de estudio	163
IV.II.3. Métodos	
IV.II.3.1. Trabajo de campo y laboratorio	165
IV.II.3.2. Factores limitantes y de calidad	165
IV.II.3.3. Categorías de suelo	171
IV.II.3.4. Clases de suelo	174
IV.II.3.5. Retención de agua del suelo	174
IV.II.3.6. Distribución espacial de las categorías y clases de suelo	174
IV.II.4. Resultados y discusión	
IV.II.4.1. Fertilidad del horizonte cultivable y accesibilidad de los terrenos	176
IV.II.4.2. Retención de agua y erodabilidad del horizonte cultivable	181
IV.II.4.3. Estado actual de los suelos de Zoyatlán – Metodología paramétrica	
IV.II.4.3.1. Perfiles representativos	184
IV.II.4.3.2. Análisis total de los perfiles de suelo	188
IV.II.4.3.3. Distribución espacial de las categorías y clases de suelo	192
IV.II.5. Discusión general	201
IV.II.6 Conclusiones	203
Referencias	204

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS EN LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA EN LA MONTAÑA DE GUERRERO

V.1. Introducción	210
V.2. Métodos	211
V.3. Resultados	
V.3.1. Análisis descriptivo	
V.3.1.1. Descripción general	218
V.3.1.2. Riqueza de familias por sitio de muestreo y estrato	218
V.3.1.3. Cobertura de la vegetación	218

V.3.1.4. Riqueza y diversidad de especies	222
V.3.1.5. Valor de importancia de las especies	223
V.3.1.6. Altura de la vegetación	228
V.3.2. Análisis estadístico	
V.3.2.1. Comparación de la composición florística entre sitios de muestreo	230
V.3.2.2. Análisis de regresión	233
V.3.2.3. Análisis de varianza	233
V.3.2.3.1. Variables globales de la vegetación	233
V.3.2.3.2. Variables ambientales	236
V.3.2.3.3. Variables ambientales y globales de vegetación	237
V.4. Discusión	244
Referencias	262
Anexo V.1	
Anexos V.2A y V.2B	

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN GENERAL

VI. Presentación	270
VI.1. Estado actual del sistema de estudio	270
VI.2. Identificación de los factores de disturbio	276
VI.3. Definición de objetivos	279
VI.4. Atributos a restaurar	280
VI.5. Diseño de estrategias y escala de aplicación	288
VI.6. Reflexiones generales	291
Referencias	300

PRESENTACIÓN

Cuando la utilización de los recursos naturales excede su capacidad de recuperación, se presentan problemas de deterioro del medio biótico y abiótico. Esta situación propicia el empobrecimiento del medio natural y afecta, de forma directa o indirecta, la calidad de vida de la población (Postel y Heise, 1988; Wali, 1992; Carabias y Arizpe, 1993). Los problemas en torno a la pérdida de los recursos naturales y del gran número de hectáreas de suelos degradados son resultado de factores de muy diversa índole. Así se encuentran desde los relacionados con las formas de explotación de los recursos, en donde se ha dado prioridad al punto de vista comercial (Postel y Heise, 1988), hasta aquellos que tienen que ver con los grandes cambios industriales (Covert, 1990; Kico, 1990; Blum, 1990), culturales (Castro, 1992; Bilsborrow, 1994), socioeconómicos (Hall, 1992; Watt, 1992; Cruz, 1994), o una combinación de todos ellos (Postel y Heise, 1988; Jordan III et al., 1989; Wali, 1992; Dhar, 1992; Dyer, 1992; Thiam, 1994; van den Oever, 1994). A esta problemática se añade el limitado interés que los científicos mostraron por participar en la restauración de los ambientes degradados. Muestra de ello es que previamente a los estudios de Aldo Leopold iniciados en 1953, la mayoría de los trabajos prácticos y de manipulación de los ecosistemas fueron realizados con fines de producción agrícola y forestal (Jordan III et al., 1989; Bradshaw, 1989a, b; Harper, 1989; Wali, 1992; Dwight-Baldwing et al., 1993).

Se ha sugerido que las investigaciones pioneras de Leopold fueron la base para la generación de un nuevo enfoque de estudios ecológicos, reconocido como la reconstrucción de los ecosistemas, el cual ha permitido la rehabilitación o restauración de diversos ambientes ecológicos (Bradshaw, 1989a; Jordan III et al., 1989; Jordan III, 1993). Sin embargo, las experiencias obtenidas en diversos ambientes (Petrillo, 1990; Hall, 1990; Castro, 1992; Hall, 1992) indican que no basta con conocer la composición y el funcionamiento de los ecosistemas. Para que las propuestas prácticas que se desprenden de estas investigaciones sean replicables tienen que estar inmersas en un marco multidisciplinario de investigación. Por ello, tanto las ciencias ambientales como las sociales y económicas son piezas clave en el desarrollo de esta tecnología ambiental (Cairns, 1990; Tyson, 1990; Hill, 1990; Wali, 1992; Dwight-Baldwing et al., 1993; Cruz, 1994).

En países en desarrollo se ha prestado poca atención al impulso de investigaciones de restauración. Por una parte, esto es debido a que la degradación de los recursos naturales y su mejoramiento están fuertemente influenciados por problemas económicos y de políticas institucionales inadecuadas; por la otra, a la falta de una metodología adecuada para condiciones ambientales particulares. Al respecto, se debe considerar que en el mejoramiento o la reconstrucción de los ambientes degradados se requiere de una base de información que por lo menos dé cuenta de la relación existente entre la vegetación, el suelo y los factores que propician la degradación (Wali, 1992; Nirander et al., 1992; Dwight-Baldwing, 1993; Anderson, 1995; Hoobs y Norton, 1996). Desafortunadamente, para el trópico americano dichas acciones se ven limitadas, entre otras

razones, por la heterogénea, limitada y en ocasiones inaccesible información que hay sobre los factores antes mencionados, además de los escasos recursos económicos asignados a las actividades de restauración (Brumback y Brumback, 1990; Hamilton, 1990; Matthewz, 1991).

Esta investigación intenta solventar, al menos parcialmente, el problema de la escasa información disponible para restaurar los ambientes deteriorados en regiones rurales marginadas, sitios donde la subsistencia de las poblaciones humanas dependen directamente de sus recursos naturales. Se consideró que para incidir en dicha problemática es necesario sentar las bases conceptuales y metodológicas que permitan, en un plazo mediano, atender el mejoramiento de las áreas degradadas en una comunidad rural indígena de la región de La Montaña (estado de Guerrero).

El estudio partió de la premisa de que es posible generar una serie de propuestas metodológicas para mejorar el ambiente natural y productivo de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (municipio de Xalpatlahuac). Se consideró como eje de estudio el estado y dinámica de la degradación del suelo y la relación que guarda tanto con los diferentes usos de la tierra, como con la vegetación que sustenta. En este análisis se examina la identidad y la intensidad de las prácticas productivas que promovieron o promueven la degradación de los recursos suelo y vegetación, identificando los factores intrínsecos y extrínsecos que determinan el estado actual del sistema. En teoría, la identificación del papel de cada uno de estos factores en el área de estudio permitiría discernir si la vegetación existente en los diferentes microambientes obedece a los distintos tipos de degradación del suelo, o si la distribución y las características de la vegetación son independientes del factor edáfico.

Para consolidar esta meta, la presente investigación se diseñó y desarrolló en un marco de estudio interdisciplinario. La combinación de herramientas metodológicas y de análisis utilizadas por las ciencias ambientales y sociales permitió no solamente identificar el estado actual de los recursos suelo y vegetación de la comunidad de Zoyatlán, sino también reconocer los factores sociales y demográficos que en el tiempo, histórico y actual, han determinado dicho estado; asimismo, permitió identificar los factores ecológicos y socioeconómicos que actualmente limitan el desarrollo de la cubierta vegetal. Fue sobre esta base de información que se diseñaron y establecieron las estrategias de restauración que fueron realizadas en la comunidad de estudio. Los principales hallazgos destacaron que el diseño de estrategias de restauración idóneas no solamente competen a los temas ecológicos. Las complicadas relaciones con los temas sociales y económicos (conflictos agrarios, tenencia de la tierra, cantidad y calidad de la superficie agrícola, prácticas de cultivo, disponibilidad de fuerza de trabajo y migración, entre otros), deben ser analizados muy seriamente; de lo contrario, las propuestas de mejoramiento sólo serán factibles para los sitios no habitados por la especie humana.

En el presente documento la información antes resumida se encuentra desarrollada en seis capítulos. En el primero se presenta una breve revisión de los términos y la temática relacionados con la restauración ecológica. Sobre esa base se perfila el marco conceptual y las etapas por las que transitó la presente investigación. En el segundo capítulo se presenta el diagnóstico socioambiental

de la comunidad de san Nicolás Zoyatlán, el cual refleja de manera general el estado de "integridad" del sistema de estudio, así como las características socioeconómicas que se relaciona directa o indirectamente con las formas de uso actual de los recursos. En tercer lugar se presenta la historia de poblamiento y de uso de los recursos de la comunidad de estudio, aquí se destacan las particularidades de los sistemas de producción agrícola y los cambios que han sufrido en el tiempo. Este capítulo se utilizó como la base de la explicación del disturbio que se ha presentado en la comunidad a través del tiempo. El capítulo IV, constituido por dos secciones, se aboca al estudio de los suelos. En la primera sección se documenta el conocimiento etnopedológico de los habitantes de Zoyatlán y su vínculo con la aptitud de uso agrícola del suelo; a su vez, esto refleja la diferenciación del paisaje natural y productivo de la comunidad. Sobre esta base de información, en la segunda sección del capítulo se presenta una propuesta metodológica para evaluar el estado actual del suelo. Su diseño y aplicación se realizó a través de índices de calidad del suelo, los cuales fueron contruidos a partir de las limitantes y potencialidad identificadas por la clasificación indígena de suelos utilizada por los productores. Ambas secciones retoman la información de los sistemas de producción agrícola, emanada del capítulo III, para la discusión de resultados. En el capítulo V se puntualizan las características específicas de la vegetación. El estado de los diferentes parches de vegetación se describe en relación con los factores del medio físico y los de calidad de suelo que fueron obtenidos de los capítulos II y IV, respectivamente. Su discusión integra la información de estos dos capítulos y la que se refiere a la historia de uso de los sitios, generada en el capítulo III, así como también la derivada de las estrategias de restauración de la vegetación que fueron realizadas en Zoyatlán. En este último caso, cabe aclarar que el detalle de la información referente al establecimiento de las plantaciones (prácticas correctivas) y sistemas agroforestales (prácticas preventivas) ya fue publicada en un libro (Cervantes et al., 2001). Por esta razón, en el presente documento solamente se retoman los resultados relacionados con los atributos biológicos de las especies que fueron reintroducidas. Los procesos operativos vinculados con el establecimiento de las estrategias de restauración y su mantenimiento se retoman en la discusión general.

Finalmente, en la discusión general se retoma la información y las propuestas metodológicas emanadas de los cinco capítulos, discutiendo la pertinencia de los diferentes niveles de análisis a la luz de los resultados perfilados, tanto de manera independiente como combinada. Se destaca la necesidad imperante de definir objetivos claros y metas realistas para las actividades de restauración, en donde se considere integralmente la realidad socioeconómica y ambiental de México. Tal condición ayudará en la construcción del marco de acción de estos programas, diferenciando las necesidades de información, los actores particulares y el tipo (s) de actividad (es) más promisorias (s). Estos elementos, por una parte contribuirán a que los usuarios reconsideren el importante papel que tienen en el diseño, establecimiento y mantenimiento de las actividades de restauración. Por la otra, ayudarán a administrar de manera eficiente los recursos económicos que hoy en día se destinan a estas acciones, pero que con todo son escasos en el contexto del estado actual de los recursos ambientales del país.

REFERENCIAS

- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 56 (Suppl.): 187-211.
- Bilsborrow, R. 1994. Population, development and deforestation: some recent evidences. 117-133 pp. En: *Population Environment and Development*. Naciones Unidas. Nueva York.
- Blum, B. 1990. Composting and recycling organic wastes: the environmental imperative. 182-185 pp. En: J.J. Berger (Ed.). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*. Island Press. Covelo, California.
- Bradshaw, A. 1989a. Restoration: an acid test for ecology. 23-29 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Bradshaw, A. 1989b. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. 53-73 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Brumback, B.C. y R.A. Brumback. 1990. Land acquisition for restoration and protection. 306-311 pp. En: J.J. Berger (Ed.). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*. Island Press. Covelo, California.
- Cairns, J. 1990. Some factors affecting management strategies for restoring the earth. 347-351 pp. En: J.J. Berger (Ed.). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*. Island Press. Covelo, California.
- Carabias, J. y L. Arizpe. 1993. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. 43-59 pp. En: Azuela, A., J. Carabias, E. Provencio y G. Quadri (Eds.). *Desarrollo Sustentable. Hacia una Política Ambiental*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Castro, A.H.P. 1992. Social forestry: a cross-cultural analysis. pp. 63-77. En: M.K. Wali (Ed.). *Ecosystem Rehabilitation Vol. 1*. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Cervantes, V., M. López-González, N. Salas, G. Hernández. 2001. *Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación*. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Programa Nacional de Reforestación. México, D.F.
- Covert, C.J. 1990. Revegetation of abandoned acid coal mine spoil in South Central Iowa. 128-136 pp. En: J.J. Berger (Ed.). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*. Island Press. Covelo, California.
- Cruz, J.M. 1994. Population pressure and land degradation in developing countries. pp. 135-147. En: *Population Environment and Development*. Naciones Unidas. Nueva York.
- Dhar, B.B. 1992. Ecosystem rehabilitation - issues and policies in developing countries with special reference to India. 157-167 pp. En: M.K. Wali (Ed.). *Ecosystem Rehabilitation Vol. 1*. SBP Academic Publishing. La Haya.

- Dwight-Baldwin, A. 1993. Rehabilitation of land stripped for Coal in Ohio – reclamation, restoration, or creation? 181-191 pp. En: A. Dwight Baldwin, J. de Luce, C. Pletsch (Eds.) Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch. 1993. Introducción: Ecological preservation versus restoration and invention. 3-16 pp. En: A. Dwight Baldwin, J. de Luce, C. Pletsch (Eds.) Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Dyer, M.I. 1993. Ecosystem redevelopment: prospects for the future. 215-219 pp. En: A. Dwight Baldwin, J. De Luce, C. Pletsch (Eds.) Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Hall, R.S. 1990. Wetland issue conflict management. pp. 369. En: J.J. Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press. Covelo, California.
- Hall, C.A. 1992. Economic development or developing economics: what are our priorities. 101-125 pp. En: M.K. Wali (Ed.). Ecosystem Rehabilitation Vol. 1. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Hamilton, L.S. 1990. Restoration of degraded tropical forest. 113-122 pp. En: J.J. Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press. Covelo, California.
- Harper, J.L. 1989. The heuristic value of ecological restoration. 35-45 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge University Press. Nueva York.
- Hill, E. 1990. Cost-effective resource management planning. 373 pp. En: J.J. Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press. Covelo, California.
- Hoobs, R.J. y D. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology, 4: 93-110.
- Klco, K. 1990. Restoration symbiosis: integrating environmental programs into industrial operations for quarry reclamation success at Coaldale, Colorado. 137-141 pp. En: J.J. Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press. Covelo, California.
- Jordan III, W. 1993. "Sunflower Forest": Ecological restoration as the basis for a new environmental paradigm. 17-34 pp. En: A. Dwight Baldwin, J. De Luce, C. Pletsch (Eds.) Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. 1989. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. 3-21 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge University Press. Nueva York.
- Matthews, J.D. 1991. Silvicultural Systems. Clarendon Press, Oxford.

- Nirander, M., M. Safaya y K. Wali. 1992. Aplicability of U.S. environmental laws in the developing countries: an analysis of ecological and regulatory concepts. 143-155 pp. En: M.K. Wali (Ed.). Ecosystem Rehabilitation Vol. 1. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Petrillo, J.E. 1990. Some principles of conflict resolution and citizen design workshops. 369-370 pp. En: John Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press, Washington, D.C.
- Postel, S. y L. Heise, 1988. Reforesting the Earth. Worldwatch. Paper 83. Nueva York.
- Thiam, B. 1994. Environmental impact on migration and on the spatial redistribution of the population. pp. 175-185. En: Population Environment and Development. Naciones Unidas. Nueva York.
- Tyson, W. 1990. "Econology": the merging of economics and ecology. 371-372 pp. En: J.J. Berger (Ed.). Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press. Covelo, California.
- van den Oever, P. 1994. Population, natural resources and development interaction: issues for the 1990s. 199-209 pp. En: Population Environment and Development. Naciones Unidas. Nueva York.
- Watt, K. E. 1992. Population controls, energy and rehabilitation. 223-228 pp. En: M.K. Wali (Ed.). Ecosystem Rehabilitation Vol. 1. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Wali, M.K. 1992. Ecology of the rehabilitation process. 3-23 pp. En: M.K. Wali (Ed.). Ecosystem Rehabilitation Vol. 1. SBP Academic Publishing. La Haya.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

I.1. La Restauración Ecológica como Actividad Científica

I.1.1. Marco histórico

Es posible reconocer el origen de las investigaciones encaminadas hacia la restauración de sistemas naturales en el trabajo seminal de A. Leopold (Leopold, 1934, 1949). Desde ese entonces se han podido distinguir dos enfoques básicos. El primero tiene sus raíces en la recreación de un *arboretum* en la Universidad de Wisconsin; el segundo abordó el reestablecimiento de la vegetación en una zona cercana a los bancos de arena del río Wisconsin (Jordan III et al., 1989).

El primer enfoque está ejemplificado por las acciones de la Universidad de Wisconsin, la cual en 1934 adquirió alrededor de 1,280 acres de terrenos completamente alterados, en donde sólo se encontraban pastos exóticos y malezas. Los registros del levantamiento catastral realizado en 1834 indican que en esa época la vegetación estaba representada por una pradera compuesta de varias especies de pastos altos; durante los 75 años posteriores los terrenos fueron utilizados para la agricultura. Un siglo más tarde se iniciaron las investigaciones tendientes a reestablecer las condiciones originales de esa área. La consolidación del *arboretum* requirió de numerosas investigaciones y de un meticuloso trabajo de varios años encaminado a la reconstrucción de las comunidades vegetal y animal precedentes al uso agrícola del sitio. Actualmente el *arboretum* ocupa 64 acres (\approx 25.9 ha) y partes de él están consideradas como una réplica de las praderas naturales de la más alta calidad (Jordan III, 1994). El segundo enfoque estuvo representado por el reestablecimiento de la cubierta vegetal en una zona devastada por prácticas pecuarias. En 1935, en los terrenos de una granja privada cercana a los bancos de arena del río Wisconsin, Leopold inició sus actividades con el objeto de contrarrestar y estabilizar la erosión del suelo, buscando un equilibrio que permitiera culminar con la producción de un cultivo con valor comercial, en este caso plantaciones con especies maderable (Jordan III et al., 1989).

En las dos vertientes de restauración que se desarrollaron desde ese entonces se requirió de la combinación de aspectos prácticos y teóricos, pues se utilizó el conocimiento ecológico hasta ese entonces generado, además del derivado de la agricultura y forestería. Debido a ello se ha sugerido que el desarrollo de estas actividades no sólo pretende generar una tecnología ambiental, sino también es una herramienta para la investigación básica, ya que su fundamento es el conocimiento y análisis del funcionamiento de las comunidades y los ecosistemas; es a partir de este conocimiento que se diseñan y ajustan acciones para intentar reconstruir el funcionamiento del sistema de estudio (Harper, 1989; Jordan III et al., 1989).

En estos lineamientos descansa la diferencia entre, y relación de, la restauración ecológica -definida como la práctica de restaurar ecosistemas en un proyecto específico en un sitio dado- y la ecología de la restauración -definida como la ciencia en la que descansa la práctica de restaurar-.

Aunque esta última no sólo se limita a las necesidades de la restauración ecológica, idealmente debería proporcionar conceptos claros, modelos, metodologías y herramientas a los practicantes de la restauración. Sin embargo, en varios casos los ecólogos de la restauración toman los resultados obtenidos en la práctica de restaurar para generar avances en la teoría ecológica (SER, 2002). Esta situación es lo que ha llevado a sugerir que la restauración ecológica debe ser considerada como un componente integral del manejo de los ecosistemas en el mundo de hoy en día. Tal condición implica que para mantener una retroalimentación constructiva entre la práctica de restaurar y la ecología de la restauración, esta última necesita asegurar que sus argumentos y fundamentos estén vinculados con otras disciplinas relacionadas con el manejo de la tierra (Hobbs y Harris, 2001).

1.1.2. Marco conceptual

Varias vertientes y definiciones han sido propuestas para tratar de unificar las bases y conceptos relativos al mejoramiento o la recuperación de los sistemas que han sufrido algún nivel de afectación por las actividades humanas. Aunque en todas ellas existen particularidades que dependen del perfil y la especialidad del investigador, así como también del contexto sociocultural y económico de un área dada, siempre se encuentra el objetivo de reparar y recuperar ya sean las funciones y características del ecosistema o la comunidad que han sido afectadas, o bien los servicios ambientales y bienes de consumos para las sociedades humanas. A pesar de esta convergencia general, la divergencia inicia cuando se trata de establecer y definir en qué consiste un ecosistema restaurado.

Para tratar de solucionar esta discrepancia, inicialmente se propuso que en el proceso de restaurar se pueden incluir una gran variedad de objetivos, los cuales pueden concebir desde metas meramente técnicas hasta aquellas relacionadas con la comprensión causal y científica de las comunidades ecológicas que estuvieron presentes antes del disturbio. Aunque todos esos objetivos se encuentran vinculados al mejoramiento del ambiente, se delimitó que solamente se debería considerar una restauración completa o restauración ecológica, al proceso de reconstrucción llevado de manera sistemática y específica para culminar exitosamente con la comunidad o ecosistema "original" (Bradshaw 1989; Harper, 1989). Si bien dicha condición ha sido dominante en las metas de la ecología de la restauración, la carencia de consenso con respecto al marco conceptual y el quehacer de la restauración ecológica ha sido permanente (Cairns, 1989; Higgs, 1997). Estas discrepancias se ejemplifica en algunas de las primeras definiciones elaboradas por la Sociedad para la Restauración Ecológica: (1) proceso de alteración intencional de un sitio, para establecer un determinado ecosistema histórico nativo -la meta es emular la estructura, función, diversidad y dinámica de un sistema específico- (SER 1990), (2) proceso de renovación y mantenimiento de la salud del ecosistema (SER 1995)

A raíz de la primera definición de 1990 se derivaron fuertes críticas de numerosos especialistas relacionados, directa o indirectamente, con el mejoramiento de los ambientes degradados. Entre ellas

destaca la que cuestionó la premisa de reconstruir el "ecosistema original", porque en esta corriente subyacen una variedad de inconsistencias relacionadas con percepciones de lo natural vs. lo artificial y su valor ético, estético y funcional (Katz, 1991). Además, las acepciones de esos términos son relativos a situaciones particulares; por ello, su uso denota una percepción de la restauración estática y poco realistas, pues los ecosistemas naturales son dinámicos y cambian constantemente (Pickett et al., 1992; Pickett y Parker, 1994; Hobbs y Norton, 1996; de Leo y Levin, 1997). También se cuestionaron los escenarios de tiempo, real e histórico, para decidir cuál sería el ecosistema original por reconstruir y su relación con la elección del ecosistema prístino, que ejemplificaría y guiaría la restauración ecológica (Higgs, 1997; Cairns, 1989; Janzen, 1988). Todo ello conllevó a que la restauración ecológica fuera vista como un objetivo difícil de consolidar, pues su éxito dependía de una gran variedad de condicionantes que complicaban su replicabilidad de un sitio a otro. Aunque algunos autores la enarbolaron como un nuevo paradigma para la conservación biológica (Jordan III, 1994; Turner, 1994), otros consideraron que la restauración ecológica sólo había progresado exitosamente en situaciones tan particulares, que la hacían ver como la construcción de pequeños mosaicos de vida silvestre exclusivos para zonas con suficientes recursos económicos (Cline, 1994; Kirby, 1994; Hobbs y Norton, 1996). Inclusive se sugirió que las agudas críticas a la falta de replicabilidad de estas acciones, en parte fueron el resultado del tiempo derrochado para tratar de conciliar una definición de restauración única en la que se excluía, o se trataba de encasillar a las distintas actividades que son tema de estudio de esta tecnología ambiental (Hobbs y Norton, 1996).

En estas divergencias subyacen de manera implícita objetivos múltiples para conseguir metas de muy diversa índole (Ehrenfeld, 2000). La variedad de impactos que las actividades humanas han causado en el ambiente -de manera directa e indirecta- en grandes superficies y en un corto periodo de tiempo; de manera explícita conlleva a que las estrategias de mejoramiento tengan que dar respuesta a diferentes niveles de afectación y de magnitud (Wali, 1992). Esta situación, a su vez, implica la confluencia de enfoques de muy diversa índole, emanados de las disciplinas ambientales, sociales, económicas y de la salud, pues todas ellas se encuentran vinculadas al mejoramiento y mantenimiento de la calidad ambiental que repercute, directa o indirectamente, en la calidad de vida de la población. Aunque en todos esos enfoques el uso y manejo de los recursos naturales que las poblaciones humanas han realizado y realizan es un tema transversal, éste fue omitido en los primeros intentos por definir y acotar el quehacer de la restauración ecológica (Rapport et al., 1998; Ehrenfeld, 2000; Pfandenhauer, 2001; Swart et al., 2001). Esto expone un importante vacío porque se olvida que las tradiciones culturales y percepción histórica de apropiación y manejo del territorio, en muchos países constituye un vínculo indispensable para establecer y potenciar actividades de mejoramiento ambiental (Higgs, 1997; Janzen, 1988; Ehrenfeld, 2000; Pfandenhauer, 2001). De hecho esta omisión, es la diferencia básica entre la escuela europea y la norteamericana, con respecto a los objetivos y metas de la restauración (Anderson, 1995; Gilbert y Anderson, 1998).

Varias de las críticas y cuestionamientos resumidos aquí han sido reconsiderados por la SER. Aunque actualmente se indica que la restauración intenta regresar un ecosistema a su trayectoria histórica, a través de manipulaciones que inicien o aceleren la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sustentabilidad, ineludiblemente se ha tenido que reconocer que las intervenciones empleadas en estas actividades son muy variables, pues dependen tanto de la extensión y duración del disturbio pasado, como de las limitantes y oportunidades contemporáneas (SER 2002). Actualmente la restauración ecológica se define como el proceso de asistencia a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. En este contexto se considera que un ecosistema ha sido restaurado cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin asistencia o subsidio posterior, es decir, el ecosistema restaurado podrá: (1) sostenerse por sí mismo estructural y funcionalmente, (2) demostrará resiliencia -dentro de los intervalos de estrés y disturbio normales-, y (3) podrá comunicarse con ecosistemas adyacentes en términos de flujos bióticos y abióticos, e interacciones culturales. Si bien estos tres puntos tácitamente reúnen los nueve atributos establecidos para determinar que un ecosistema ha sido restaurado (Tabla I.1), también se menciona que no es esencial cumplir con todos ellos, pues basta demostrar una trayectoria adecuada del desarrollo del ecosistema hacia la meta o sistema de referencia (SER 2002).

Estos argumentos denotan implícitamente una apertura del quehacer de esta tecnología ambiental, pero además implican un avance importante en dos aspectos medulares. En primer lugar, se reconoce que la restauración ecológica es sólo una de las diferentes actividades que se pueden realizar para modificar y mejorar el estado actual de un área particular. De esta forma la rehabilitación, la reconversión, la revegetación, la mitigación, la creación, la ingeniería ecológica y diversas clases de manejo del recurso como la agroforestería, la forestería, etc. (Tabla I.2), pueden ser incorporadas en la restauración ecológica, o incluso considerarse así; siempre y cuando cumplan con la mayoría de los atributos establecidos para los ecosistemas restaurados. En segundo lugar se encuentra la aceptación de que las actividades de restauración no pueden diseñarse ni establecerse al margen de la población. Así, en los diferentes escenarios de estas actividades se incluye a los ecosistemas culturales -aquellos que se han desarrollado bajo la influencia de procesos naturales y la organización impuesta por la influencia humana-, reconociendo el importante papel que las poblaciones humanas han tenido no sólo en la modelación del paisaje natural y productivo, sino también en la reciprocidad que existe entre los procesos ecológicos y las actividades humanas. Además, se establece la enmienda de que en estos ambientes la reconstrucción del ecosistema prístino es una meta inalcanzable. Por ello, los objetivos y las estrategias de la restauración ecológica dependerán tanto del conocimiento ecológico tradicional y hábitos culturales de los usuarios, así como también de sus necesidades (SER, 2002).

Tabla I.1. Atributos de los ecosistemas restaurados (Fuente: SER, 2002).

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Estructura y composición de especies	<ul style="list-style-type: none"> • Arreglo (formas de vida) y composición de las especies (grupos taxonómicos), cuyas características son similares al sistema de referencia.
Especies nativas	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de especies ruderales en la mayor extensión posible y dominancia de especies nativas. En los ecosistemas culturales pueden coexistir especies exóticas domesticadas.
Grupos funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los grupos funcionales necesarios para que el sistema desarrolle la trayectoria deseada, o que mantenga su estabilidad¹, deben estar presentes. Los grupos faltantes deberán tener el potencial para colonizar por vías naturales.
Medio físico	<ul style="list-style-type: none"> • El medio físico es apropiado para sostener la reproducción de las poblaciones de las especies necesarias para mantener la estabilidad del sistema, o el desarrollo de la trayectoria deseada.
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema funciona normalmente -con respecto a su estado de desarrollo ecológico- y en apariencia, no presenta señales de disfunción.
Compatibilidad en el paisaje ²	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema está integrado apropiadamente en el paisaje (o al interior de una matriz ecológica), interactuando en flujos bióticos y abióticos con otros sistemas.
Salud ³ e integridad ⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Los factores potenciales de riesgo a la salud e integridad del sistema restaurado deberán ser eliminados o controlados.
Resiliencia ⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Deberá ser suficientemente resiliente para soportar eventos periódicos (cotidianos al medio local) de estrés ambiental, y que sirvan para mantener la integridad del sistema restaurado.
Auto-mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Deberá auto-mantenerse y persistir indefinidamente, bajo las condiciones ambientales prevalecientes, de la misma forma que el sistema de referencia.
OTROS ATRIBUTOS	
Capital natural	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar sustentablemente productos y servicios ambientales a la sociedad, entre ellos esparcimiento y recreación.
Preservación	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar hábitat para proteger especies raras o en riesgo de extinción.

1. Estabilidad: habilidad de mantener una trayectoria dada, a pesar del estrés, dentro de un equilibrio dinámico (depende de resistencia⁶ y resiliencia).
2. Paisaje: consiste en un mosaico de dos o más ecosistemas que intercambian organismos, energía, agua y nutrientes.
3. Salud: estado o condición en la que los atributos dinámicos del sistema se expresan dentro de intervalos normales de actividad y que es relativa a su estado de desarrollo ecológico.
4. Integridad: estado o condición que despliega las características de biodiversidad del sistema de referencia y que permite sostener el funcionamiento normal del sistema (un estado íntegro sugiere, pero no confirma, un estado concurrente de salud apropiada al medio abiótico).
5. Resiliencia: habilidad del sistema para recobrar los atributos estructurales y funcionales que han sufrido daño de estresores o disturbio.
6. Resistencia: habilidad de un ecosistema para mantener atributos estructurales y funcionales, en oposición al estrés y disturbio.

Tabla 1.2. Estrategias de mejoramiento ambiental. En paréntesis se ponen otras denominaciones para la misma actividad. (Fuentes: Bradshaw, 1989; Walli, 1992; Anderson, 1995; Pywell y Putwain, 1996; Gilbert y Anderson, 1998; SER, 2002).

ESTRATEGIA	CARACTERÍSTICA Y OBJETIVOS
Rehabilitación (Mejoramiento de hábitat)	<ul style="list-style-type: none"> Comparte con la restauración ecológica el enfoque histórico del ecosistema preexistente como modelo de referencia, además de los procesos ecosistémicos, la productividad y los servicios ambientales. Difiere de aquella en que no incluye el reestablecimiento de la integridad biótica en términos de composición y estructura de la comunidad.
Creación (Creación de hábitat, Reemplazo, Fabricación)	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza como una estrategia de mitigación en sitios que carecen por completo de vegetación. Frecuentemente la pérdida de ésta promueve cambios drásticos en el ambiente, lo cual propicia la instalación de un ecosistema diferente del que estuvo presente en el tiempo histórico. Esta estrategia normalmente requiere obras de ingeniería y de arquitectura del paisaje.
Reconversión	<ul style="list-style-type: none"> Usada comúnmente en las áreas que han sido impactadas por actividades empresariales de extracción de minerales. El principal objetivo es la estabilización del terreno. Pretende regresar el terreno a algún propósito útil, en el contexto regional, asegurando la protección pública y el mejoramiento estético.
Revegetación	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de una o pocas especies. El fin es estabilizar el suelo y cumplir con fines estéticos y recreativos. Usualmente se asocia a las estrategias de reconversión.
Mitigación (Remediación)	<ul style="list-style-type: none"> Pretende compensar el daño ambiental. Normalmente es una condición para permitir el desarrollo de un proyecto público o empresarial, que puede causar daños a terrenos productivos, o a la salud de la población.
Ingeniería ecológica	<ul style="list-style-type: none"> Involucra la manipulación de materiales naturales, organismos vivos y el medio físico-químico que lo rodea, para cubrir propósitos específicamente humanos, o solucionar problemas técnicos.

1.1.3. Requisitos para diseñar y establecer actividades de restauración

Los reajustes que ha sufrido la definición, los objetivos y las metas de la restauración ecológica, de alguna manera habían sido discutidas con anterioridad por Hobbs y Norton (1996), quienes propusieron que la aplicación de la restauración ecológica debería acontecer en un escenario de continuidad, incluyendo desde la reconstrucción de sitios totalmente devastados hasta aquellos casi inalterados, en donde actividades sencillas de manejo favorecerían su dinámica original. Ellos destacan que la manera en que la restauración ecológica se aplica a cada situación es similar en sus fundamentos, aunque las metas y técnicas empleadas en cada una sean distintas; esto se debe a

que en todos los casos estas actividades tiene dos objetivos centrales. El primero consiste en regresar el sistema degradado a alguna forma de actividad y cobertura vegetal, aunque la meta sea distinta: protección, producción, estética y recreativa, valiosa en un sentido de conservación. El segundo pretende lograr que el sistema restaurado se auto-mantenga a largo plazo. Con base en estos argumentos los autores mencionados enfatizan que la continuidad implica cambiar el punto de vista de la restauración como una actividad de sitio por sitio, hacia aquel en que estas actividades se realicen a una escala de paisaje. Esto favorecerá que se constituya en una herramienta fundamental para asegurar el manejo integrado de los ecosistemas para su producción y conservación.

Inicialmente varios autores expresaron que para incidir acertadamente en la reconstrucción de los ecosistemas era necesario partir del conocimiento de las partes que los constituyen y de sus funciones, ya que esta información permitiría identificar los factores críticos que se tienen que resolver o controlar artificialmente para lograr la reparación del sistema (Harper, 1989; Jordan III et al., 1989; Bradshaw, 1989). Sin embargo, posteriormente investigadores con especialidades distintas concluyeron que además de esa información, existen otros elementos que son de gran importancia para lograr una mayor replicabilidad y éxito en las actividades de restauración (Walli, 1992; Anderson, 1995; Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Gilbert y Anderson, 1998). Esos elementos han sido denominados como los procesos "clave" de la restauración (Tabla 1.3) y a ellos subyace una gran variedad de requerimientos de información y actividades que no solamente se dirigen a las características ecológicas de los ecosistemas, sino también a factores sociales y económicos que se relacionan con el uso de los recursos por las poblaciones humanas y las posibilidades de ingerencia de las actividades de restauración. Estos principios han sido retomados casi en su totalidad tanto por la SER (2002) como por varios investigadores, quienes comentan que no existen manuales que indiquen paso a paso como restaurar debido a que ésta es una nueva disciplina, compleja, heurística y multidisciplinaria (Clewel y Rieger, 1997; van Diggelen et al., 2001).

De acuerdo con García (1994), es necesario considerar que la complejidad de esta problemática ambiental, degradación – restauración, no solamente aduce a la heterogeneidad de los elementos (subsistemas) que componen el sistema de estudio, sino también, a la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen tales elementos dentro del sistema total. Es decir, se está tratando con un Sistema Complejo que se caracteriza por la confluencia de múltiples procesos, y cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como un conjunto articulado (García, 2000). Así, los acuerdos y normas que rigen las formas de uso y manejo del ambiente por las poblaciones humanas son fenómenos complejos, que se encuentran estructurados en una multiplicidad de dimensiones y de relaciones sociales y ambientales (García-Barríos et al., 1991).

Es por ello que en la presente investigación se consideró que la restauración tiene que ser abordada desde un marco de estudio interdisciplinario, en donde diversas áreas del conocimiento aportarán los elementos básicos de información sobre la estructura y funcionalidad del sistema. La integración, y no adición, del conocimiento obtenido favorecerá la construcción de objetivos comunes

Tabla 1.3. Procesos clave para asegurar el éxito, la replicabilidad y la integración de las estrategias de restauración al paisaje.

PROCESO	ETAPAS	CONDICIONANTES
Identificar el estado actual del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Descripción y caracterización de los aspectos más relevantes del sistema: topografía, hidrología, clima, suelo, características de la vegetación, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Estado del que partirán las estrategias. Limitantes potenciales.
Identificar factores de disturbio	<ul style="list-style-type: none"> Descripción e identificación de las causas que determinaron la degradación o empobrecimiento del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> Patrones de uso y manejo de la tierra pasados y presentes. Eventos catastróficos Niveles afectados - umbrales del sistema.
Definición de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Combinación de información del estado actual del sitio y los factores de disturbio. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecológicos (conservación) Otros usos de la tierra (productivos, estéticos; etc.).
Atributos a restaurar	<ul style="list-style-type: none"> Definición de los atributos deseados de acuerdo a los objetivos planteados. 	<ul style="list-style-type: none"> Composición y estructura de la vegetación. Dinámica y resiliencia Estructura y función. Servicios ambientales.
Diseño de estrategias	<ul style="list-style-type: none"> Ponderación de la información disponible, además de la que se debe generar para establecer la estrategia (s) propuesta (s). 	<ul style="list-style-type: none"> Perspectiva histórica del sitio. Características propias del sistema y comunidades. Requerimientos de las especies. Factores sociales y económicos
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Determinar metas realistas para el restablecimiento de las especies y funciones del sistema, reconociendo las limitantes ecológicas, culturales, socioeconómicas. 	Limitantes potenciales: <ul style="list-style-type: none"> Abióticas: físicas (suelo - textura, profundidad), químicas (pH, toxicidad). Biótico: propágulos, competencia, interacciones. Culturales: formas de uso de la tierra. Socioeconómicos – disponibilidad de: (a) tierra -superficie, calidad-; (b) recursos económicos y técnicos; (c) tiempo.
Escala de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> El establecimiento de las estrategias seleccionadas, debe considerar el diseño de técnicas que sean congruentes con la escala y magnitud del problema. 	Escala de aplicación: <ul style="list-style-type: none"> parcela microcuenca o cuenca comunidad municipio región, etc.
Seguimiento y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Elección y seguimiento de las variables que indiquen que el progreso de las actividades concuerdan con las metas deseadas, o que permitan reajustar procedimientos y resultados no satisfactorios. Esto permitirá generar una evaluación eficaz y confiable del éxito de las actividades de restauración. 	Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> Técnica Social Económica Escenario de tiempo.

para la resolución de una problemática específica, en este caso la restauración ambiental. Así, una visión de conjunto permitirá lograr un mayor éxito en el desarrollo de las estrategias de mejoramiento del ambiente natural y productivo, pero además, indirectamente coadyuvará a la conservación de los recursos ambientales.

1.2. Antecedentes de la Investigación

La propuesta de esta investigación es la continuación de una serie de estudios realizados en la región denominada La Montaña (Guerrero), que han pretendido atender la problemática productiva y ambiental que esta región muestra (Carabias et al., 1994). Entre esos estudios se encuentran los dirigidos a reestablecer la vegetación de los sitios desforestados por medio del establecimiento de plantaciones con especies leñosas de leguminosas nativas (Arriaga et al., 1994).

Esos estudios partieron de identificar las causas que propiciaban el escaso éxito que mostraban los programas de reforestación realizados en la región por las instituciones gubernamentales. En ese análisis se detectó que de la gran variedad de factores que influyen en el parco éxito de dichos programas, los problemas recurrentes fueron: la falta de interés de las poblaciones locales para desarrollar esa actividad, además del tipo de especies utilizado para realizar los programas de reforestación (Cervantes et al., 1996a).

Con la finalidad de hacer más atractivas las prácticas de reforestación a los campesinos, de enriquecer el escaso acervo de especies con los que se realizan los programas de reforestación en la región, de asegurar el éxito de las plantas introducidas y de contribuir a la conservación del germoplasma nativo, se partió de la premisa de incorporar a las actividades de reforestación especies nativas útiles. Para cumplir con esos propósitos, fue necesario generar una metodología de estudio dirigida a dominar los aspectos más relevantes de la biología de las especies que aportara los elementos necesarios para su propagación masiva y establecimiento exitoso. Entre los estudios realizados se pueden mencionar los dirigidos a conocer la distribución y la abundancia de las especies, así como también sus patrones fenológicos (Arriaga, 1991); aquéllos relacionados con la utilidad de las especies vegetales y el uso que tradicionalmente realizan los campesinos sobre ciertas especies (Viveros et al., 1993); los dedicados a conocer la germinación y preservación de semillas para la propagación masiva de las especies (Cervantes et al., 1996b) y los estudios de crecimiento de las especie vegetales de interés para su propagación en vivero (Cervantes et al., 1998). Los resultados de estas investigaciones arrojaron información sobre nueve especies de leguminosas arbóreas y arbustivas con posibilidades de utilizarse en los programas de reforestación, dada su utilidad para los productores, la disponibilidad de germoplasma, su fácil propagación y rápido crecimiento en vivero, además de su utilidad potencial como mejoradoras del suelo debido a su asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno (Cervantes, 1996). Dichas especies se propagaron en vivero y se plantaron en parcelas agrícolas abandonadas y con diferentes características ambientales (Arriaga et al., 1994). Los resultados de esa etapa mostraron que la

sobrevivencia y el desarrollo de las especies introducidas en las parcelas eran muy variables entre especies y sitios reforestados (Arriaga et al., 1994); además, dichas variantes parecían coincidir con la historia de uso de los terrenos y diferentes estados de afectación del suelo (Cervantes, 1996).

Estos antecedentes mostraron que aunque dicho modelo de reforestación era adecuado a ciertas condiciones, resultaba limitado para responder a diferentes condiciones de disturbio. Además, también fue importante reconocer que las estrategias de mejoramiento de la cubierta vegetal deberían considerar tanto acciones que en el mediano y largo plazo ayudarían a la rehabilitación de las áreas agrícolas abandonadas, como aquellas que en el corto plazo previnieran la degradación irreversible de los terrenos en uso actual.

Las experiencias de estas investigaciones, aunadas a la información vertida en la sección anterior, además de la confrontación con las tendencias y disponibilidad de información existente en México, con respecto a los programas de reforestación y actividades de restauración desarrolladas en el país, fueron los elementos para esbozar la presente investigación. Las carencias detectadas y la complejidad de elementos vinculados dieron la pauta para reflexionar sobre la necesidad de sentar las bases conceptuales y metodológicas que permitan atender, de la mejor forma posible, el mejoramiento de las áreas degradadas que abundan en nuestro país. El estudio de caso de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán se consideró como un ejemplo representativo de la degradación existente, en las áreas cálidas y semicálidas de la región La Montaña (Guerrero), sitios en donde las poblaciones humanas dependen directamente de sus recursos naturales. Investigaciones previas realizadas en esta región (Carabias et al., 1994; Landa et al., 1997) indican que con ciertas salvedades, La Montaña puede considerarse un área representativa de la degradación ambiental propia del México rural, especialmente de la región tropical estacionalmente seca de la depresión del Balsas.

1.2.1. Hipótesis y Objetivos

Hipótesis

La degradación de los recursos naturales se manifiesta de distintas formas. Las diferencias dependen tanto de las características del área y los elementos que en ella han sido afectados, como de las causas promotoras del disturbio. El diseño y la aplicación de estrategias de mejoramiento de la cubierta vegetal parten de conocer el estado de integridad del sistema de estudio y de identificar los factores de disturbio que han promovido dicho estado. A partir de esta información y las metas que se pretenden lograr, la restauración diseña y promueve acciones que reviertan, en el mediano y largo plazo, la degradación de los recursos naturales.

Con esta base, la hipótesis general de esta investigación establece que existen diferentes niveles de degradación en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, cuya existencia depende tanto de las características ambientales del área de estudio, como de la historia de uso de los recursos naturales.

Aunque esta hipótesis de trabajo puede parecer obvia, la identificación y caracterización de diferentes tipos de degradación no es un hecho trivial. Esto se debe a que tales acciones implican el análisis de procesos que describen los cambios del sistema de estudio; asimismo, estos procesos suelen ser de diferente nivel, y por lo tanto su análisis debe ser correspondiente. La distinción de niveles de análisis es fundamental porque la escala de los fenómenos, los actores y la dinámica es diferente en cada uno de ellos. A pesar de ello, éstos se encuentran interrelacionados pues el análisis de los procesos de un nivel provee la explicación de los procesos de otro nivel. Así por ejemplo, cambios en las funciones de algún elemento (subsistema) del sistema, no necesariamente podría implicar un cambio en la estructura total del sistema. Sin embargo un cambio estructural propiciado por situaciones de contorno, e.g. alguna política pública de uso de los recursos ambientales del sistema, podría propiciar una reestructuración de las funciones y procesos del sistema en su conjunto (García et al., 1988; García, 1994; García, 2000). Es por ello que en esta investigación se plantea que el conocimiento detallado de los factores que promueven la degradación y su interacción con las limitantes y potencialidades ambientales del sistema de estudio, será la base diagnóstica a partir de la cual será posible diseñar estrategias de restauración.

En la presente investigación se consideró como eje de estudio el estado y la dinámica de la degradación del suelo y la relación que guarda tanto con los diferentes usos de la tierra, como con la vegetación que sustenta. En este análisis se examina la identidad y la intensidad de las prácticas productivas que promovieron o promueven la degradación de los recursos, identificando los factores intrínsecos y extrínsecos que determinan el estado actual del sistemas. Esta información permitirá discernir si la vegetación existente en los diferentes microambientes obedece a los distintos tipos de degradación del suelo, o si la distribución y las características de la vegetación son independientes del factor edáfico. Asimismo, este diagnóstico ayudará a generar una serie de propuestas metodológicas para mejorar el ambiente natural y productivo de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán.

Objetivo general

A partir de la relación existente entre la vegetación, el suelo, el relieve, el uso actual y la historia de uso, el objetivo general de esta investigación es determinar los diferentes tipos de degradación, su naturaleza y la velocidad con que se presentan en la comunidad de Zoyatlán. Con base en este diagnóstico, se propondrán las estrategias de restauración más adecuadas para revertir o atenuar el estado actual del sistema de estudio.

Objetivos particulares

1. Determinar el uso actual del suelo de la comunidad de Zoyatlán, vinculando su dinámica de cambio con el estado de la cubierta vegetal.

2. Determinar el tipo, la magnitud y la recurrencia del disturbio, a través del conocimiento de la historia de uso del área de estudio.
3. Delimitar y cuantificar las propiedades diagnósticas del suelo de la zona de estudio, tomando como referencia los factores medioambientales y antrópicos que las originaron.
4. Evaluar el estado actual del suelo y el riesgo potencial a la degradación hídrica, física, química y biológica del área de estudio.
5. Generar un diagnóstico cuantitativo del estado de degradación del suelo que sea la base para pronosticar, diseñar y proponer las estrategias más importantes para revertir o atenuar su estado actual.
6. Establecer relaciones dinámicas cuantitativas entre la vegetación, el suelo, el relieve y la historia de uso, para detectar el tipo y el grado de afectación de las áreas seleccionadas.
7. Detectar relaciones e interacciones entre la vegetación, el suelo y la historia de uso que permitan generar estrategias de restauración ambiental.

Para alcanzar estos objetivos la presente investigación se diseñó y desarrolló en un marco de estudio interdisciplinario. Las diferentes etapas por las que transitó fueron conceptualizadas y desarrolladas, incorporando paulatinamente las metodologías de trabajo y análisis que son utilizadas por algunas ramas de las ciencias sociales y ambientales (Fig. I.1). La combinación y la adecuación de metodologías de cada disciplina permitió construir un proceso metodológico y de análisis que retroalimentó cada etapa y que permitió integrar los procesos inherentes al estado actual de la comunidad y su relación con el uso y manejo de los recursos. Asimismo, dieron la pauta para diseñar y establecer las estrategias de restauración que fueron aplicadas en la comunidad de Zoyatlán (Fig. I.1). Cabe aclarar que esta última información ya fue publicada en un libro (Cervantes et al., 2001), por tal razón, en el presente documento sólo se resumen y se discuten algunos resultados referentes a las características de las especies introducidas, capítulo V, además de los procesos operativos y de aceptación social de las estrategias de restauración que fueron aplicadas, capítulo VI.

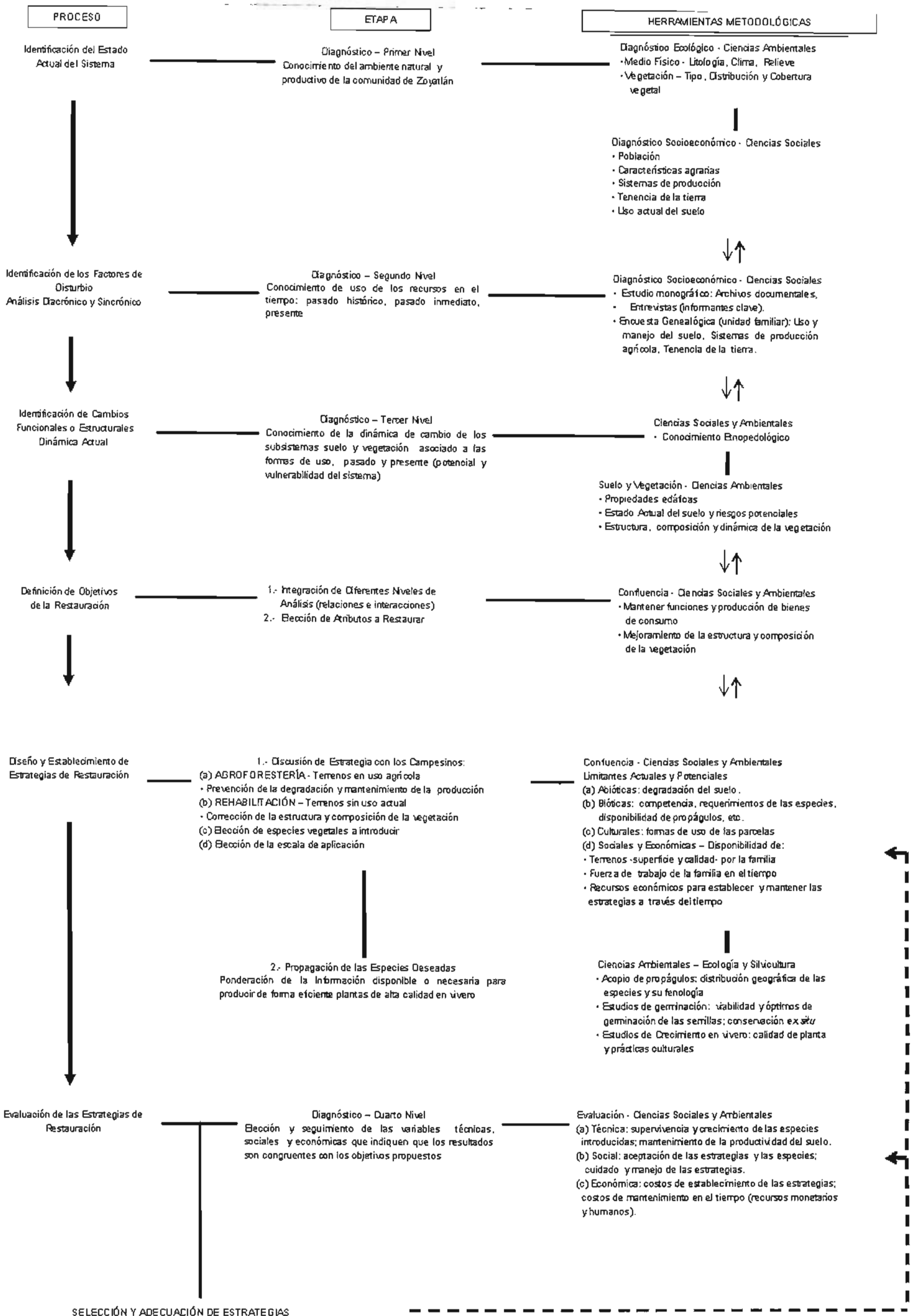


Figura 1.1. Marco de estudio interdisciplinario utilizado en la restauración ambiental de la comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero). Los procesos y etapas de transición (flechas sólidas) representan el orden de presentación de los capítulos desarrollados en esta investigación. La etapa de diagnóstico de primer nivel se presenta en el Capítulo II, mientras que la segunda etapa se desarrolla en el Capítulo III. El tercer nivel de diagnóstico está representado por los Capítulos IV y V. En el capítulo IV está constituido por dos secciones, en la primera se presenta la información vinculada a las formas de manejo del suelo que realizan los campesinos, en la segunda la evaluación del estado actual de los suelos. Las características de la vegetación y las causas explicativas de su distribución y dinámica se describen en el Capítulo V; asimismo, en la discusión se incorpora parte de la información y análisis obtenidos durante el proceso de diseño y establecimiento de las estrategias de restauración. El Capítulo VI constituye la discusión general de los diferentes niveles de análisis, aquí se destaca la retroalimentación (flechas pareadas) y pertinencia de las metodologías y niveles de estudio utilizados.

REFERENCIAS

- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of Linnean Society of London*, 56 (Suppl.): 187-211.
- Arriaga Martínez, V. 1991. Fenología de 12 especies de La Montaña de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. Secretaría de Desarrollo Social/ Instituto Nacional de Ecología/ Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Bradshaw, A. 1989. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. 53-73 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Cairns, J.J. 1989. Restoring damaged ecosystems: is predisturbance condition a viable option? *Environmental Professional*, 11: 152-159.
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. 1994. Manejo de Recursos Naturales y Pobreza Rural. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Cervantes, V. 1996. La Reforestación en La Montaña de Guerrero: Una Estrategia Alternativa con Leguminosas Nativas. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996a. La problemática socioambiental de la reforestación en la región de La Montaña, Guerrero México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 59: 67-80.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996b. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 82: 171-184.
- Cervantes, V., V. Arriaga, J. Meave y J. Carabias. 1998. Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern México. *Forest Ecology and Management*, 110:329-341.
- Cervantes, V., M. López-González, N. Salas y G. Hernández. 2001. Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Las prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Programa Nacional de Reforestación. México, D.F.
- Clewell, A. y J.P. Rieger. 1997. What practitioner needs from restoration ecologist. *Restoration Ecology*, 5: 350-354.

- Cline, A. 1994. The little hut on the prairie: the ritual uses of restoration. 216-233 pp. En: Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- de Leo G.A. y S. Levin. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology*. <http://www.consecol.org./Journal/vol1/art3/>.
- Ehrenfeld, J.G. 2000. Defining the limits of restoration: the needs for realistic goals. *Restoration Ecology*, 8: 2-9.
- García, R., S. Sanz, M. Baraona, G. Duval, L. Fernández, F. Tudela. 1988. *Deterioro Ambiental y Pobreza en la Abundancia productiva (El Caso de la Comarca Lagunera)*. Monografía No. 9. IFIAS - Cinvestav. México, D.F.
- García, R. 1994. Interdisciplinariedad y sistemas complejos. 85-125 pp. En: Leff, E. (Comp.). *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Gedisa Editorial – UNAM. México, D.F.
- García, R. 2000. Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. 381-409 pp. En: Leff, E. (Coord.). *Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo*. 2ª edición, revisada. Siglo XXI. México D.F.
- García-Barrios, R., L. García-Barrios, E. Álvarez-Buylla. 1991. *Lagunas. Deterioro Ambiental y Tecnológico en el Campo Semiproletarizado*. El Colegio de México. México, D.F.
- Gilbert, O.L. y P. Anderson. 1998. *Habitat Creation and Repair*. Oxford University Press, Nueva York.
- Harper, J.L. 1989. The heuristic value of ecological restoration. 35-45 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Higgs, E.S. 1997. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 11: 338-348.
- Hobbs, R.J. y D.A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-110.
- Hobbs, R.J. y J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9: 239-246.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical ecological and biocultural restoration. *Science* 239: 243-244.
- Jordan III, W.R. 1994. Sunflower forest: ecological restoration as the basis for a new environmental paradigm. 17-34 pp. En: Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. 1989. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. 3-21 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Katz, E. 1991. The ethical significance of human intervention in nature. *Restoration & Management Notes*, 9: 90-96.

- Kirby, J.T. 1994. Gardening with J. Crew: the political economy of restoration ecology. 234-240 pp. En: Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological Applications*, 7: 316-329.
- Leopold, A. 1934. The Arboretum and the University. *Parks and Recreations*, 18 (xviii), 59-60.
- Leopold, A. 1949. *A Sand County Almanac*, Oxford University Press, Nueva York.
- Rapport, D.J., R. Costanza y A.J. McMichael. 1998. Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 397-407.
- Pfandenhauer, J. 2001. Some remarks on the sociocultural background of restoration ecology. *Restoration Ecology*, 9: 220-2229.
- Pickett, S.T.A. y V.T. Parker. 1994. Avoiding the old pitfalls: opportunities in a new discipline. *Restoration Ecology*, 2: 75-79.
- Pickett, S.T.A., V.T. Parker, P. Fielder. 1992. The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. 65-88 pp. En: P. Fielder y S. Jain (Eds.). *Conservation Biology: the Theory and Practice of Nature Conservation*. Chapman and Hall. Nueva York.
- Pywell, R. y P. Putwain. 1996. Restoration and conservation gain. En: I.F. Spellerberg (ed.). *Conservation Biology*. Longman, Harlow. Singapur.
- SER. 1990. Society for Ecological Restoration. Environmental Policies. The SER Primer on Ecological Restoration. www.ser.org/
- SER. 1995. Society for Ecological Restoration. Environmental Policies. The SER Primer on Ecological Restoration. www.ser.org/
- SER. 2002. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group. The SER Primer on Ecological Restoration. www.ser.org/
- Swart, J.A., H. van der Windt y J. Keulartz. 2001. Valuation of nature in conservation and restoration. *Restoration Ecology*, 9: 230-238.
- Turner, F. 1994. The invented landscape. 35-66 pp. En: Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- van Diggelen, R., A.P. Grootijans y J.A. Harris. 2001. Ecological restoration: state of the art or state of the science. *Restoration Ecology*, 9: 115-118.
- Viveros, J.L., A. Casas y J. Caballero. 1993. Las plantas y la alimentación entre los mixtecos de Guerrero. 625-670 pp. En: Leef, E. y J. Carabias (Coords.). *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales no Renovables*. CIIH-UNAM/ Miguel Ángel Porrúa. México, D.F.
- Wali, K. 1992. Ecology of the rehabilitation process. 3-23 pp. En: M.K. Wali (Ed.). *Ecosystem Rehabilitation Vol. I*. SBP Academic Publishing. La Haya.

CAPÍTULO II

UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÀN

II.1. Introducción

En varias investigaciones se ha indicado que el mejoramiento o la reconstrucción de los ambientes terrestres requiere de una base de información que dé cuenta de la relación entre la vegetación, el suelo y los factores que propician la degradación (Wali, 1992; Nivander et al., 1992; Dwight-Baldwight, 1993; Anderson, 1995; Hoobs y Norton, 1996). De manera implícita, dichos requerimientos señalan uno de los primeros procesos "clave" de la restauración, el cual se refiere a la sistematización o generación del conocimiento que permita identificar el estado actual del sistema de estudio (ver Tabla I.3). Esta información es primordial, pues de ella depende la posibilidad tanto de dimensionar la magnitud del problema, como de iniciar un proceso de planeación que permita construir escenarios de las condiciones ambientales prevalecientes y su relación con las necesidades de recursos económicos, técnico y humanos, con los cuales la problemática de la degradación de los recursos pueda ser atendida. Por ello, los estudios de diagnóstico ecológico son esenciales en cualquier proyecto que pretenda incidir en el conocimiento y manejo de los recursos naturales. Con esta herramienta es posible conocer los recursos existentes, su abundancia, distribución y estado actual. Esto tiene la finalidad de detectar los recursos potenciales y tener la información necesaria para lograr una correcta planeación del uso de los mismos.

Si bien la degradación de los recursos naturales está influenciada por factores de muy diversa índole, es necesario reconocer que uno de los factores comunes entre las causas de la degradación y la falta de metodología para incidir o aminorar esta problemática, es el factor económico. Los escasos recursos asignados al mejoramiento del ambiente, en buena parte, han promovido la carencia de información apropiada para condiciones ambientales particulares. En México, los estudios de la distribución, el potencial de explotación y las características de los recursos bióticos y abióticos son relativamente recientes. Si bien desde finales del siglo XVIII existía algún tipo de información sobre ciertos recursos con potencial de explotación, no fue sino a partir de 1930 que aumentó la frecuencia de ese tipo de estudios (Flores et al., 1971; Moncayo, 1979; UNAM-INEGI, 1984; Simonian, 1999). Aunque actualmente se cuenta con diagnósticos de la disponibilidad y el estado actual de los recursos del medio biótico y abiótico (CONAZA, 1994; INEGI-SEMARNAP, 1998; SEMARNAP, 2000a; SEMARNAP, 2000b; SEMARNAT, 2002), la escala de representación generalmente es pequeña (e.g. 1:250,000 en el mejor de los casos). Esta situación, aunada a la complejidad ambiental existente en México, propicia que cuando se pretende abordar la problemática particular de una región o un área dada, la realización de estudios de diagnóstico ecológico a escalas de mayor detalle siempre sea una actividad obligada.

El objetivo principal del presente capítulo es conocer y evaluar el estado actual de los recursos naturales de la comunidad de Zoyatlán, además de identificar, en una primera aproximación, cómo dichos recursos son utilizados por la población (Fig. I.1). Aunque este tipo de estudios han sido desarrollados recientemente para la región de La Montaña del estado de Guerrero (Carabias et al.,

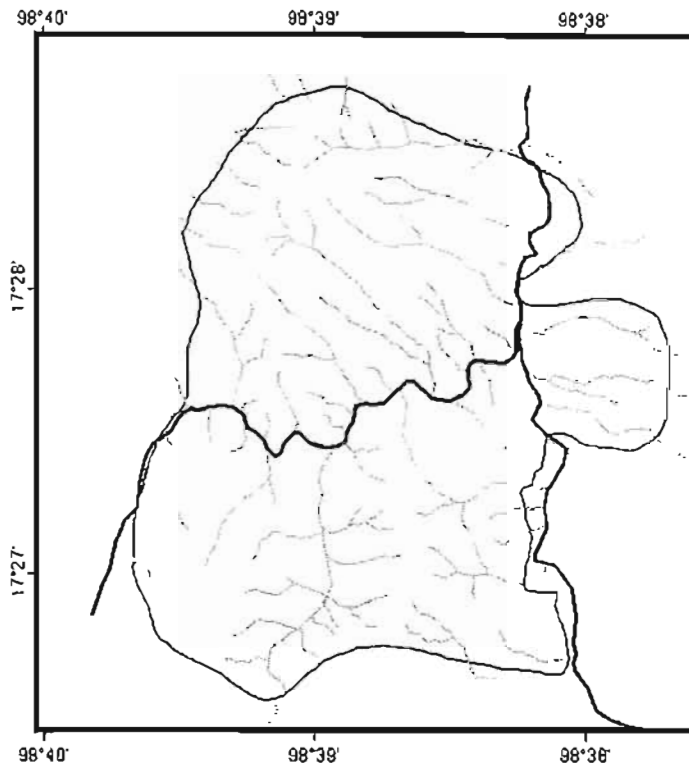
1994; Toledo-Manzur, 1994; Landa et al., 1997), su escala de trabajo y detalle de la información sobre los factores del medio biótico y abiótico, resultan limitados para diseñar estrategias de restauración. Es por ello que en la presente investigación, para proponer estrategias de mejoramiento del ambiente natural y productivo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán fue necesario generar *in situ* la información ambiental necesaria y con la facultad de ser representada cartográficamente en una escala apropiada. Todo ello tuvo la finalidad de construir el esqueleto sobre el que se pudieran articular las bases de datos para los diferentes factores ambientales y socioeconómicos que tienen que ver con el estado actual de los recursos naturales de la comunidad. Esta base de información integrada, ayudará a crear distintos escenarios de planeación con los cuales será posible diseñar, seleccionar y establecer las estrategias más idóneas para el mantenimiento o mejoramiento ambiental de la comunidad.

II.2. Área de Estudio

II.2.1. La región

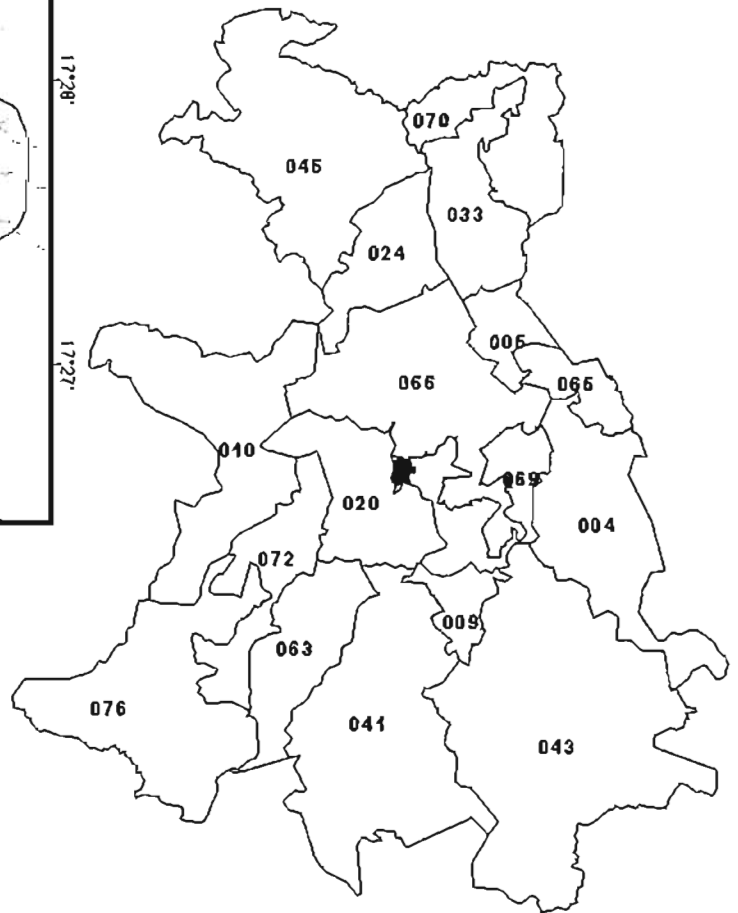
La región de "La Montaña" se ubica en la porción oriental de Guerrero y comprende una extensión de 6,530 km² (Fig. II.1). En ella se presenta una gran complejidad geomorfológica, edáfica y ecológica, así como una topografía sumamente accidentada. La altitud varía entre 1000 y 3050 m snm; la temperatura promedio anual varía entre 16 y 23°C. La época de lluvias se presenta en el verano con variaciones de precipitación desde 650 hasta 2500 mm en las áreas más húmedas. La Montaña comprende dos zonas ecológicas, la cálida-húmeda con bosque tropical caducifolio como vegetación dominante en su porción norte, y la templado-subhúmeda con bosques de encino-pino en la sur (Carabias et al., 1994).

Según el censo de población y vivienda, la región cuenta con más de 250 mil habitantes, los cuales están distribuidos en 18 municipios constituidos por alrededor de 606 comunidades. El 60% de la población es indígena, 22% corresponde a los Mixtecos, 34% a los Nahuas, y 44% a los Tlapanecos. De acuerdo con las características económicas que muestra esta zona y los indicadores de calidad de vida, la región está catalogada como una de las zonas con mayor marginación económica del país (COPLAMAR, 1978; CONAPO, 1990; Carabias et al., 1994; Ramírez-Mocarro, 1996). Como resultado de su marginación socioeconómica y de varios factores de diversa índole, la región presenta problemas importantes de degradación desde hace varias décadas (COPLAMAR, 1978; Carabias et al. 1994). De acuerdo con las categorías de deterioro propuestas por Landa et al. (1997), solamente 51.2% de la cobertura vegetal total de La Montaña se encuentra en buen estado de conservación, 36% está deteriorada y alterada, en tanto que 12.8% tiene problemas de deterioro y daño.



San. Nicolás Zoyatlán

Municipios de La Montaña



- 004 ALCOZAUCA DE GUERRERO
- 005 ALPOYECA
- 009 ATLAMAJALCINGO DEL MONTE
- 010 ATLIXTAC
- 020 COPANATOYAC
- 024 CUALAC
- 033 HUAMUXTITLAN
- 041 MALINALTEPEC
- 043 METLATONOC
- 045 OLINALA
- 063 TLACOAPA
- 065 TLALIXTAQUILLA DE MALDONADO
- 066 TLAPA DE COMONFORT
- 069 XALPATLAHUAC
- 070 XOCHIHUEHUETLAN
- 072 ZAPOTITLAN TABLAS
- 076 ACATEPEC

Figura II.1. Ubicación de la región de La Montaña del estado de Guerrero (se muestran los municipios que la constituyen) y de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán.

II.2.2. La comunidad de estudio

San Nicolás Zoyatlán ("Lugar de Palmas") pertenece al municipio de Xalpatlahuac y su extensión es aproximadamente de 924 ha, equivalentes a 7.9% de la superficie total de Xalpatlahuac. Zoyatlán es una comunidad de origen náhuatl. Está ubicada entre las coordenadas 98°38' y 98°39' de longitud oeste, y 17°27' y 17°29' de latitud norte. Colinda al norte con la comunidad de Tlaquilzingo, al sur con la comunidad de Ocoatepec, al este con la cabecera municipal de Xalpatlahuac, al oeste con el municipio de Copanatoyac, en la porción suroeste con la comunidad de Ocoatequila y al noroeste con la comunidad de Oztocingo (Fig.II.1).

De acuerdo con García (1988), el clima prevaleciente en la comunidad es el semicálido subhúmedo, A(C)w0. La temperatura promedio anual es de 27.5°C y no se presentan heladas. El régimen de lluvia es de verano, con una precipitación promedio anual de 781 mm y un cociente P/T de 30.2 (datos de la estación meteorológica 12-055, Tlapa de Comonfort, Gro.). Entre noviembre y abril se observa una época de déficit hídrico, con un período de humedad de mayo a septiembre, que incluye un pequeño superávit entre junio y septiembre.

II.3. Métodos

Como la información previamente disponible acerca de la geología, el uso del suelo y los suelos de Zoyatlán es muy general para los propósitos de este estudio, sólo parte de la información cartográfica generada por el INEGI (1983) fue usada para integrar la base de datos; únicamente se incluyó el mapa topográfico a escala 1:50,000. Esta información se utilizó inicialmente como plano base para recabar la información ambiental obtenida en campo. La primera aproximación para el desarrollo de este trabajo se llevó a cabo con la participación de los productores de Zoyatlán. A través de recorridos de campo y entrevistas libres con las autoridades y principales (consejo de ancianos) de Zoyatlán, se recabó información sobre los límites comunitarios, la tenencia de la tierra y las actividades productivas preponderantes.

Con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) en trabajo de gabinete, la carta topográfica original fue digitalizada. Posteriormente, sobre ésta se agregó la información de los límites comunitarios. Con esta herramienta y las fotografías aéreas disponibles para la zona de estudio (1:80,000; 1979), a través de recorridos de campo y con la ayuda del geólogo German Urbán, se identificaron y delimitaron los diferentes componentes de la litología de la comunidad, los principales accidentes geográficos y formas del relieve, además de su relación con las asociaciones vegetales más sobresalientes. Como la información de las fotografías aéreas no representaba adecuadamente el estado de la vegetación, debido a la escala y la fecha de realización del vuelo, esta información solamente fue utilizada para planear los recorridos de verificación, lo que permitió contar con una estimación fidedigna de los componentes de la vegetación en el paisaje (Fig.II.2).



Figura II.2. Ubicación de los sitios de verificación y de los sitios de muestreo realizados en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México).

Sobre la carta topográfica ampliada se digitalizó la información obtenida en la etapa anterior. Con esta carta base se realizaron varios recorridos de campo en la comunidad, cuya finalidad fue corregir y afinar los diferentes elementos que constituyen el medio físico de la comunidad: litología, altitud, pendiente, orientación y formas del terreno, así como relacionar estos factores con los diferentes tipos de cubierta vegetal y las características de los suelos. En total el número de puntos de verificación fue de 143 y todos ellos fueron georeferenciados para realizar su representación cartográfica. De ese total, 36 correspondieron al muestreo integrado de suelo y vegetación (ver Capítulo V), 37 solamente a perfiles de suelo (ver Capítulo IV) y los 70 restantes fueron sitios de referencia (Fig. II.2). En los dos últimos grupos de puntos de verificación, la cobertura vegetal fue descrita de acuerdo a su fisonomía y estructura vertical. Así, en el estrato bajo se distinguieron hierbas y pastos; para la vegetación leñosa se distinguieron aquellos sitios con dominancia de arbustos y elementos arbóreos < 5 m -denominada vegetación secundaria arbustiva-, de aquéllos con dominancia de árboles y altura > 5 m -denominada vegetación secundaria arborea-.

Para contar con información inicial sobre la manera en que se utilizan los recursos de la comunidad, se retomaron algunos resultados generados por Toledo-Manzur y Pérez (1994) y PAIR-UNAM (1995) con respecto a las características socioeconómicas generales de la comunidad. Esa información fue actualizada y reestructurada a través de la aplicación de entrevistas abiertas -libres y estructuradas- a las autoridades, principales y maestros, y con la revisión de archivos documentales de la comunidad. Estas actividades permitieron conocer los rasgos socioeconómicos sobresalientes de Zoyatlán y que se relacionan directa o indirectamente con el uso de los recursos.

II.4. Resultados y Discusión

II.4.1. Características del medio físico

Los datos obtenidos en los recorridos de verificación fueron procesados a través de un SIG y se elaboraron siete cartas, todas a escala 1: 20,000. Los temas de los mapas fueron los siguientes: (1) puntos de verificación, (2) hipsométrico, (3) pendientes, (4) orientación de ladera, (5) geomorfología, (6) litología y (7) vegetación y uso de suelo.

Como es característico a la región de "La Montaña", Zoyatlán presenta una gran variedad litológica en donde se encuentran tanto materiales volcánicos como sedimentarios. En el mapa elaborado para representar la litología es posible distinguir ocho tipos distintos (Fig. II.3). La litología de brecha cuarcítica es dominante, pues se extiende en 71.41% de la superficie total de la comunidad. Los tipos restantes ocuparon menos de 10%, destacando las tobas y el aluvión por representar 9.56% y 7.8%, respectivamente.

Como se muestra en el mapa hipsométrico, los terrenos de la comunidad presenta una topografía compleja debida a la presencia de montañas de mediana altitud. El gradiente altitudinal varía desde 1300 hasta 1800 m s.n.m. Sin embargo, en 70.5% de la superficie total de la comunidad predominan las altitudes que se encuentran en el intervalo de 1300 a 1550 m s.n.m. (Fig. II.4).

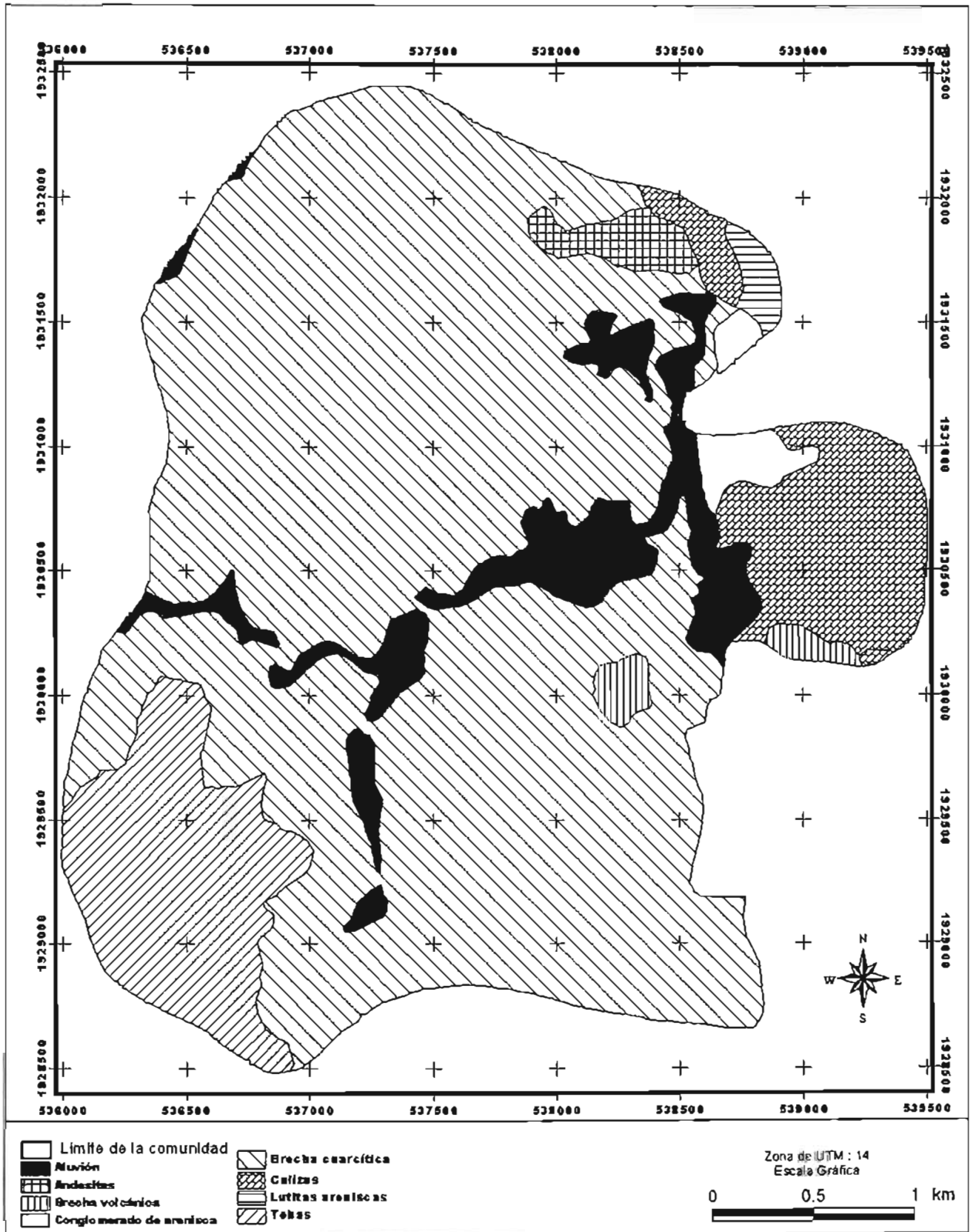


Figura II.3. Ubicación y extensión de los distintos tipos de litología presentes en San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México).

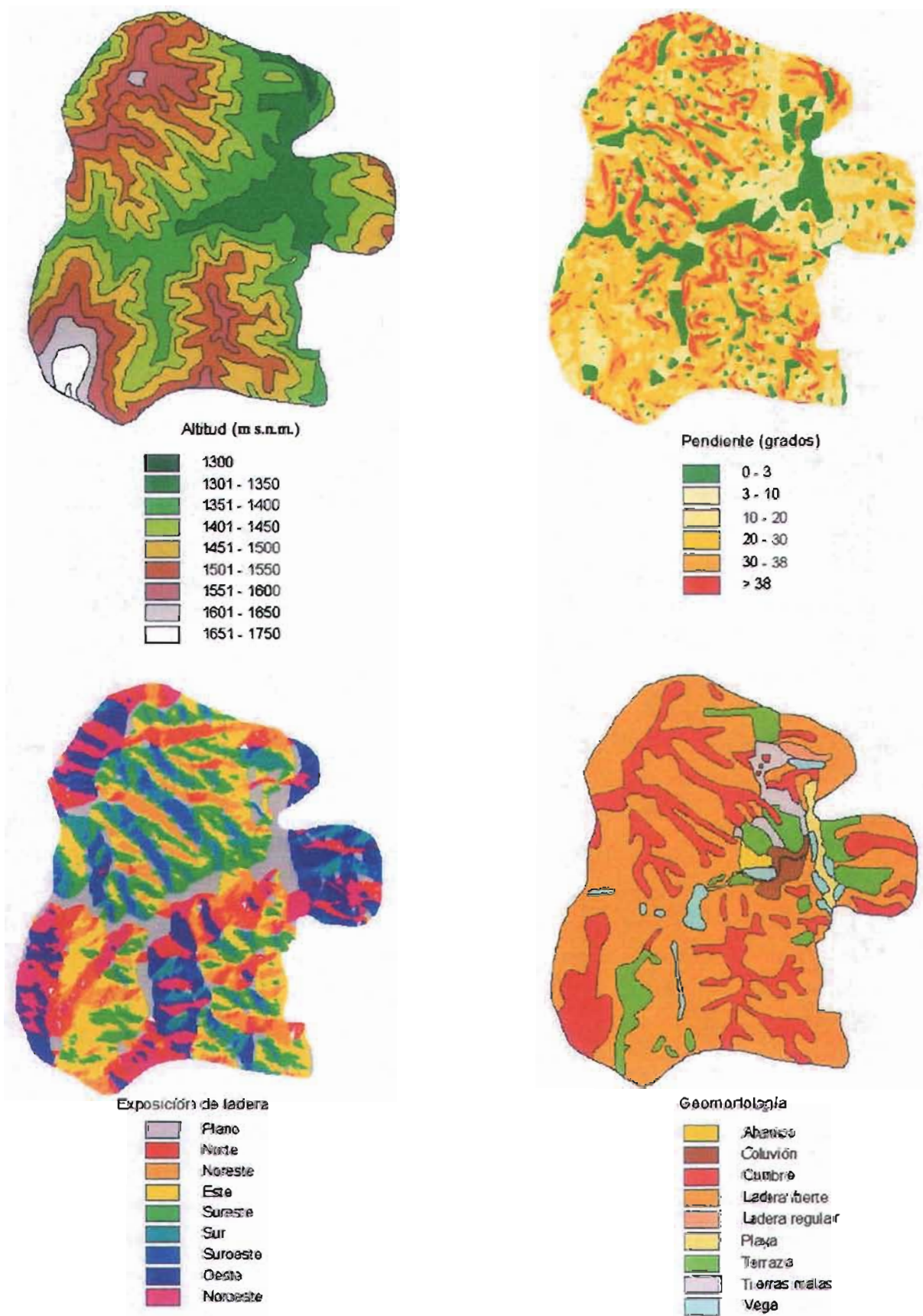


Figura II.4. Características del medio físico de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México).

La pendiente es el mejor reflejo de la topografía de la comunidad. De las 924 ha con que cuenta Zoyatlán, solamente 5.5% presenta pendientes nulas o imperceptibles ($0 - 3^\circ$) y se ubican en los valles y las cimas redondeadas. La superficie con pendientes moderadas ($> 3^\circ \leq 20^\circ$) corresponde a 36%, destacando el intervalo de 10° a 20° por representar 24.5% de esa proporción. Las laderas con pendiente fuerte ($> 20^\circ$) se extienden en poco más de la mitad (58.5%) del territorio total de la comunidad; sin embargo, el intervalo de 20° a 30° es el mejor representado, pues contribuyó con la mayor proporción (33%; Fig. II.4).

La exposición de ladera permite detectar áreas con mayor disponibilidad de humedad. Su ubicación y cuantificación tienen sentido en el contexto de Zoyatlán, dadas las características climáticas prevalecientes: clima cálido subhúmedo con estacionalidad muy marcada. Como se muestra en el mapa (Fig. II.4), en la comunidad 46.14% de las laderas se encuentran orientadas hacia el norte, noreste y noroeste; en tanto que las laderas de exposición sur, sureste y suroeste ocupan solamente 31.86%. Esto indica que en Zoyatlán existe mayor superficie con laderas húmedas, pero además es notorio que estos ambientes son más frecuentes en laderas con pendiente fuerte. Este hecho es significativo por dos motivos: por un lado, este criterio puede ser utilizado como un indicador de las preferencias ambientales de los campesinos para el desarrollo de las prácticas productivas; por el otro, porque puede ser un indicador de áreas con una mayor cobertura vegetal y quizá riqueza de especies.

Las diferentes formas del terreno existentes en la comunidad de estudio fueron agrupadas, a grandes rasgos, en los siguientes tipos: (1) abanico, (2) coluvión, (3) cumbres, (4) ladera regular, (5) ladera fuerte, (6) terraza, (7) tierras malas o "badlands", (7) playa y, (8) vega. De acuerdo con estos criterios, la morfología dominante en la comunidad son las laderas fuertes y regulares, además de las cumbres. Su principal característica es que se ubican en altitudes superiores a 1500 m, además de pendientes mayores que 12° ; en conjunto representan 83.6% de la superficie total de la comunidad (Fig. II.4).

Un componente importante del relieve para el desarrollo de actividades productivas y para el establecimiento de los asentamientos humanos son el abanico, las tierras coluviales, las terrazas, las playas y la vega. Este conjunto representa 14.1% de la superficie total de la comunidad. Destacan las terrazas pues su proporción (8.02%) contribuye con poco más de la mitad de esa superficie. Éstas son superficies poco inclinadas que se encuentran próximas al río La Montaña o sobre laderas tendidas. Probablemente su origen fue a partir de la acción del agua del río o bien por la deposición de suelo. Las playas y la vega de los ríos, diferenciadas por el cambio de pendiente, se ubican cerca de los asentamientos humanos de la comunidad; son áreas de inundación donde se desplazan partículas en las avenidas de la época de lluvias. Los coluviones y el abanico ocupan una pequeña área (1.59%) y en ellos dominan los asentamientos de la población. Su origen hace referencia a la acción del intemperismo y el desplazamiento de detritos rocosos que se depositaron sobre la parte baja de las laderas. Otro componente de la morfología de

la comunidad son las tierras malas. Éstas son el resultado de la acción de fenómenos de ablación, es decir, del arrastre de los elementos de las rocas deleznable y de las formaciones superficiales que propicia la formación de cárcavas, abarrancamientos y barrancos que desarrollan vertientes agudas (Coque, 1984). Aunque en la comunidad éstas ocupan una superficie pequeña (2.32%) de la superficie total, son de considerar porque en ese tipo de terrenos el riesgo a la degradación se incrementa considerablemente, cuando se utilizan para el desarrollo de cultivos y el pastoreo.

II.4.2. Vegetación y uso de suelo

II.4.2.1. Vegetación

Xalpiatlahuac es uno de los municipios de La Montaña que presenta el índice más alto de pérdida de la cubierta vegetal. De los 117 km² que componen su superficie, 35% se encuentra deforestado (Cervantes et al., 1996). Una tendencia similar se presentan en Zoyatlán, pues aunque el 70.8% (≈ 652.11 ha) de su superficie total presenta algún tipo de vegetación leñosa, su estado y cobertura está representado por manchones dispersos en los terrenos de la comunidad. De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), los tipos de vegetación presentes y su distribución porcentual con respecto a la superficie total del territorio de la comunidad fueron los siguientes: (1) bosque tropical caducifolio, 65.1%; (2) bosque ripario, 3.3%; (3) bosque de *Juniperus*, 2.4% (Fig. II.5).

Como se muestra en el mapa de uso de suelo y vegetación, solamente permanecen dos manchones de bosque tropical caducifolio (BTC) en estado de conservación moderado, con una superficie de sólo 8.08 ha, menos de 1% de la superficie total de Zoyatlán (Fig. II.5). Estas áreas se presentan en altitudes superiores a 1400 m, con litologías dominantes de andesita, caliza y brecha cuarcítica, en orden de importancia, además de morfologías de cumbres y laderas fuertes. En contraste, poco más de 50% de la superficie total de la comunidad está cubierta por vegetación secundaria arbustiva de BTC (Fig. II.5). De las 478.07 ha ocupadas por ésta, 78.9% se encuentra sobre litología de brecha cuarcítica. La morfología dominante en esas áreas son las laderas fuertes y las cumbres, con altitudes que varían desde 1400 hasta 1650 m. En dichas zonas las laderas con exposición norte, noreste y noroeste, representan 40.83% de su superficie. Las especies mejor representadas son *Lysiloma acapulcense*, *L. divaricata*, *Acacia bilimekii*, *A. cochliacantha*, *A. farnesiana*, *Dasyliirion* sp., *Tecoma stans* y varias especies del género *Bursera*. También se encuentran especies características de las zonas de transición con el bosque de encinos, como *Juniperus flaccida* y *Fraxinus purpusii*. En el estrato bajo se presentan una gran variedad de especies de las familias Asteraceae, Leguminosae y Poaceae. La vegetación secundaria arbórea de BTC ocupa 12.3% (113.65 ha) de la superficie total de la comunidad (Fig. II.5). Comparte varias de las especies antes mencionadas para la vegetación arbustiva pero con individuos de mayor altura; además, se encuentran otras especies como *Havardia acatlensis* y *Acacia pennatula*. También comparte la morfología, la litología, la distribución altitudinal y las preferencias en la orientación de ladera; sin embargo, difiere en la proporción relativa con respecto a las variables del medio físico. Por

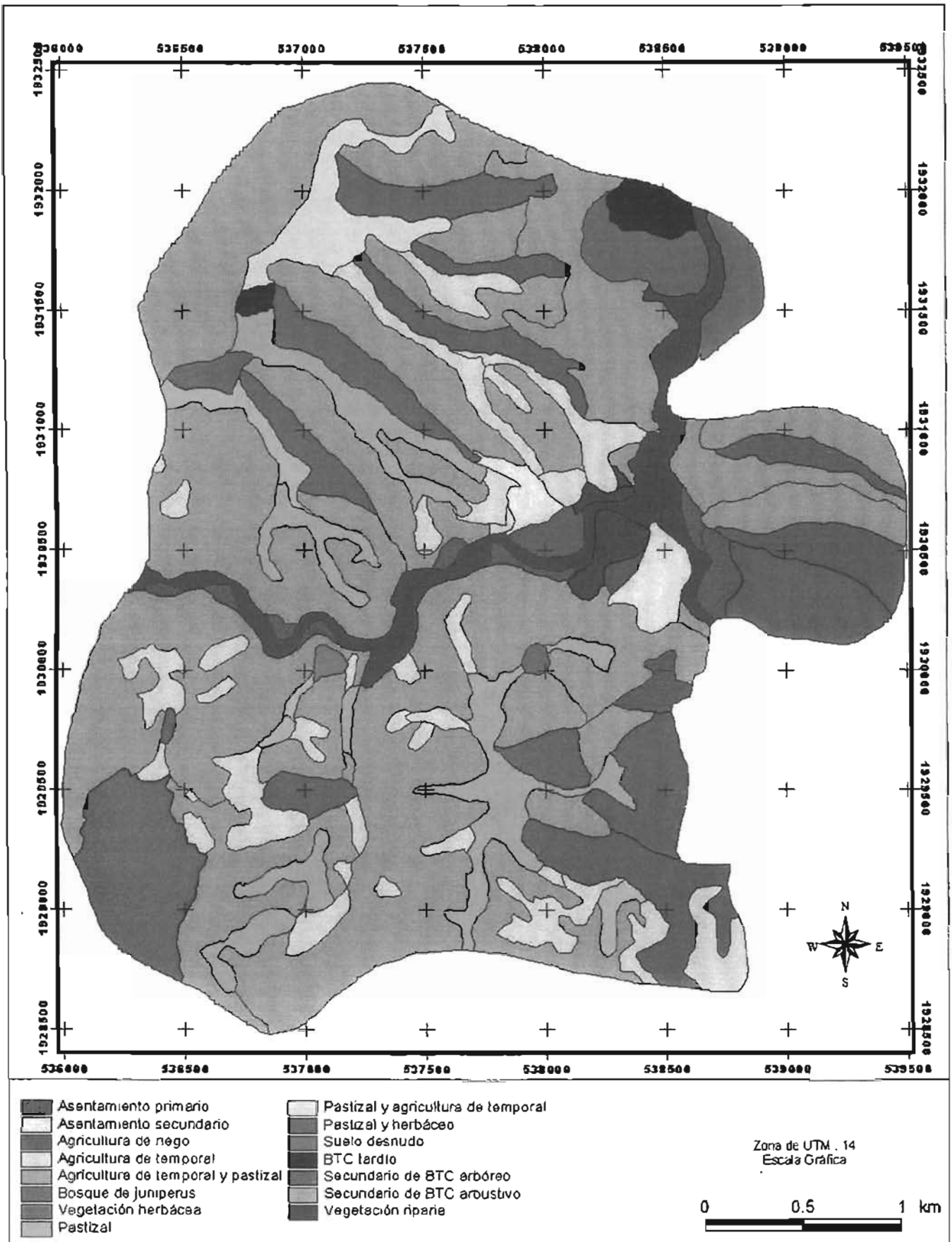


Figura II.5. Uso de suelo y vegetación en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México) en 1998.

ejemplo, la superficie ocupada por esta vegetación en la brecha cuarcítica fue de 83.32%; además, las exposiciones norte, noreste y noroeste representaron 65.3%. Aunque el intervalo altitudinal de la vegetación arbórea es similar al de la vegetación arbustiva, la primera se distribuye mucho más frecuentemente a partir de 1450 m.

La vegetación riparia se extiende en poco más de 30 ha; en ella el ahuehuete, *Taxodium mucronatum*, es la especie característica. Estas áreas se ubican a lo largo del río Ahuehuetta y del río La Montaña (Fig. II.5). El bosque de *Juniperus*, denominado así por la dominancia de *Juniperus flaccida*, es el tipo de vegetación con menor representación en Zoyatlán. Su ubicación dominante es sobre rocas calizas, en morfologías de cumbres y laderas fuertes, en altitudes superiores a 1400 m. De las poco más de 22 ha que ocupan estos bosques, 76.5% se encuentra sobre laderas con orientación norte y noroeste (Fig. II.5).

II.4.2.2. Uso de suelo

Como se muestra en el mapa, el uso de suelo en Zoyatlán es muy variado (Fig. II.5). Generalmente, las cimas redondeadas y con pendientes leves, las terrazas, el coluvión, la vega y las playas son empleadas para su uso en agricultura de temporal y de riego, dejando a las laderas para la extracción forestal maderable y no maderable, además del pastoreo de caprinos. Existe una proporción mínima con suelo desnudo (0.16%), fundamentalmente concentrado en la litología de brecha cuarcítica y en áreas con morfología de cumbres y laderas fuertes.

En 1998 el uso de suelo habitacional se extendió en 3.17% (29.22 ha) de la superficie total de la comunidad, mientras que la destinada a las actividades agropecuarias incluyó 25.9% de la comunidad (\approx 239.1 ha). En esta superficie la agricultura de temporal y el pastoreo de ganado fueron dominantes (alcanzaron 23.76% del total comunitario), pues el área para la agricultura de riego sólo asciende a 20.89 ha (Fig. II.5). Cabe destacar que en la superficie de temporal el cambio de uso agrícola a pecuario es muy dinámico; así, cuando las parcelas inician su periodo de descanso agrícola, normalmente se utilizan para el pastoreo.

Dichos cambios se reflejan de manera compleja, dando como resultado áreas con cobertura vegetal de pastizales, hierbas, fragmentos donde se intercala la milpa y cualquiera de esas coberturas, o incluso la combinación de todas (Fig. II.5). Todo ello contribuye a que el paisaje agrícola varíe continuamente en el tiempo y en el espacio, lo cual complica la cuantificación de las superficies con un uso particular. Por ello, en esta investigación para estimar la superficie y distribución en el paisaje de la comunidad, se establecieron seis categorías para las diferentes composiciones encontradas (Fig. II.6). En 1998 la superficie utilizada para la agricultura de temporal o su combinación con la ganadería fue de aproximadamente 154.53 ha (Fig. II.5). De esa superficie, la categoría con menor representación fue pastizal - agricultura de temporal. Las categorías agricultura de temporal - pastizal y agricultura de temporal estuvieron mejor representadas (Fig. II.6); sin embargo, esta última contribuyó con la mayor proporción relativa y su extensión fue equivalente a 8.65% de la superficie total de la comunidad (Fig. II.5). El área que en ese año únicamente tuvo uso pecuario, o quizá sólo

descanso agrícola, fue de 63.67 ha (\approx 6.91% del total comunitario). La cobertura vegetal aportada solamente por pastos tuvo la menor proporción relativa, contrastando con la cobertura aportada por las dos categorías restantes, las cuales de manera independiente por lo menos duplicaron dicha proporción (Fig. II.6). Esto indica que en las áreas donde cotidianamente se realiza la agricultura de temporal, por lo menos en 30% de su superficie total, se asignó algún periodo de descanso de la tierra (Fig. II.5).

Dos aspectos destacan de estos resultados. El primero se relaciona con las combinaciones de la cubierta vegetal en la superficie destinada para uso agropecuario. Probablemente, la dominancia de cualquiera de ellas se relaciona con diferentes tiempos de descanso agrícola. El segundo sugiere que el descanso de las parcelas agrícolas es una actividad cotidiana; sin embargo, esto no necesariamente implica que dichas áreas sean inservibles para la agricultura o cualquier actividad productiva, es decir, que deban ser clasificadas como tierras ociosas; ya que esos fragmentos cotidianamente se relacionan con parcelas donde se está practicando el cultivo (Fig.II.5). Además, si sólo se toma en cuenta las morfologías que los productores prefieren para el desarrollo de las actividades agropecuarias, como son las cimas y terrazas, en Zoyatlán éstas representan 231 ha (\approx 25% del total comunitario). No obstante, en 1998 solamente se sembraron 154.75 ha, lo que implica que incluso en las tierras más apreciadas se asignan periodos de descanso agrícola, pues 76.25 ha de las tierras con esas características no fueron cultivadas.

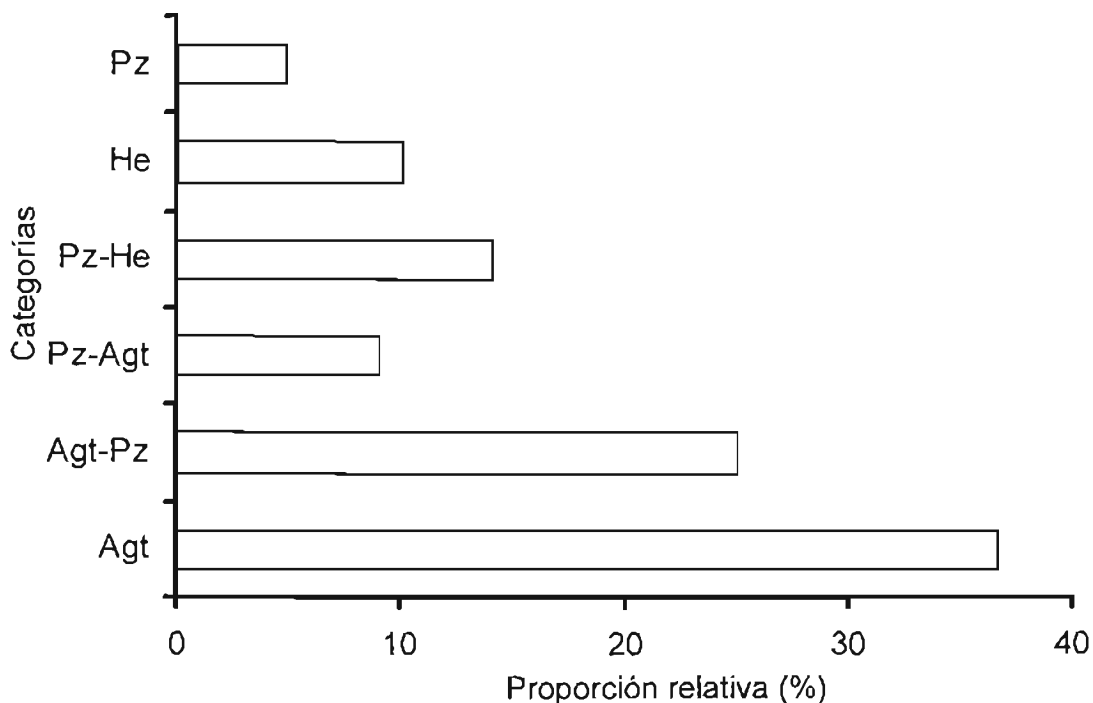


Figura II.6. Proporción relativa de las categorías establecidas para las composiciones encontradas en el paisaje agrícola de Zoyatlán. Agt = agricultura de temporal; Agt-Pz = agricultura de temporal y pastizal; Pz-Agt = pastizal y agricultura de temporal; Pz-He = pastizal y vegetación herbácea; He = vegetación herbácea; Pz = patizal.

II.4.3. Características socioeconómicas

II.4.3.1. La comunidad

San Nicolás Zoyatlán es una comunidad muy antigua, cuyo origen por lo menos se remonta a 1490 (Dehouve, 1995; Ver Capítulo III). Los asentamientos de la población se ubican entre 1350 a 1400 m s.n.m., muy cercanos a los afluentes hídricos más importantes de la comunidad, el río Ahuehuella que atraviesa a la comunidad de oriente a poniente y la cañada de Tlacnepactla. Ambos afluentes desembocan en el río de La Montaña, el que corre de sur a norte por el límite oeste de la comunidad (Figs. II.5 y II.7).

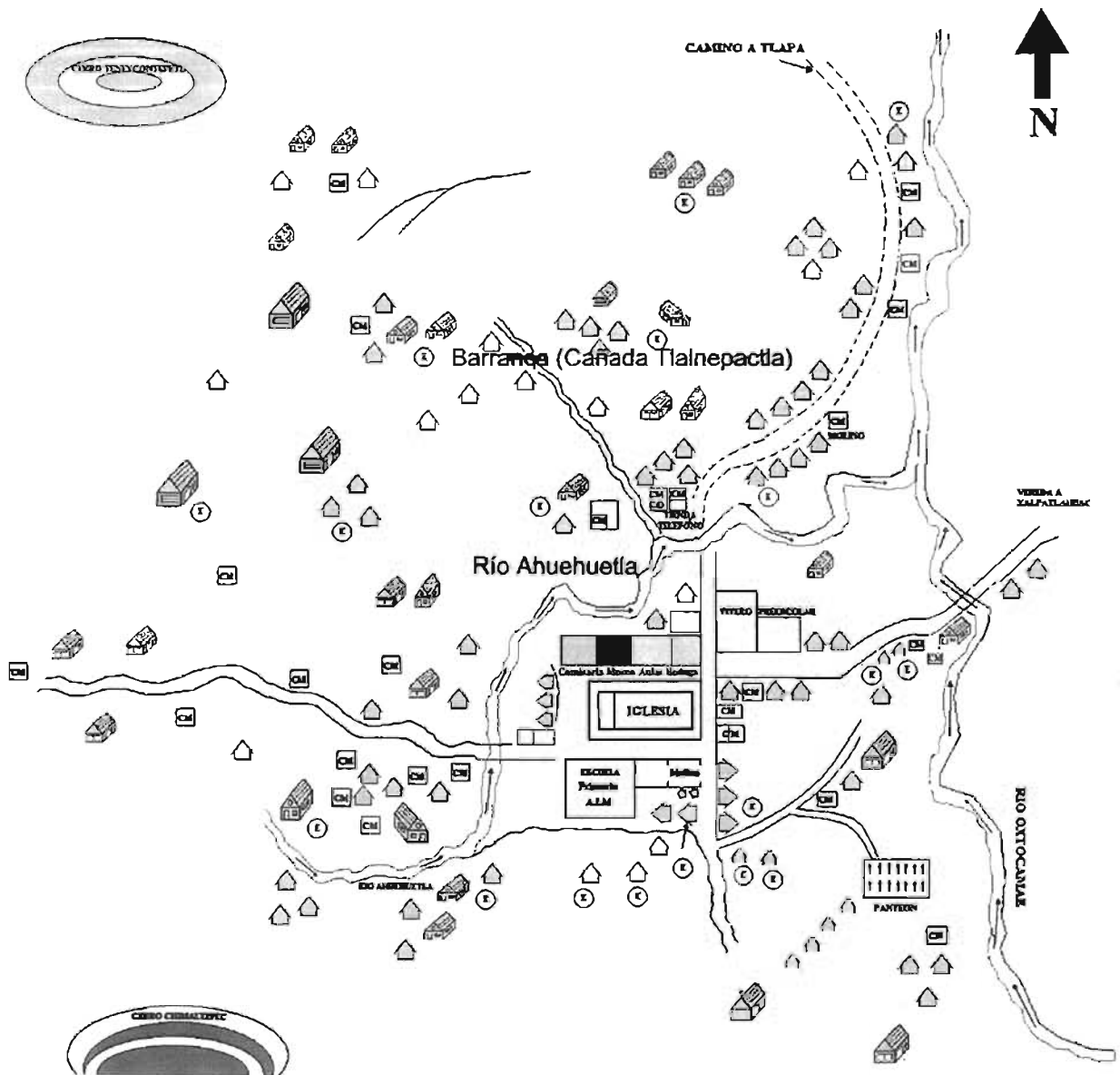


Figura II.7. Croquis de los asentamientos humanos (primarios y secundarios) de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México). CM = Casas construidas con materiales modernos. La letra (E = encuesta) al interior del círculo indica los hogares familiares en donde se aplicó la encuesta genealógica (ver Capítulo III).

Los asentamientos humanos han crecido de manera considerable. De acuerdo con las fotografías aéreas de 1979, éstos se extendían en 7.54 ha, es decir, sólo existían los asentamientos primarios; sin embargo, en 1998 el uso habitacional ascendió a 29.22 ha. Esto implica que en 20 años se triplicó su extensión, pues actualmente los asentamientos secundarios están representados en 21.68 ha (Fig. II.5) Los primeros corresponden a la "zona urbana", donde se encuentran las construcciones más antiguas e importantes del poblado como son la iglesia, la comisaría, el museo comunitario, las escuelas y la cancha de basket-ball. Estos sitios fungen como centro de reunión y vida social de la comunidad. Los segundos corresponden a las casas habitación de reciente creación, las cuales se encuentran entremezcladas con los cañales (huertos familiares) y terrenos de cultivo de riego y temporal (Fig. II.7).

El tipo de asentamiento es semidisperso, con dos calles principales claramente delimitadas y que atraviesan la "zona urbana". También se encuentran veredas que parten del centro hacia los asentamientos secundarios (Fig. II.7). En 1998 el número de casas fue de 118. Éstas son en su mayoría de adobe con techos de teja, aunque también existen algunas de carrizo y teja, o de carrizo y lámina de asbesto. Algunas otras son de ladrillo con grandes ventanas y de estilo más urbano; estas últimas generalmente pertenecen a familias con miembros migrantes en los Estados Unidos.

La comunidad cuenta con algunos de los servicios básicos. Por ejemplo, se encuentra comunicada con la carretera pavimentada Tlapa - Chilapa, a través de un camino de terracería de poco más de 8 km; también se comunica con la cabecera municipal de Xalpatlahuac por medio de un camino que es transitado a pie (Fig. II.7).

El 75% de las casas tiene luz eléctrica; el alumbrado público solamente se encuentra en la parte céntrica de la comunidad. La población dispone de agua entubada suministrada a través de llaves públicas y solamente 20% de las casas cuentan con servicio de agua particular. Además de estos servicios, existen dos escuelas, un pequeño centro de salud, una caseta telefónica y un altavoz. Para el esparcimiento físico tienen una cancha de basket-ball, a la que acuden todas las tardes niños y jóvenes para jugar.

En el aspecto de educación, la localidad cuenta con dos escuelas: la primaria "Adolfo López Mateos", que llega hasta sexto año, y la preescolar "Benito Juárez" que cuenta con dos grupos. A pesar de contar con el servicio de educación básica, 60% de los niños de 5 años y 27% de los niños de 6 a 14 años no asisten a la escuela. En cuanto a los adolescentes de 15 años y más, únicamente 10% tienen algún tipo de instrucción media básica, 12% terminó la instrucción primaria y 55% es analfabeta; la proporción restante presenta algún tipo de instrucción básica.

II.4.3.2. Población

El crecimiento de la población en Zoyatlán ha sido muy importante; en el siglo XX la población se multiplicó por siete. En 1921 existían 92 personas y para 1998 este número ascendió a 681 habitantes, distribuidos en 116 unidades familiares con un tamaño promedio (\pm 1D.E.) de 6.4 ± 0.5

miembros por unidad (Censo Comunitario, 1997); esto implica que la densidad de habitantes por hectárea es menor a uno (0.74). Aunque la mayor parte de la población es bilingüe, 76% habla nahuatl y español, la mayor proporción de monolingüismo (20.7%) se presenta en las mujeres.

Un análisis del comportamiento de la población por grupos de edad y sexo, realizado con base en el censo comunal de 1997, indicó que 46.5% de la población es menor de 15 años, que casi tres de cada cuatro habitantes es menor de 30 años y además, que la edad mediana de la población es menor a 16 años (Fig. II.8). Esto indica que en Zoyatlán se está tratando con una población joven, dado que 50% de la población es menor a 16 años.

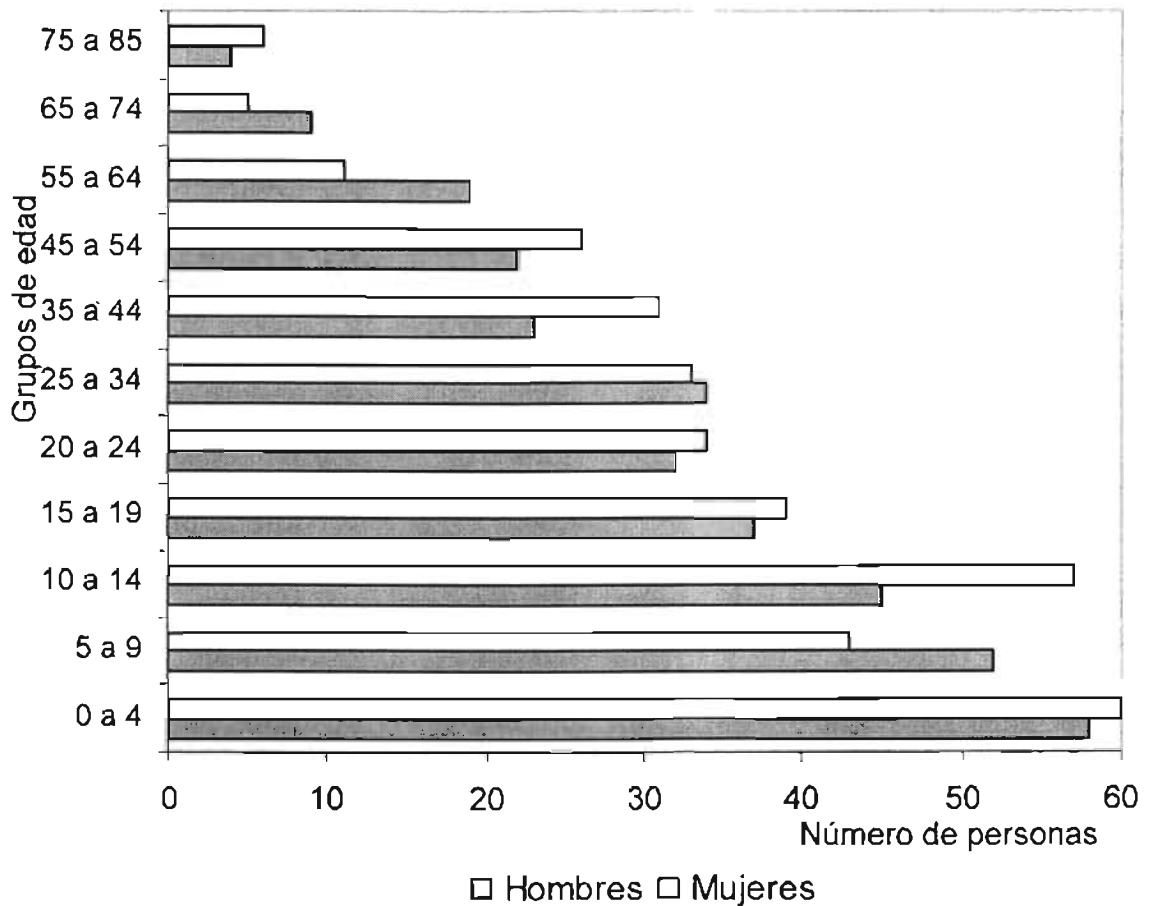


Figura II.8. Número de habitantes por grupos de edad y sexo en Zoyatlán, de acuerdo al Censo Comunitario de 1997.

II.4.3.3. Características agrarias y tenencia de la tierra

En cuanto a las características agrarias, Zoyatlán carece de resolución presidencial y títulos que certifiquen el tipo de propiedad. No obstante, al interior del poblado se distinguen dos tipos de tenencia, la pequeña propiedad y la de régimen comunal. Los terrenos de la comunidad se encuentran completamente parcelados y cada parcela corresponde a un dueño. El acceso a la tierra está controlado por el conjunto de poseedores de las parcelas, quienes las detentan a partir de la herencia de sus respectivos linajes o bien, por el proceso de compraventa. Cabe destacar que los terrenos de uso común son casi inexistentes, razón por la cual no sólo la agricultura, sino también la ganadería y la recolección de leña se encuentran condicionadas por la estructura de tenencia de la tierra.

Con respecto a la tenencia y la calidad de la tierra, sólo 73.3% de las familias cuenta con terrenos de labor; no obstante, la mayoría de ellos corresponde a los de temporal, ya que únicamente 23.5% de esas familias cuenta con parcelas de riego. Alrededor de la tercera parte de las unidades domésticas (32%) se ven en la necesidad de arrendar terrenos para cultivar, aunque no en todos los casos se trata de productores sin tierra, quienes representan alrededor de 26.7%; en este caso se presenta un fenómeno en el que los agricultores rentan otros terrenos para dejar descansar los propios. La superficie agrícola con que cuentan las unidades familiares es variable, aunque 83% de las mismas poseen terrenos que no sobrepasan 3 ha, se debe considerar que el 25.4% de las familias posee < 1 ha, mientras que 57.6% cuenta con una superficie ≥ 1 pero ≤ 3 ha; en contraste, solamente 17% de las unidades cuenta con superficies de cultivo con más de 3 ha.

II.4.3.4. Actividades productivas

En la comunidad las actividades productivas más importantes son la agricultura y la ganadería, fundamentalmente de caprinos. Los cultivos principales son el maíz, el frijol y la calabaza "champula". El trabajo agrícola se realiza con base en el trabajo familiar y en ocasiones con mano de obra asalariada local. También se aprovecha del medio la leña para la cocción de alimentos, además de la recolección de algunos vegetales para complementar la dieta familiar. En época de lluvias se pesca charal con fines de autoconsumo y se tejen sombreros de palma que son vendidos en Tlapa (Toledo-Manzur y Pérez, 1994). Otra actividad que cotidianamente realizan los Zoyatlenses es la migración temporal hacia el Distrito Federal, los Estados Unidos y Morelos. Al parecer existe una relación entre la cantidad de tierra, el tamaño de la unidad familiar y la migración, lo que sugiere que esta actividad es una estrategia adoptada por las unidades familiares para su sobrevivencia y reproducción (PAIR-UNAM, 1995).

II.4.3.4.1. Sistemas agrícolas

En Zoyatlán se practican cuatro sistemas de producción agrícola: el riego, el barbecho, el calmil y el tlacolole. Los dos primeros son los más importantes en la comunidad ya sea por su extensión o productividad. El sistema de tlacolole (la siembra se realiza sólo con el uso del espeque) es prácticamente inexistente, pues solamente es practicado por algunos agricultores. El calmil

consiste en la milpa que se siembra en los solares adyacentes a las casas y tiene importancia como parte del asentamiento humano (Toledo-Manzur y Pérez, 1994). El sistema de riego es practicado por muy pocos productores, pues como se indicó, su extensión es muy reducida en la comunidad (20.89 ha). Estas parcelas se encuentran en la vega de los ríos Ahuehuetla y La Montaña (Fig. II.5); todas ellas son de propiedad privada, generalmente nunca tienen descanso y se utilizan tanto en la época de lluvias como en la de secas. La superficie total de estas tierras corresponde a 20 productores y generalmente su extensión no excede a media hectárea.

La mayor parte de la literatura referente a los sistemas de producción agrícola utiliza el término barbecho como sinónimo del descanso de la tierra; sin embargo, en La Montaña este término se emplea para nombrar a la práctica de roturar el suelo como parte de la preparación del terreno para el cultivo. En términos generales, los agrosistemas de barbecho en la región están caracterizados por utilizar arado de hierro jalado por bueyes en la preparación y labores de cultivo, por depender exclusivamente de la precipitación pluvial, por cultivarse en policultivo de maíz-frijol-calabaza o en monocultivo de maíz, por destinar casi siempre la producción al autoconsumo y finalmente, por basar su productividad en la utilización de insumos químicos y el descanso de la tierra (PAIR-UNAM, 1995). De acuerdo con los periodos de descanso, en La Montaña se han encontrado cuatro variantes de este sistema de producción: (1) anual de secano - se siembra año con año-, (2) año y vez - se siembra un año y se aplica un año de descanso-, (3) barbecho corto - consiste en dos a tres años con cultivo y de dos a tres años en descanso- (4) el barbecho medio - implica dos o tres años de uso, pero con descansos de cuatro a siete años-, (5) humedad residual - similar al anual de secano o al de año y vez, pero en terrenos con la posibilidad de contar con humedad antes del inicio del temporal proveniente de lluvias invernales o escurrimientos subsuperficiales (Carabias et al., 1994). Actualmente en Zoyatlán se practican tres de estas cinco variantes. En primer lugar se encuentra el anual de secano, practicado por 46% de los productores. El segundo corresponde al de año y vez, mismo que es realizado por 30% de los agricultores; finalmente, solamente 24% de los productores practica el barbecho medio (Toledo-Manzur y Pérez 1994).

En Zoyatlán por lo general el patrón de cultivos corresponde a la asociación maíz-frijol-calabaza, en donde se incluyen diversas variedades. Aunque se han distinguido nueve diferentes patrones de cultivo, la predominancia del maíz llamado "híbrido" en asociación con frijol y calabaza se siembra por 50% de los campesinos; en contraste, solamente 23% practica el monocultivo de maíz "híbrido". Esta semilla es el resultado de la introducción del híbrido H101, realizada en 1970 por la Comisión del Balsas. Aunque ésta ya ha sufrido un proceso de adaptación y recombinación con las variedades criollas, sigue siendo una variedad de gran aceptación entre los agricultores, fundamentalmente por su resistencia a la sequía, que es mayor que la de los criollos (PAIR-UNAM, 1995). Este proceso de recombinación ha favorecido que los campesinos seleccionen las mejores mazorcas de maíz para obtener las semillas que utilizarán en el siguiente ciclo de cultivo, lo cual también redundo en un ahorro económico pues por lo general no compran semilla mejorada.

En la región de La Montaña las variedades nativas de maíz se clasifican fundamentalmente por su color; de esta manera se puede encontrar maíz blanco, amarillo, rojo y azul. Aunque en el pasado al barbecho se asoció a una gran diversidad de germoplasma de maíz, actualmente esta característica sólo ha permanecido en las zonas templadas. Esto se debe en gran parte a que en dicha condición ambiental aún no se ha introducido semilla mejorada (Carabias et al., 1994). Con la entrada del maíz híbrido los ciclos de cultivo en las zonas semicálida y semitemplada de la región se alargaron y se lograron mejores rendimientos. Esto provocó que variedades como el "tehuacanero" (ciclo intermedio) o el "cuarenteño" (ciclo largo) se hayan perdido en la mayoría de las comunidades con este clima. No obstante, el maíz amarillo, el rojo y el azul, reconocidos en algunos lugares con el nombre de "tafacuaches", son variedades que comúnmente conserva el agricultor, como es el caso de Zoyatlán. Esto se debe a que dichas semillas son de ciclo corto; por tal razón se pueden sembrar hasta el final del periodo de siembra, lo que permite enfrentar los riesgos de no obtener cosecha debido a los efectos de la sequía (R. Obregón, com. pers.). Aun y cuando parece existir una tendencia hacia el monocultivo del maíz híbrido, lo que sugiere una reducción en la diversidad del cultivo, cabe considerar que las parcelas con tres o más cultivares aún representan 70% del total de parcelas cultivadas. Además, otro factor que aumenta la diversidad del cultivo es la tolerancia y el fomento que hacen los agricultores de un conjunto de especies vegetales, principalmente arvenses silvestres, que tienen utilidad alimenticia. Entre las diferentes especies, las más importantes son el alache (*Anoda cristata*), los quelites, el chipile (*Crotalaria* spp.) y la verdolaga (*Euphorbia* spp.) Estas plantas, junto con otras que se recolectan en las zonas no agrícolas, son un recurso alimenticio muy importante para complementar la dieta de los campesinos en el período en que los granos agrícolas escasean (Toledo-Manzur y Pérez, 1994).

La cantidad y el tipo de fertilizante utilizado en Zoyatlán es variable, aunque fundamentalmente se utiliza el sulfato de amonio (20.5% de nitrógeno) frecuentemente combinado con el granulado ó 20-20-00 (mezcla de sulfato de amonio y fósforo). La mayor parte de los agricultores fertilizan una vez, aunque se ha encontrado que 30% de ellos realizan una segunda aplicación durante la segunda labra, o bien cuando el maíz comienza a espigar. En general las dosis de fertilización utilizadas son bajas, comparadas con las recomendadas para la región por la SARH y BANRURAL (80-40-00). Por ejemplo, 40% de los productores utiliza una dosis muy baja (40-10-00), 30% maneja una concentración de 80-40-00 y solamente 20% de los productores maneja dosis más altas (Toledo-Manzur y Pérez, 1994).

II.4.3.4.2. Sistemas ganaderos

Como es característico de la región, en Zoyatlán se desarrolla una ganadería típicamente campesina pues se encuentra inserta en la dinámica de la unidad familiar. Debido a que esta actividad no demanda mucha energía física, niños, ancianos y amas de casa juegan un papel muy importante en el desarrollo de esta actividad. En la comunidad se presentan básicamente dos

sistemas de producción ganadera, el multiespecífico de traspatio y el caprino de libre pastoreo, dirigido a zonas específicas.

El sistema multiespecífico consiste en los animales que cada familia mantiene en el solar de sus hogares o traspatio. Como su nombre lo indica, está constituido por un hato diversificado que incluye diferentes especies de aves y ruminantes, además de cerdos (Tabla II.1). El sistema de pastoreo dirigido de caprinos, aunque está poco tecnificado, no es desarrollado por todas las unidades familiares de Zoyatlán. Esto se debe a que se requiere de un conjunto de condiciones para poder realizarlo: cierto grado de capitalización debido a la necesidad de una inversión inicial, una estructura familiar que permita la liberación de por lo menos un miembro para que realice las labores de pastoreo; además de la tenencia de un pedazo suficientemente grande de tierra para mantener el hato. No obstante, varios productores que no cuentan con terrenos propios llevan sus chivos a las áreas comunales, o bien rentan o piden prestadas las tierras de algún otro productor para apacentar su ganado. El sistema consiste en hatos de entre 5 y 35 cabezas pastoreadas en los terrenos de cada productor; sin embargo, es posible que el número de animales por unidad familiar sea mayor, dado que generalmente los productores mencionan un número menor de animales (Toledo-Manzur y Pérez, 1994; PAIR-UNAM, 1995).

Tabla II.1. Tipos de ganadería que realizan las familias de la comunidad de Zoyatlán. Los datos de producción consumo y venta fueron tomados del Censo Comunal de 1992.

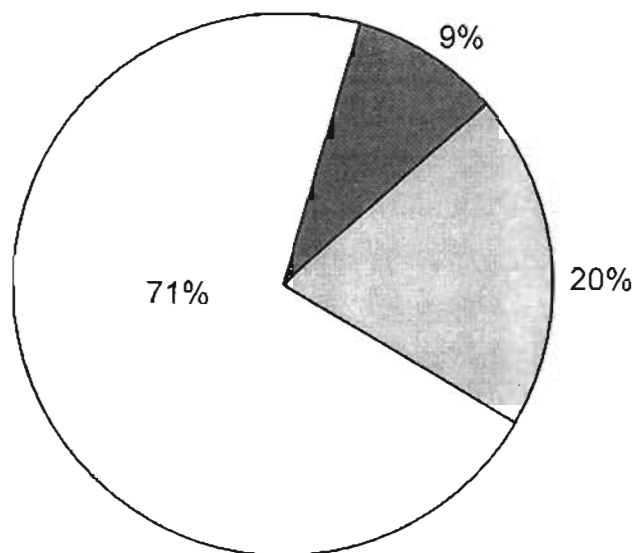
Tipo	Alimentación/ Época	Existencias	Producción Total	Ventas	Consumo
Ganadería de Traspatio					
Bovino	Época de lluvias - parcela del productor con pastizal y hierba.	52	17	15	2
	Época seca - rastrojo de la milpa.				
Asnar y Caballar	Época de lluvias - parcela del productor con pastizal y hierba.	17	-	-	-
	Época seca - rastrojo de la milpa y maíz en grano.				
Porcino	Pastoreo; maíz en grano; desperdicios caseros.	64	13	10	3
Aviar	Pastoreo; maíz en grano y masa de maíz; desperdicios caseros.	227	79	18	61
(a) gallinas					
(b) guajolotes		37	21	5	16
Ganadería de Libre Pastoreo					
Caprinos	Parcelas del productor con hierba y pasto; sal; rastrojo de la milpa.	543	178	160	18

El esquema de pastoreo sigue dos patrones de temporalidad, uno de lluvias y otro de secas. Durante las lluvias el rebaño permanece en el terreno del campesino, quien habita en su construcción temporal durante toda la estación de labores agrícolas. En este periodo los animales no pueden estar en el pueblo ya que perjudicarían a los calmiles. Así, el campesino debe cuidar el ganado y llevarlo todos los días (por las tardes) a las fuentes de agua para que abrevan, generalmente en el río. En la época de secas los hatos caprinos pernoctan en el poblado en corrales anexos a los hogares y todos los días son sacados para que pasten. Durante la estación seca el forraje fresco escasea, pero el ganado aprovecha algunas plantas que permanecen con follaje durante el estiaje. En ocasiones el productor puede complementar el pastoreo de los chivos con rastrojo o grano de maíz. Asimismo, en ambas estaciones la alimentación de los caprinos es complementada con sal, por lo general utilizando uno o dos litros cada 15 ó 30 días (Tabla II.1). El sistema de pastoreo de caprinos es relativamente rentable para los productores, pues además de constituir un ahorro que se utiliza para resolver eventualidades económicas de las familias zoyatlenses, también se encuentra establecido un pequeño mercado temporal. De acuerdo con el Censo Comunal de Ganado, en 1991 se encontró una producción de 109 chivos; de éstos 85.3% fue destinado para su venta en Tlapa, mientras que solamente 14.7% fue consumido por los propios productores; en 1992 la venta de chivos casi fue igual al total de la producción (89.9%; Tabla II.1).

II.4.3.4.3. Actividades forestales

Los habitantes de Zoyatlán recolectan una gran variedad de productos forestales maderables y no maderables. La recolección de productos no maderables incluye plantas para el consumo humano y de uso medicinal, además de resinas y forrajes. Los forestales maderables se destinan para la construcción de cercas, herramientas y combustible. No obstante, la actividad forestal más importante es la recolección de leña, pues 92.3% de las familias la utilizan como fuente energética para la cocción de alimentos y en ocasiones para calentar sus viviendas (Fig. II.9).

Un estudio realizado para evaluar la situación de abasto energético durante el periodo 1993 – 1994 mostró que el consumo de productos maderables por los zoyatlenses fue de 460 Ton/año, con un consumo anual *per cápita* de 678.9 ± 62 kg. El 90% de los productos correspondió a la obtención de leña, en tanto que la madera para cercas, herramientas y otros usos sólo representó 10%. Otros usos del combustible son reportados para el del baño de temazcal (utilizado como terapia durante el puerperio); se estima que el consumo de leña en la realización de esta actividad es bajo, pues solamente representa entre 0.2 y 0.4% del consumo total (PAIR-UNAM, 1995). Entre las especies vegetales más apreciadas para leña destacan el tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*), el tlahuitle (*L. divaricata*), el tehuitztle (*Acacia bilimekii*), las cubatas (*Acacia pennatula*, *A. cochliacantha*), los encinos (*Quercus* spp.) y los copales (*Bursera* spp.).



□ Tortilla ■ Nixtamal □ Otros

Figura II.9. Proporción de leña utilizada en la cocción de alimentos (PAIR-UNAM, 1995).

Aunque los requerimientos de combustible en la comunidad son cubiertos fundamentalmente con leña, existen algunas familias que cuenta con estufas de gas L.P. (10 familias); a pesar de ello, éstas siguen utilizando leña para la preparación de alimentos, principalmente tortillas. Un combustible alternativo que utilizan las familias zoyatlenses es el "olote", que es un desecho de las mazorcas de maíz. Su uso libera hasta en 50% el consumo de leña de las familias durante los meses de enero y febrero, época en que se desgranar las mazorcas de maíz obtenidas del temporal, debido a que 72% de las unidades familiares utilizan el olote como fuente energética. Se ha sugerido que en Zoyatlán hay escasez de combustible de acuerdo con los siguientes indicadores: (1) el estado de fragmentación de la cubierta vegetal, (2) el consumo promedio per capita, el cual es de los más bajos tanto a nivel estatal como nacional, (3) la apreciación de escasez que manifiestan los pobladores de Zoyatlán. No obstante, la situación de escasez no se manifiesta en la calidad de la leña utilizada, ni en el tiempo utilizado para su recolección (PAIR-UNAM, 1995).

La explicación a estas incongruencias seguramente se fundamenta en varios factores. Por una parte se encuentran las restricciones de acceso al recurso impuestas a los productores sin tierra. Tal condición propicia que las familias sin tierra y por ende sin recursos forestales, obtengan el recurso leñero a través de la corta clandestina en los terrenos comunales, en terrenos ajenos que son propiedad de algún productor de la comunidad, o de comunidades aledañas. Por la otra, debe considerarse el cuidado que las familias con tierra y por lo tanto con recurso forestal realizan tanto en las forma de extracción de la leña, como en la eficiencia de su uso al interior de los hogares. Otro factor más se refiere a el tipo de actividades económicas preponderantes de las unidades

familiares. Por ejemplo, 32% de las familias que compran leña a otras comunidades (principalmente Ocotepec y Ocotequila), son las unidades que cuentan con excedentes monetarios obtenidos por realizar actividades asalariadas, razón por la cual carecen de tiempo para dedicarlo a la extracción de combustible. El 68% restante obtiene el recurso energético de la comunidad, ya sea por no tener recursos económicos para su compra, o porque son familias que cuentan con terrenos arbolados y una estructura familiar cuyos miembros participan en actividades productivas que les permite realizar la extracción de leña.

II.5. Discusión General

A partir de la descripción del estado actual de los recursos y la variedad de formas en que éstos son apropiados y manejados por los habitantes de Zoyatlán, es posible aseverar que se trata de un ecosistema cultural (ver Capítulo I). Por esta razón, las estrategias de restauración deben tomar en cuenta la asignación del paisaje natural y productivo que los habitantes de la comunidad han diseñado, reconociendo la reciprocidad que existe entre los procesos ecológicos y las actividades humanas.

Es evidente que tratar de identificar y reconstruir el "ecosistema original" es una tarea poco promisorias, sobre todo porque el territorio de la comunidad cuenta con más de cinco siglos de uso continuo; esto en primer término deja abierto el siguiente cuestionamiento: ¿cuál sería el ecosistema a reconstruir? En segundo lugar, se debe tomar en cuenta que hay un arreglo del paisaje de la comunidad que ha sido determinado por los usuarios para usufructuar, de la mejor manera posible, los recursos de los que disponen, lo que señala claramente el valor de uso de la tierra. Esto destaca que las estrategias de mejoramiento deben ser diseñadas con base en el conocimiento de tales criterios, pues de lo contrario las propuestas tendrían muy poca aplicabilidad, además de escasas repercusiones en el mejoramiento del ambiente. Además, tal condición haría que la eficiencia en el uso de recursos económicos y humanos destinados al desarrollo de estas actividades fuera exigua.

Llama la atención que a pesar del prolongado tiempo de uso de los recursos naturales de la comunidad, en la actualidad ella muestra poco más de 60% de cobertura vegetal, aun y cuando esta última se encuentre muy fragmentada. Aunque una explicación a este hecho puede ser que estas áreas se concentran en laderas de exposición norte y con pendientes pronunciadas, lo que puede representar un factor limitante para el desarrollo de las prácticas productivas, es probable que existan otros factores que contribuyan a explicar tanto el estado de la cobertura como los diferentes estados de desarrollo de la vegetación. Como se indicó, menos de la tercera parte del territorio actualmente tienen uso agropecuario, pero además es innegable el valor que los recursos maderables representan para las familias de Zoyatlán.

Otro hecho que llama la atención es el uso agrícola ancestral que han sostenido los suelos de la comunidad. Es probable que el mantenimiento de la producción agrícola sea una resultante del

conocimiento y el manejo de la fertilidad natural de los suelos. Si bien actualmente los productores utilizan fertilizantes químicos para la producción, por lo general la cantidad aplicada es baja, lo cual puede estar relacionado con los periodos de descanso agrícola que tradicionalmente asignan los productores. La variedad de sistemas agrícolas, su variabilidad en los periodos de descanso y las diferencias en el uso de insumos químicos sugieren que en estas decisiones confluyen factores relacionados con distintas calidades del suelo, como los de índole cultural y económico, entre otros.

Un resultado relevante fue entender y describir la dinámica de cambio entre el uso agrícola y pecuario en las áreas de temporal. Por una parte, el desconocimiento de esta dinámica y de los factores inherentes a ella propicia estimaciones erróneas y estáticas de los impactos del cambio de uso de suelo en un área particular. Por la otra, ese tipo de estimaciones también puede propiciar el desperdicio de los recursos económicos que se asignan al mejoramiento de la cubierta vegetal. En muchos casos el desconocimiento hace que se asignen estrategias de revegetación que son costosas y que tienen pocos impactos, pues éstas sólo se mantienen durante el tiempo de descanso agrícola, en el mejor de los casos. Como se demostró anteriormente, el descanso agrícola no implica que las parcelas queden en un estado de "desecho" o que sean consideradas como "tierras ociosas". Al parecer, la alternancia entre el descanso agrícola y el uso pecuario es una estrategia que se utiliza para recuperar la fertilidad natural de los suelos. Por un lado, esto puede repercutir en un menor uso de fertilizantes químicos, y por el otro, permite mantener la alimentación del ganado del productor; ambas estrategias se traducen en beneficios económico para las familias de manera directa e indirecta.

Al respecto, cabe recordar que el término "tierras ociosas" se ha aplicado en México desde hace muchos años, pero desafortunadamente hoy en día no se ha aclarado si éste se aplica a las áreas que no cuentan con una cubierta vegetal "original" o desarrollada, o si bien se aplica a aquellas en donde los factores abióticos como el suelo han sido afectados severamente, o incluso en donde se presentan problemas de contaminación y toxicidad. Originalmente en la primera Ley Forestal de México, dicho término fue empleado para agrupar las áreas que no contaban con ningún uso productivo, es decir, de ellas no se obtenía erogación económica, aunque en la mayoría de los casos éstas contenían flora y fauna nativas (Moncayo, 1979). Esto indica que dicho término no se aplicaba a zonas degradadas, e incluso a raíz de ese criterio se instituyó el Programa Nacional de Desmontes (SARH, 1994; Warman, 2001), cuya finalidad fue incrementar la superficie del país con uso productivo. Aunque actualmente las áreas con esas características han sido revaloradas no solamente por fungir como reservorios de la diversidad del país, sino también por la variedad de servicios ambientales que brindan a la población, hoy en día son pocos los estudios que integren las variables del medio físico y biológico, con los factores que directa o indirectamente, expliquen porqué las actividades humanas, por fortuna, no han desmeritado dichos ambientes. Indudablemente, esto lleva a reflexionar sobre la importancia de conocer y delimitar los valores umbrales de afectación de los componentes del sistema de estudio tomando en cuenta tanto al estado actual de los recursos, así como el uso y manejo tradicional del territorio. Ello pone

de manifiesto que dicha evaluación no puede realizarse solamente a partir del análisis puntual del estado de la cubierta vegetal. Una visión esta naturaleza no permitiría contar con estimaciones sobre el potencial de uso y vulnerabilidad a la degradación del sistema de estudio.

Finalmente, se debe tomar en cuenta que Zoyatlán es una comunidad cuya población ha tenido un acelerado crecimiento demográfico, lo cual se manifiesta en la dominancia de jóvenes. Esta situación es de considerar porque puede implicar una mayor presión sobre los recursos naturales de la comunidad. Esto señala la necesidad de tomar en cuenta la pertinencia de realizar estudios que permitan conocer las estrategias laborales y productivas que las familias de la comunidad utilizan para el mantenimiento de su reproducción y supervivencia. También justifica la importancia de realizar estudios interdisciplinarios que permitan crear las bases conceptuales y metodológicas para diagnosticar la problemática ambiental de esta comunidad, y sobre esa base generar las estrategias idóneas para revertirla. Estas acciones son primordiales, dado que dicha problemática no es exclusiva de la zona de estudio pues se encuentra ampliamente representada, con sus variantes, en distintos ambientes ecológicos del país.

REFERENCIAS

- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of the Linnean Society of London*. 56(Suppl.): 187-211.
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. 1994. *Manejo de Recursos Naturales y Pobreza Rural*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996. La problemática socioambiental de la reforestación en la región de La Montaña, Guerrero México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 59: 67-80.
- CONAPO. 1990. *Censo General de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- CONAZA. 1994. *Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-MÉXICO)*. FAO – PNUMA – CONAZA – SEDESOL. México, D.F.
- COPLAMAR. 1978. *Región Montaña de Guerrero. Programas Integrados. Zona Mixteca*. Vol. 21. Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados. México, D.F.
- Coque, R. 1984. *Geomorfología*. Alianza Editorial. Madrid.
- Dehouve, D. 1995. *Hacia una Historia del Espacio en La Montaña de Guerrero*. Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos - CIESAS. México, D.F.
- Dwight Baldwin, A. 1993. Rehabilitation of land stripped for coal in Ohio – reclamation, restoration, or creation? 181-191 pp. En: A. Dwight Baldwin, J. de Luce, C. Pletsch (Eds.) *Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.

- Flores, G., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki. 1971. Mapa y Descripción de los Tipos de Vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F.
- Hoobs, R.J. y D. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-110.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Edición de la autora. México, D.F.
- INEGI. 1983. Carta topográfica 1:50,000. Xalpatlahuac E14D22. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.
- INEGI-SEMARNAP. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente, México, 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological Applications*, 7: 316-329.
- Moncayo, R.F. 1979. Relación de Algunas Cosas de los Montes de México: un Ensayo Histórico del Asunto Forestal. Premio Nacional Forestal 1979, Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre/ Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Nirander, M., M. Safaya y K. Wali. 1992. Applicability of U.S. environmental laws in the developing countries: an analysis of ecological and regulatory concepts. 143-155 pp. En: M.K. Wali (Ed.). *Ecosystem Rehabilitation Vol. 1*. SBP Academic Publishing. La Haya.
- PAIR-UNAM. 1995. Primer Informe de Actividades del Proyecto Reordenamiento Productivo Comunitario en la Comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales – Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México/ Fundación Rockefeller. México, D.F.
- Ramírez-Mocarro, M.A. 1996. Empobrecimiento Rural y Medio Ambiente en La Montaña de Guerrero. Juan Pablos Editor/ Procuraduría Agraria. México D.F.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D.F.
- SARH. 1994. Inventario Forestal Periódico 1992-1994. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre – Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- SEMARNAP. 2000a. La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAP. 2000b. Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAT. 2002. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- UNAM-INEGI. 1984. Geología de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México/ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- Simonian, L. 1999. La Defensa de la Tierra del Jaguar. Una Historia de la Conservación en México. CONABIO/ SEMARNAP/ IMERNAB. México, D.F.

- Toledo-Manzur, C.A. 1994. Diagnóstico Ecogeográfico y Ordenamiento Ambiental del Municipio de Alcozauca, Gro. a través de un SIG. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Toledo-Manzur, C.A. y M. Pérez. 1994. Informe del Proyecto Aprovechamiento de Recursos en una Comunidad Nahuatl del Estado de Guerrero. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México, D.F.
- Wali, M.K. 1992. Ecology of the rehabilitation process. 3-23 pp. En: M.K. Wali (Ed.). Ecosystem Rehabilitation Vol. 1. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Warman, A. 2001. El Campo Mexicano en el Siglo XX. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

CAPÍTULO III

HISTORIA DE USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

Parte de la información presentada en este capítulo fue reestructurada en un artículo cuya cita completa es:

Cervantes, V. y A. P. de Teresa. 2004. Historia del uso del suelo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. *Alteridades*, 27: 56-87.

III. 1. Introducción

Se ha sugerido que para lograr mejores resultados en las actividades de restauración, es necesario establecer una serie de etapas operativas que dirijan el diseño, la aplicación y la evaluación de las estrategias (Hoobs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Oliver y Anderson, 1998; ver Capítulo I). Estas etapas básicas de la restauración representan líneas de trabajo en las que se debe establecer la sistematización y las necesidades de información tanto de aspectos ecológicos, como socioeconómicos. Una de las primeras etapas es la que se refiere a la identificación de las causas que han promovido el estado actual del área de interés. Este tipo de información es de gran utilidad, no solamente porque permite identificar con mayor certeza el valor ecológico de un sitio dado (Dobson et al., 1997; Morris et al., 2000; Poudevigne y Baudry, 2003), sino también porque a partir de conocer el tipo, la magnitud y la recurrencia del disturbio a través del tiempo, es posible contar con estimaciones sobre la resiliencia y resistencia del sistema de estudio (Lugo, 1997, 1999; Hobbs y Harris, 2001).

En los países desarrollados la historia de uso se ha reconstruido a partir de levantamientos catastrales del área de interés (Honnay et al., 1999; Cousins y Eriksson, 2002; Graae et. al., 2003). De hecho, la información obtenida de los mapas de catastro levantados en 1834 fue la base con la que A. Leopold, casi un siglo más tarde, inició la reconstrucción del *arboretum* de la Universidad de Wisconsin (Jordan III, 1994). Desafortunadamente, en México la reconstrucción de la historia de uso de un sitio dado no puede abordarse solamente con ese tipo de información. Esto se debe a que la información previa al reparto agrario, cuando se encuentra disponible, generalmente no hace referencia a los recursos naturales que existían en esa época, ni a la forma en que fueron utilizados. A su vez, la complicada historia agraria del país (Warman, 2001), los permanentes conflictos por la tierra y el continuo movimiento de los asentamientos de las poblaciones humanas (de Teresa y Hernández, 2000; Dehouve, 2001; Warman, 2003), hacen más difícil esta actividad.

Para reconstruir la historia de uso de un sitio dado, es necesario incorporar metodologías que viertan la información necesaria para complementar la obtenida a partir de las ciencias ambientales. En este contexto, se debe tomar en cuenta que son las poblaciones humanas las que a través del tiempo han hecho uso de los recursos naturales; por tal razón, dicha reconstrucción necesariamente implica metodologías de trabajo y análisis utilizadas por las ciencias sociales.

Bajo esta premisa, y considerando los objetivos de esta investigación, este capítulo se centra en la identificación y documentación de los factores que han determinado el estado actual del suelo y la vegetación de la comunidad de estudio. Para ello, se desarrollaron estudios que permitieran comprender y explicar, de manera diacrónica y sincrónica, cómo las poblaciones humanas han hecho y están haciendo uso de los recursos naturales de Zoyatlán.

III. 2. Métodos

III.2.1. Antecedentes metodológicos

Se utilizaron las herramientas metodológicas en las que tradicionalmente se basan los estudios antropológicos: revisión de archivos documentales, diseño de entrevistas y encuestas, y su aplicación a informantes clave. Cada una de estas herramientas aportó información que de manera independiente resume eventos ocurridos en el tiempo, pero su integración en el espacio histórico de Zoyatlán (revisión de archivos) y en el espacio específico de los usuarios (entrevistas y encuestas) permitió un acercamiento integral al uso de los recursos de la comunidad.

Para las entrevistas y encuestas, se siguieron los pasos metodológicos utilizados en los estudios antropológicos de comunidades campesinas (Shanin, 1983; Chayanov, 1985). En ellos se considera que la Unidad Familiar (UF) o Doméstica es el grupo cuyas características (producción, consumo, posesión, socialización, apoyo moral y ayuda económica mutua) permiten analizar y sintetizar las estrategias campesinas desarrolladas para su reproducción social y económica. De acuerdo con Chayanov (1985), la familia es una unidad de trabajo-consumo cuya finalidad es la propia reproducción; esta unidad está encaminada a cubrir sus necesidades de consumo a partir de su propia capacidad de trabajo. Bajo esta premisa es innegable que a dicho espacio social subyace el uso de los recursos naturales, pues es a partir del trabajo que las poblaciones humanas se apropian de la naturaleza para satisfacer sus necesidades.

En México este tipo de estudios se han realizado en varias comunidades indígenas-campesinas. Entre otros tópicos, en ellos se abordan temas relacionados con la historia de poblamiento de comunidades rurales (de Teresa y Hernández, 2000), además de aquéllos en donde se analiza los cambios tecnológicos y económicos, y sus impactos sobre las características demográficas y productivas de las UF (Arizpe, 1980; de Teresa, 1992, 1994a). Con estos antecedentes, se consideró que para lograr la reconstrucción de la historia de uso de la comunidad de estudio, la etapa de revisión de archivos documentales tendría que ser complementada con estudios dirigidos a las UF de Zoyatlán. Para consolidar el contexto diacrónico y sincrónico de esta investigación, se decidió que el estudio de este grupo social debería ser abordado a través de una encuesta genealógica.

De acuerdo con de Teresa (1992), la genealogía representa la forma social concreta que asume la reproducción biológica de un grupo. Su punto de partida generalmente se encuentra representada por una pareja matrimonial que se constituye en el núcleo de reproducción biológica y social. El espacio de organización que liga a los diferentes individuos que constituyen el grupo genealógico, a través de relaciones de alianza (matrimonio) y filiación (descendencia), es la UF. La encuesta genealógica tienen la virtud de seguir un orden específico en la organización de la información: por generaciones y por UF. De esta forma, el ordenamiento de la información familiar con base en la estructura genealógica permite ubicar las dos dimensiones temporales que

determinan el contexto y la dinámica de la unidad familiar, el tiempo histórico y el ciclo familiar (Fig. III.1).

En investigaciones antropológicas, la genealogía puede ser un objeto de estudio en sí mismo; sin embargo, cuando ésta se utiliza para la comprensión de la fuerza de trabajo se constituye en una herramienta de síntesis en donde confluyen la antropología y la economía (Castaingts, 1992). En la presente investigación esta herramienta metodológica adquiere sentido, porque ayuda a sintetizar la información referente a las formas de apropiación de los recursos naturales que las poblaciones humanas, en este caso las UF, han realizado y realizan para satisfacer sus necesidades de reproducción y consumo.

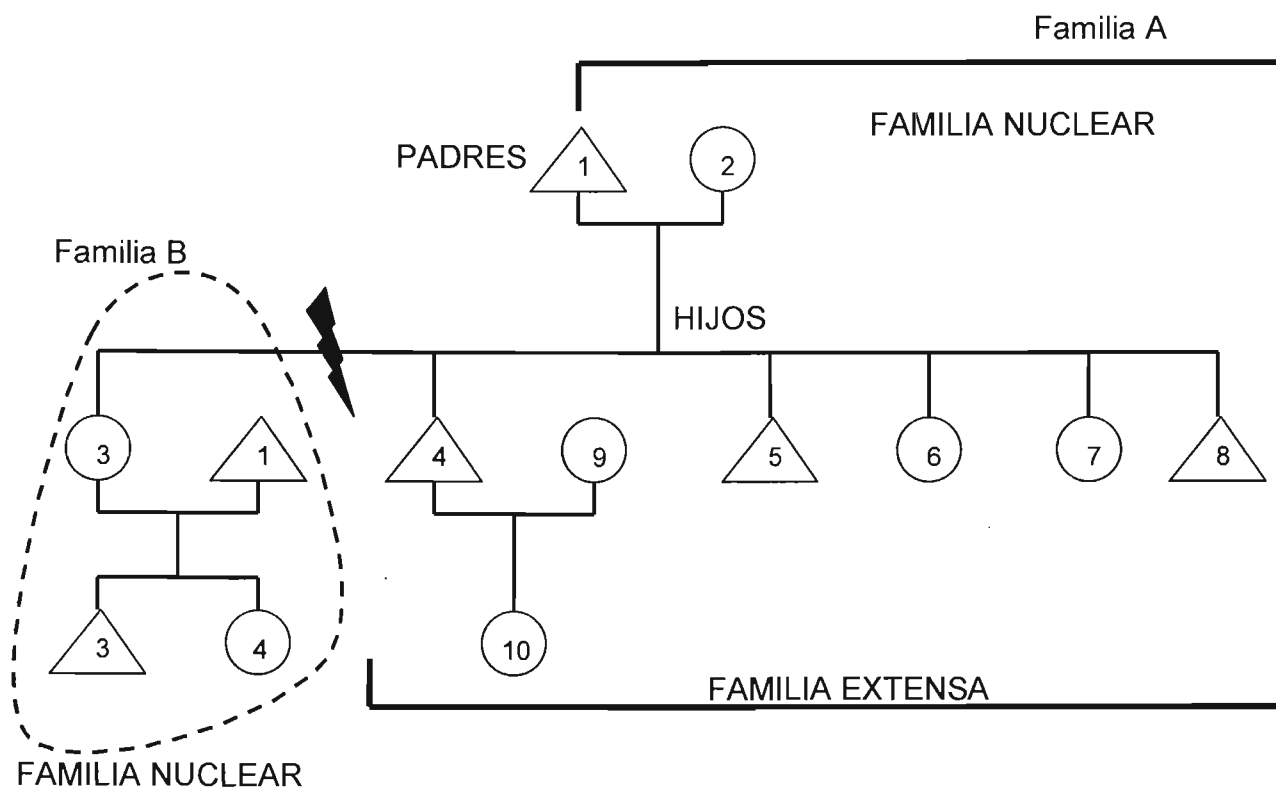


Figura III.1. Esquema genealógico de la unidad familiar. Se ejemplifican los proceso por los que transita la formación de unidades, destacando el tipo de familia de acuerdo a su arreglo social. Triangulo = miembros de sexo masculino; circulo = miembros de sexo femenino.

III.2.2. Historia de poblamiento de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán

Para estimar el tiempo durante el cual las poblaciones humanas han utilizado los recursos de la comunidad, se llevó a cabo un estudio de tipo monográfico. Para ello, en primera instancia se realizó una revisión de varias fuentes documentales: Archivo General de la Nación, Archivo de la Iglesia de Xalpatlahuac, Archivo de San Nicolás Zoyatlán y Archivo del Registro Agrario Nacional. La información obtenida de esas fuentes fue complementada con la revisión de los diferentes estudios que han documentado el desarrollo étnico, cultural, económico y político de la región de La Montaña de Guerrero (Muñoz, 1963; Vega, 1991; Dehouve, 1991, 1994, 1995; Jiménez y Villela, 1998). En segundo lugar, con la finalidad de documentar la memoria histórica de los pobladores sobre eventos relevantes relacionados con los recursos naturales de la comunidad, se realizaron entrevistas libres con informantes clave, autoridades y principales (consejo de ancianos).

III.2.3. Diseño y aplicación de encuestas

Con la información obtenida en la etapa metodológica anterior, se definieron los temas que tendrían que ser abordados en la encuesta genealógica. Se diseñó una encuesta "piloto" y ésta fue aplicada a dos familias de la comunidad; elegidas con base en los asentamientos primarios y secundarios de Zoyatlán (ver Fig. II.7). Esta etapa de prueba permitió consolidar los temas y la estructura del cuestionario, el cual finalmente fue aplicado durante 1998, y contó con 152 preguntas distribuidas en cinco grandes temas: (1) origen y residencia, (2) referencia genealógica y tipo de familia, (3) estructura demográfica, (4) actividades laborales, y (5) historia de uso de las parcelas (Anexo III.1).

El grupo de interés para los objetivos de esta investigación fueron las UF que cuentan con terrenos de labor en la comunidad. A este requisito se añadió que al menos una de las parcelas en propiedad de la unidad correspondiera a los sitios en donde fueron realizados los muestreos de suelo y vegetación (ver Capítulos IV y V). Finalmente, la encuesta fue aplicada a 20 unidades familiares, lo que representó 23.5% del total de UF que actualmente poseen tierras en Zoyatlán.

III.2.4. Análisis de datos

Con la sistematización de los datos de la encuesta, en primer lugar se realizó una categorización de las UF de acuerdo con su origen (lugar de nacimiento y fecha de llegada a Zoyatlán), tipo de familia y etapa del ciclo familiar. Las categorías comúnmente establecidas para el tipo de familia son: (1) Familia Nuclear – compuesta por la pareja matrimonial y su descendencia directa (hijos) y (2) Familia Extensa - aquella que alberga a dos o más núcleos familiares de distintas generaciones (familia troncal) o de la misma generación (hermandad; Fig.III.1). Con respecto a las etapas del ciclo familiar se reconocen las siguientes: (1) Formación - la edad de la UF varía de 1 a 14 años, y los padres son los únicos trabajadores potenciales; (2) Consolidación - la edad de la unidad varía de 15 a 29 años, y se presenta cuando los hijos comienzan a participar en las actividades productivas, (3) Reemplazo - se presenta entre los 30 y 45 años de edad de la unidad, cuando los hijos salen de la UF definitivamente y sólo quedan aquellos que van a sustituir a los padres.

En segundo lugar, con la información demográfica de las UF se obtuvo, entre otros datos, el tamaño de la familia (número total de miembros) y el número de miembros en edad productiva por sexo y edad (≥ 13 años ≤ 59 años). Ésta se complementó con la identificación de las actividades laborales que realiza cada miembro y con el cálculo de la relación consumo-trabajo (C/T). Dicha relación estima la capacidad potencial y la carga de trabajo con que cuenta la UF para sostener sus necesidades de consumo, es decir, el número de consumidores que cada trabajador debe mantener (de Teresa, 1992). Considerando los objetivos de esta investigación, dicho cociente se calculó en dos modalidades: (1) relación consumo trabajo potencial, C/Ta, que sólo considera trabajadores principales (hombres) y secundarios (mujeres) en edad productiva, entre 13 y 59 años de edad; y (2) relación consumo trabajo real, C/Tb, que considera el número de trabajadores primarios y secundarios que efectivamente realizan alguna actividad.

$$C/Ta = \text{Tamaño UF} / \text{No.MedPr} \quad C/Tb = \text{No.Cd} / \text{No.MPrAg}$$

Donde: Tamaño UF = número total de miembros de la unidad familiar; No.MedPr = número total de miembros en edad productiva; No.Cd = número de consumidores directos (duermen y comen al seno de UF); No.MPrAg = número de miembros que de manera directa o indirecta participan en actividades agrícolas.

A su vez, con la información del total de actividades laborales que realiza la UF, se hizo una distinción entre las actividades no asalariadas (agrícolas, pecuarias, artesanías comercio) y las asalariadas (migración, jornaleo, oficios especializados). Sobre esta base, y con el desglose de las actividades que realiza cada miembro (frecuencia e intensidad) se identificó la (s) actividad principal (es) que sostiene (n) la reproducción económica de las familias. Esta información fue seleccionada por actividad y fue utilizada para sistematizar los procesos actualmente utilizados para la producción agrícola, ganadera y la migración.

Para identificar si el origen y el tipo de familia determina alguna característica productiva o económica en las unidades estudiadas, por una parte se realizaron pruebas de *t* y Wilcoxon entre el origen de las familias (nativas y no nativas) y las variables: (1) tamaño de la UF, (2) la superficie sembrada en 1998, y (3) la superficie agrícola total con que cuenta la UF. Así como también entre el tipo de familia (extensa y nuclear) y las variables: (1) tamaño de la UF, (2) total de miembros en edad productiva, (3) total de miembros masculinos en edad productiva, (4) actividades laborales totales de la UF, (5) total de miembros migrantes, (6) total de miembros masculinos migrantes, (7) las relaciones C/Ta y C/Tb, (8) la superficie sembrada en 1998, y (9) la superficie agrícola total con que cuenta la UF. Por otra parte, para conocer la relación entre algunas de las variables seleccionadas del apartado anterior, se realizaron análisis de regresión entre la edad de la UF y las relaciones C/Ta y C/Tb, y entre el total de miembros productivos y el total de actividades de la unidad. Este tipo de análisis también se aplicó entre la superficie sembrada en 1998 y las variables tamaño de la UF, número de miembros en edad productiva y relación C/Tb.

Con la finalidad de identificar los factores endógenos y laborales que han determinado la posesión de ganado y de tierras por las UF, se combinó la información referente a las actividades laborales con la obtenida para la historia de uso de las parcelas. Esto permitió conocer la superficie total de tierra con la que cuenta la unidad familiar y el periodo de tiempo, con respecto a la etapa del ciclo familiar, durante el cual se obtuvo cada parcela. A su vez, esta información se relacionó con el origen de las UF y las actividades laborales asalariadas (jornaleo y migración) que los miembros de la unidad han desempeñado a través del tiempo (pasado y presente).

Con la sistematización de la información de la historia de uso de las parcelas que actualmente poseen las UF, se obtuvo: (1) el estado de recepción de las parcelas, estimada a partir del tipo de cubierta vegetal indicada por los productores; (2) la forma de uso de las parcelas a través del tiempo, es decir, anterior a la fecha de recepción y a partir del tiempo en que la parcela fue obtenida por la UF; (3) el sistema de siembra y la tecnología utilizados, también a través del tiempo; (4) la calidad de la tierra en cada parcela, establecida con base en las especificaciones del productor. Finalmente, esta información fue complementada con la obtenida en la clasificación indígena de suelos (ver Capítulo IV), y la del proceso agrícola. Esto permitió establecer los sistemas de producción agrícola vigentes en Zoyatlán, así como los factores ambientales y socioeconómicos que los determinan.

III. 3. Resultados y Discusión

III.3.1. Historia de poblamiento

La historia de San Nicolás Zoyatlán no pueden entenderse de manera independiente del proceso vivido en el actual distrito de Tlapa de Comonfort, uno de los centros comerciales más importantes de la región de "La Montaña", ni tampoco de aquellos ocurridos en el contexto global de la región. Esto se debe a la relación política y económica que desde siempre han tenido ambos pueblos, ya que los acontecimientos ocurridos regionalmente han influido de manera directa tanto en la comunidad de Zoyatlán como en la de Tlapa.

III.3.1.1. Época precolonial

El estado de Guerrero fue un lugar de continua llegada de migrantes de origen nahua. Si bien antes del siglo XII los grupos étnicos mejor representados fueron los chontales, cuitlatecos, tlapanecos y mixtecos, ya para el siglo XIII se reporta el arribo de los cohuixcas (nahuas cuyo origen hace referencia a una de las siete tribus nahuatlacas) a los pueblos de Iguala y Tepecuacuilco (Fig. III.2). Las continuas migraciones mexicas determinaron que para el siglo XV, la etnia náhuatl estuviera ampliamente representada en casi todo el estado (Fig. III.3), incluyendo la región de La Montaña (Muñoz, 1963; Dehouve, 1994). Aunque durante casi un siglo (1300 - 1461) se presentó un periodo de convivencia entre tlapanecos, mixtecos y mexicas (los nobles compartían el gobierno y administración de pueblos), paulatinamente (1377-1383) se estableció el

dominio nahua-tlapaneca. Con esta alianza dio inicio el periodo de expansión del reino de Tlachinollan (Vega, 1991).

Desde 1405 el actual distrito de Tiapa de Comonfort fue la cabecera del reino de Tlachinollan, mismo que recibía tributos de los pueblos aledaños. Posteriormente, con la finalidad de hacer crecer el reino, ésta se unió con Caltitlan (entre 1419 y 1425). Desde entonces ambos pueblos integraron la cabecera del reino Tlachinollan (Fig. III.4). En el periodo de 1461-1480 inició la primera etapa de dominación azteca. No obstante, se conservó la estructura organizativa original, la cual consistía en que su principal representante fuera un noble de linaje nahua-tlapaneca. La segunda etapa fue de conquista militar y el objetivo fue apropiarse del reino, para ello se sustituyó al "noble señor" por gobernantes mexicas. Así, entre 1486 y 1487 Tlachinollan quedó bajo dominio azteca, y para 1516 toda la región de La Montaña había sido sometida (Fig. III.5). De esta manera, todos los pueblos que la constituían quedaron como tributarios de la provincia de Tiappa (Tiapa), lugar donde se establecieron los gobernantes mexicas (Vega, 1991). El tributo pagado por los pueblos de la región consistía en maíz, frijol, chile, calabaza, algodón, cacao, chía y miel, entre otros. Los dos últimos productos eran específicamente producidos por los pueblos tributarios cercanos a Tiapa (Dehouve, 1994).

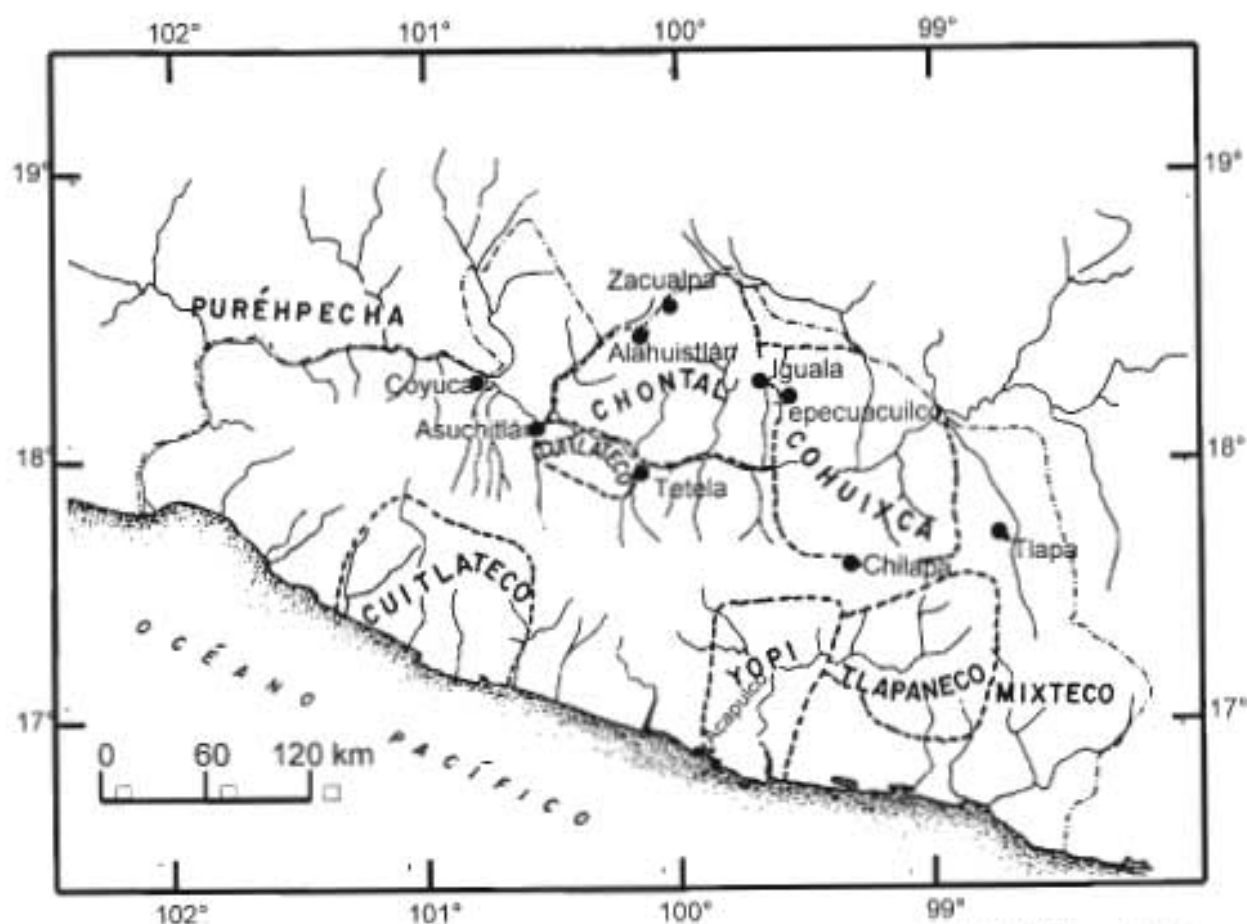


Figura III.2. Etnias que habitaban el estado de Guerrero, México, durante el siglo XIII (tomado de Dehouve, 1994).

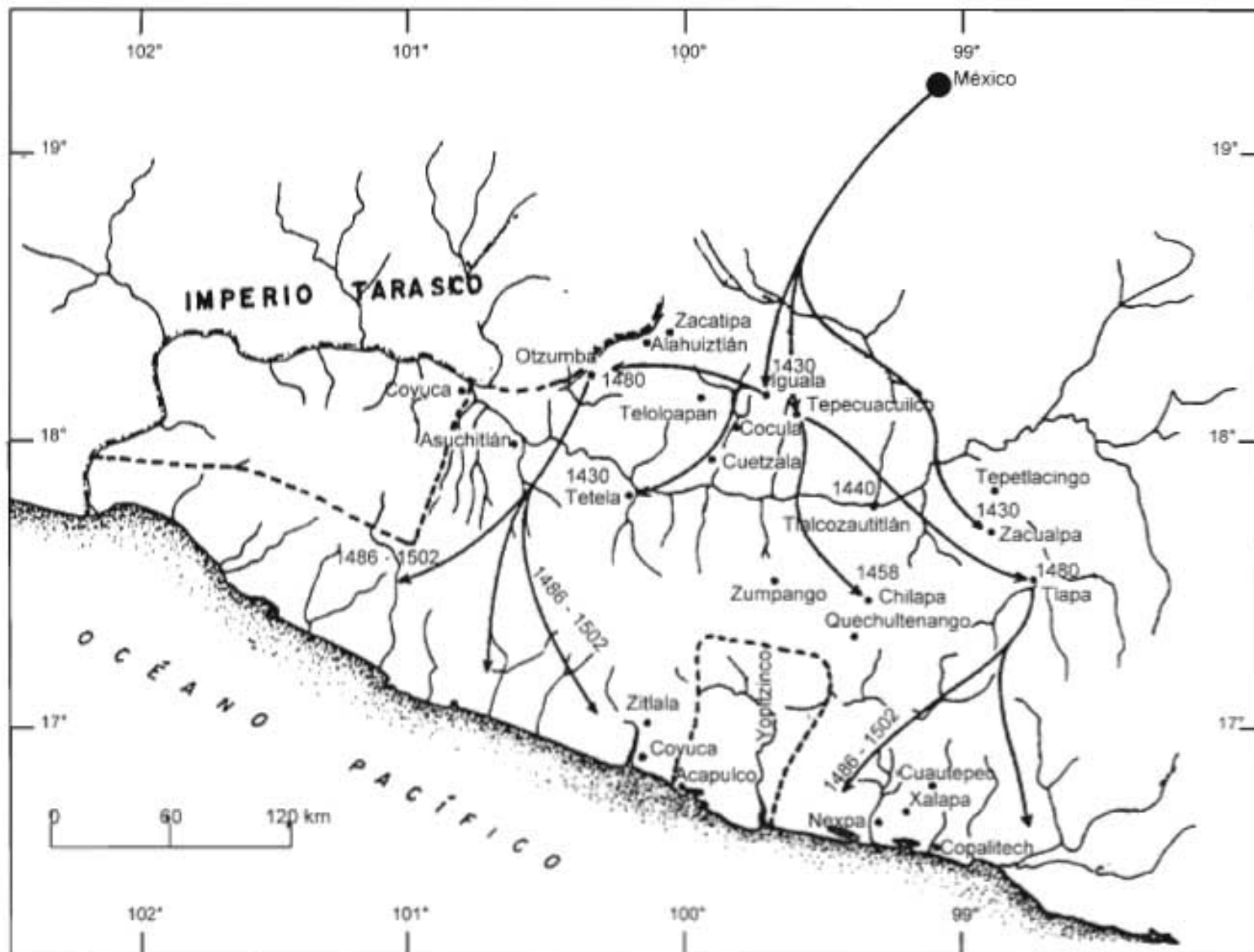


Figura III.3. Migraciones nahuas al estado de Guerrero y vías de conquista durante el periodo de 1430 a 1520. Líneas punteadas fronteras con señoríos o imperios independientes (tomado de Dehouve, 1994 y 1995).

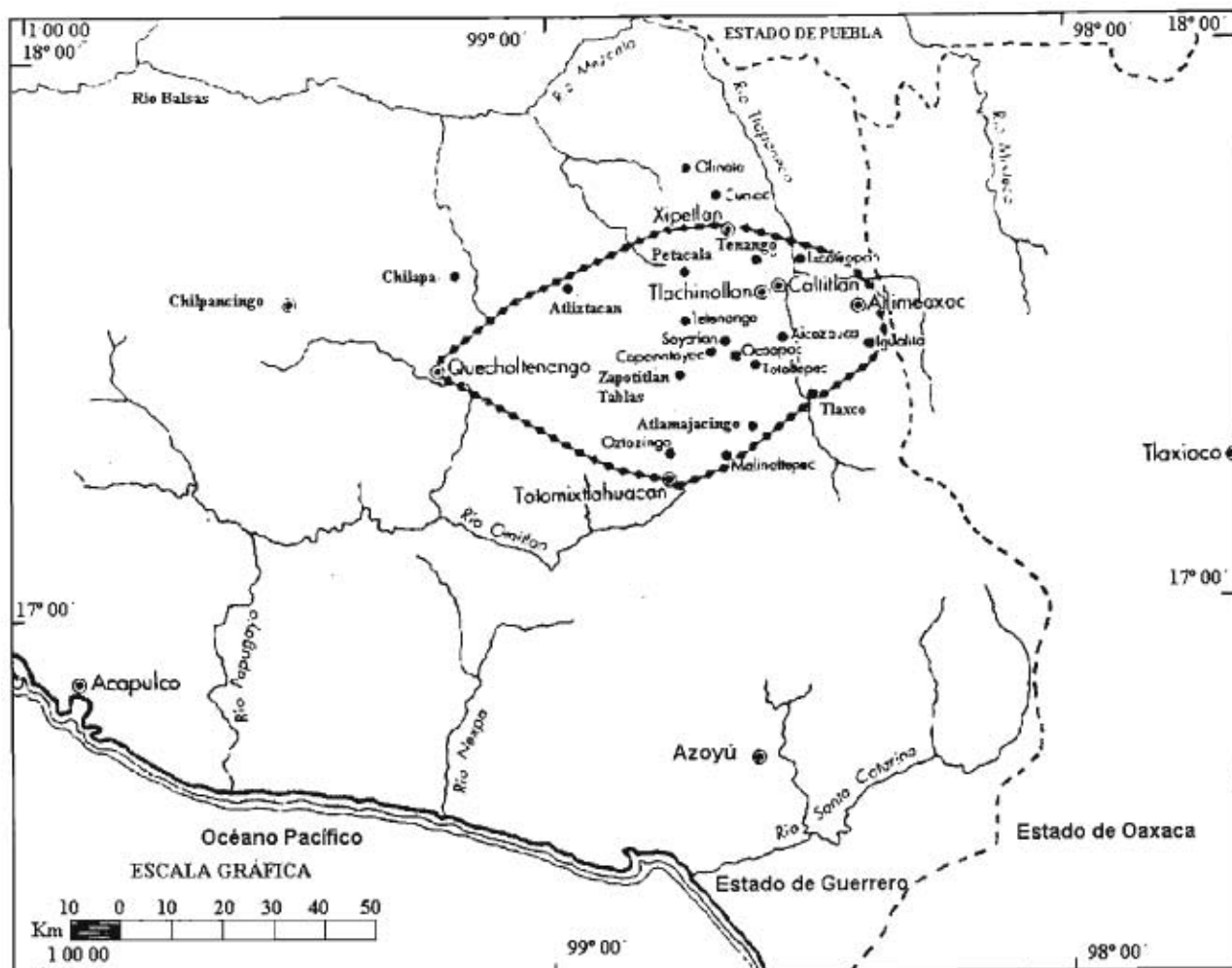


Figura III.4. Ubicación y extensión aproximada del reino de Tlatchinolán (tomado de Vega, 1991).

Tlatchinolán se mantuvo hasta después de la conquista española, la que ocurrió entre septiembre de 1521 y abril de 1522. Después de este suceso, el control del reino permaneció en manos de los nobles mexicas, aunque éste solamente se relacionaba con la organización de los pueblos sujetos para obtener el tributo y la repartición de tierras a las migraciones mexicas, que siguieron ocurriendo a la región aun después de la conquista española (Dehouve, 1995). Esta organización se mantuvo hasta 1559, año en que desaparece la presencia de los nobles nahuas en la administración del reino. Posteriormente ésta fue ocupada por nobles de origen mixteco, aunque esta sólo permaneció durante un breve periodo, pues hacia 1565 el registro histórico del reino de Tlatchinolán terminó (Vega, 1991).

Por la ubicación geográfica de Zoyatlán (Fig. III.4) se puede considerar que esta comunidad formó parte del territorio de Tlatchinolán, quizá como uno de los pueblos tributarios del reino. Si bien no existe un registro específico de la fecha de fundación de la comunidad, existen documentos históricos que indican que para 1490 el territorio de Zoyatlán ya contaba con una organización social consolidada. Los relatos de la fundación de los pueblos de Tlaquilcingo y Ocotequila hacen referencia a Xochitonalteculli o Xochitonalteulli, como el señor de Zoyatlán que otorgó tierras para cultivo, y posteriormente para la fundación de los pueblos.

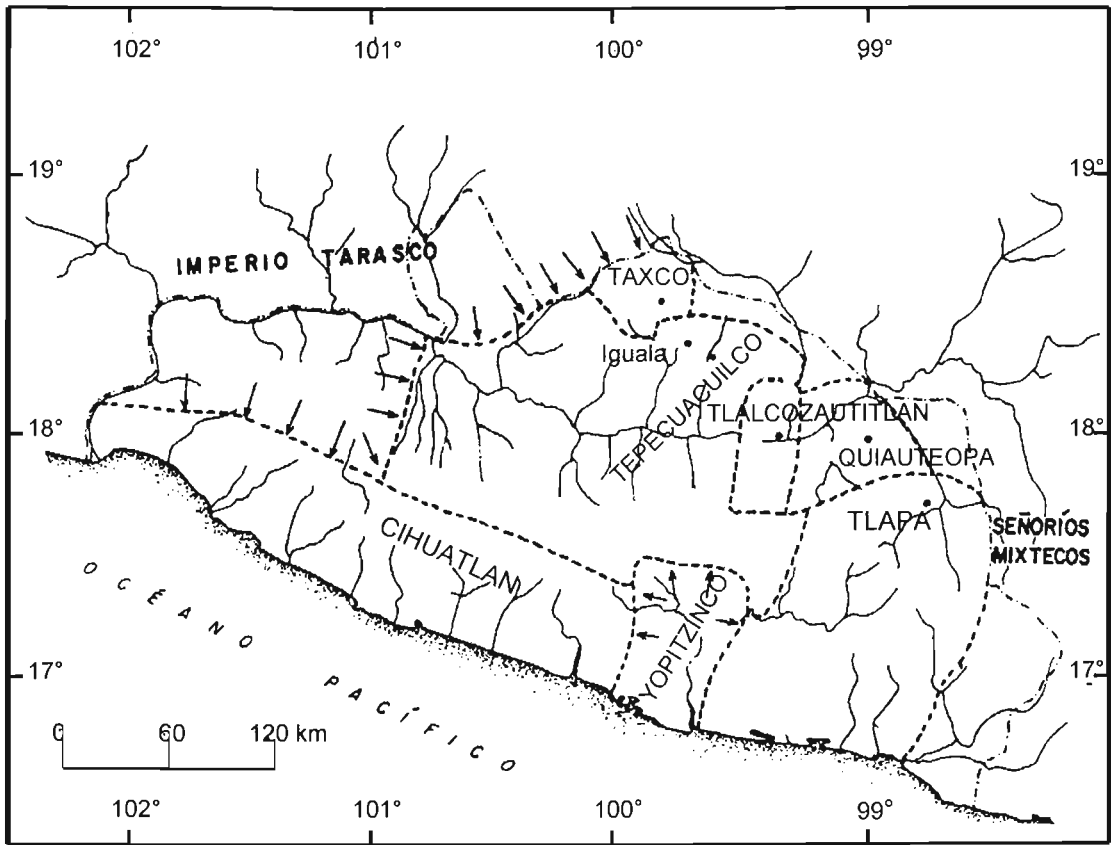



Figura III.5. Extensión de las seis provincias tributarias que el imperio azteca tenía en el estado de Guerrero, antes de la conquista española (1520).  = Fronteras con señoríos o imperios independientes (tomado de Dehouve, 1994)

Ambos relatos describen la migración de grupos nahuas del altiplano a la región de La Montaña. Estos grupos provenían de Xochimilco y su desplazamiento obedecía a problemas de guerra y hambre. En los documentos se especifican los diferentes momentos y lugares por los que transitaron las migraciones antes de llegar a Zoyatlán, y también las actividades desarrolladas para su supervivencia y reproducción (Dehouve, 1995). Los migrantes eran agricultores y durante su recorrido cultivaron las tierras concedidas por los señores mexicas. Normalmente esas tierras eran de "monte" (terreno cubierto de árboles en pendientes pronunciadas), para su cultivo con agricultura de roza o itinerante. Las características de este sistemas de cultivo (siembra de uno a tres años y descanso de la tierra de 12 a 20 años; Rojas, 1985) en buena medida explica la duración de las diferentes etapas de la migración. De esta forma, ambos relatos mencionan el descanso de la tierra de cultivo y la necesidad de migrar para conseguir tierras en otros sitios. Además, se infiere que el tipo de terrenos correspondía a los de temporal, ya que se especifica la falta de agua en las tierras concedidas. Así las cosas, es hasta la etapa final de las migraciones, es decir, el arribo a Zoyatlán, cuando se indica el préstamo de algunas tierras de riego a los migrantes ("el Señor Xochitonaltcutli otorgó algunas tierras que se ubican en el río Zoyatlán"). Posteriormente, ambos relatos especifican la dotación de tierras para la fundación de los pueblos de Ocotequila y Tlaquiltzingo (Dehouve, 1995). Llama la atención que en esa sección de los

lienzos se presenta una carta donde se realiza un desglose detallado de los accidentes geográficos (cuerpos de agua, barrancas, lomas, faldas de loma, laderas, y parajes), para establecer con claridad los linderos de las tierras concedidas (Dehouve, 1995; Jiménez y Villela, 1998).

Aun cuando los relatos de la fundación de ambos pueblos presentan información parecida con respecto al origen y arribo a Zoyatlán, Dehouve (1995) destaca que su llegada a la comunidad ocurrió antes y después de la conquista española. Esto se infiere a partir de contextualizar tanto los nombres de los nobles que dirigían las migraciones, como el tipo de regalos que los migrantes ofrecieron al señor de Zoyatlán durante la petición de tierras. A partir de esta información se infiere que la primera migración llegó a Tlapa en 1490, y que en ese año o poco después Xochitonaltecutli otorgó las tierras para la formación de Tlaquilcingo. En contraparte, la dotación de tierras para la formación de Ocotequila probablemente sucedió entre 1520 y 1530, esto debido a que entre los regalos ofrecidos se indica la entrega de pesos de oro; además, el nombre de los nobles que dirigían la migración ya presentan una mezcla español-nahua. La misma autora destaca que Xochitonaltecutli es mencionado en los relatos que refieren la fundación de otros pueblos de La Montaña, particularmente en poblados que se ubican en la región costera del estado de Guerrero. Por tal razón, sugiere que este "noble señor" tenía bajo su administración una vasta extensión de tierras, que se extendía desde la costa hasta los alrededores de Tlapa (Fig.III.6).

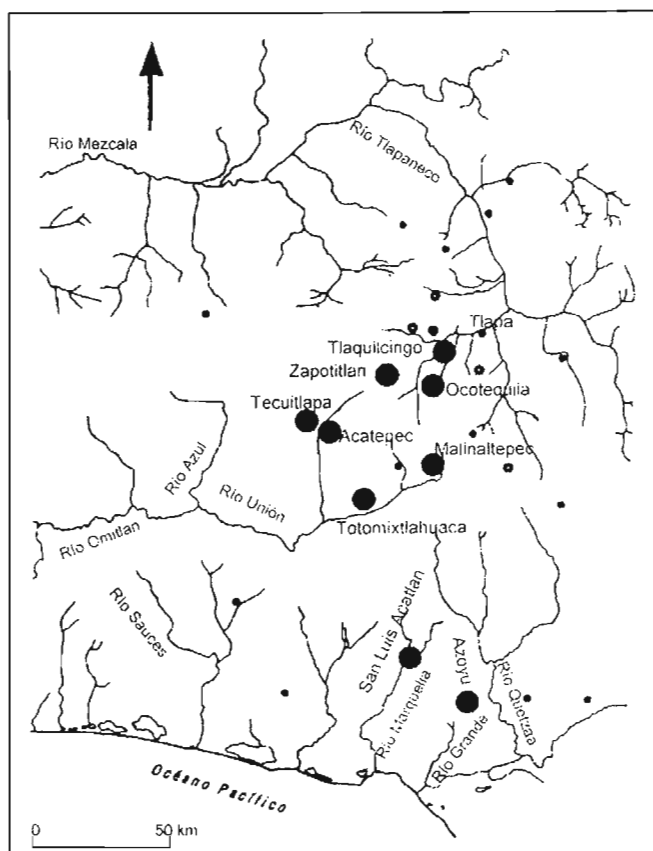


Figura III.6. Ubicación de los documentos históricos (Lienzos y Códices) de la región de Tlapa. Se destacan aquellos que hacen referencia a Xochitonaltecutli (señor de Zoyatlán). Los afluentes hídricos importantes se utilizan como referencia para la ubicación de los pueblo (tomado de Dehouve, 1995).

III.3.1.2. Época colonial

Después de la conquista, la población indígena del reino fue repartida entre los españoles bajo dos formas jurídicas. La primera consistía en hacerlos prisioneros, o también pidiéndolos como tributo a los nobles indígenas; la segunda fue la encomienda. Es dentro de esta forma jurídica que se registran los primeros corregidores, los cuales compartían sus funciones con los tlaloques indígenas. Esta organización política-económica favoreció la recolección de tributos, pues los encomenderos podían pedir tributo y trabajo a los indígenas. Una característica importante es que estos últimos permanecían libres y mantenían la propiedad sobre la tierra (Muñoz, 1963; Dehouve, 1994). Para cumplir con el tributo los indígenas aprovechaban los productos de su región. En Tlapa los naturales intercambiaban sus productos (chile, maíz, frijol, chia, miel, cera) por oro con los pueblos de la costa (Dehouve, 1994).

Entre 1550 y 1650 la economía de la zona giró en torno a los centros mineros de mayor importancia de esa época (Taxco, Zumpango, Chiautla y Zilacayoapan). Sin embargo, la región de Tlapa solamente participó con trabajadores, en ciertas épocas del año, para las minas de Chiautla. Tras el agotamiento de hombres (en el periodo de 1548 a 1623, en Tlapa el número de tributarios descendió de 5,151 a tan sólo 1,936) y recursos mineros, surgieron nuevas técnicas para recolectar tributos. Ejemplo de esto fue el cambio de productos y trabajadores por maíz y monedas de plata (Dehouve, 1994).

Durante el mismo periodo surgieron los primeros pueblos "cabecera", los que entregaban directamente su tributo al alcalde mayor. También había pueblos "sujetos", los cuales tenían que reconocer la autoridad de la cabecera de la cual dependían en los asuntos político-administrativos y agrarios. En último lugar se encontraba la "estancia", que era una unidad subalterna perteneciente a un pueblo sujeto o a una cabecera. Las categorías de cabecera y sujeto indicaban la cantidad de trabajo o dinero exigido a los pueblos; dicha condición determinó la relación de un pueblo con el mundo colonial español (Dehouve, 1994). Hacia 1571 La región de la Montaña estaba formada por 12 pueblos cabecera. Dos de ellos, Tlalchinollan y Caltitlan, contaban con 101 pueblos o estancias sujetos, y en conjunto contaba con 6,356 tributarios (aprox. 25,424 habitantes). Para esa fecha Zoyatlán era un pueblo sujeto que tributaba para ambas cabeceras, 18 tributarios lo hacían para Caltitlan, y otros 12 tributaban a Tlalchinollan (Vega, 1991).

La formación de pueblos cabecera suprimió un número elevado de estancias. Esto favoreció que algunas zonas quedaran casi despobladas y que otras fueran polos de atracción migratoria. Hacia 1600 las estancias desaparecieron y los cargos prehispánicos también; sin embargo, esto no ocurrió así con respecto a la tenencia de la tierra. Los nobles indígenas siguieron poseyendo terrenos e incluso indios que los cultivaban. Así se indica que entre 1570 y 1580, los caciques de Tlapa acaparaban todas las tierras de riego (Dehouve, 1994).

De 1650 a 1810 el rasgo más notable fue el aumento en el número de haciendas mineras, agrícolas, de pastoreo y volantes. Las haciendas mineras tuvieron poco impacto en la región de La

Montaña. En cuanto a las haciendas agrícolas y de pastoreo, ambas contaban con terrenos de cultivo y ranchos de ganado. Las haciendas volantes consistían en rebaños de chivos o borregos trashumantes que cambiaban de pastizales entre las tierras pertenecientes a los pueblos de La Montaña. A estos pueblos les correspondía rentar sus tierras de pasto y vender productos a los sirvientes de la hacienda volante.

La consecuencia más importante de la renta de tierras de pastoreo fue la apropiación de grandes extensiones de pastizales por los caciques de la nobleza indígena, situación que generó diversos conflictos entre los pueblos. En el municipio de Tlapa hay información sobre dichas haciendas desde 1660 hasta los años de la Revolución Mexicana. A pesar del liderazgo mostrado por los estados de Puebla y Oaxaca en dicha actividad, en la región de La Montaña este tipo de haciendas se localizaban en la región Costa Chica y en los alrededores de Tlapa, Alcozauca y Olinálá. La principal razón de esto fue la presencia de una familia de caciques indígenas en Tlapa y Alcozauca, quienes fungían como propietarios de grandes extensiones de tierras de riego y pastizales, mismas que eran alquiladas a los hacendados españoles y mestizos. Este uso de la tierra permaneció así hasta fines del siglo XIX (Dehouve, 1994).

La historia del siglo XVII no menciona claramente a Zoyatlán, pero por los antecedentes de la región se puede inferir que en ella existieron haciendas volantes. Este hecho fue corroborado con fuentes orales; algunos ancianos mencionan que sus padres y abuelos visitaban Zoyatlán y sus alrededores, llevando consigo "trozos" -es decir, hatos de ganado de varios cientos de cabezas (Dehouve, 1994)- de ganado ovino y principalmente caprino. Las mismas fuentes mencionan que en Zoyatlán había personas que empleaban a los pobladores como peones para trabajar la tierra, y que el pago por dicha actividad se realizaba con maíz. Esto sugiere que para esas fechas, la comunidad pertenecía a algún cacicazgo.

En el mismo período (1650-1810) nace la Comunidad Indígena, que era una organización específica del grupo local, dotada de representantes civiles, tierras comunales y un culto sostenido por cofradías. Esta última consistía en la recaudación de recursos económicos, a partir de los lugareños, que eran administrados por el sacerdote y los principales de la comunidad. Dichos recursos se prestaban a los mayordomos, a ser pagados con intereses, para la realización de fiestas religiosas, entre otros fines (Dehouve, 1976, 1994). Para Zoyatlán existen documentos que datan de 1739 y que hacen referencia a la administración de cofradías en la comunidad (Archivo Mayordomías, 1739).

Durante el siglo XVIII algunos caciques pidieron a la Corona títulos de propiedad sobre tierras que reclamaron como parte de su cacicazgo; con ese propósito presentaron Códices que amparaban su posesión. En los casos en que la Corona concedió la propiedad de esas tierras, los pueblos ubicados en ellas se vieron obligados a pagar la renta de tierras de cultivo. Donde existieron caciques se formó una categoría especial de hacendados de origen nahuatl. Este tipo de hacendados constituía una unidad de residencia numerosa. El grupo de residencia mantenía los derechos sobre la tierra, los que circulaban no sólo de padre a hijo, sino también del grupo

patrilateral (padre a nieto, tío a sobrino, o entre hermanos). Los herederos del cacique cooperaban con él durante su vida, formando un grupo más o menos extenso de ayuda mutua. La formación de estos grupos también mantenía un carácter ritual (algo similar a las cofradías de las comunidades), que rendían culto a varios santos bajo la autoridad del jefe del grupo de residencia (Dehouve, 1976, 1994).

Un evento importante ocurrido durante el siglo XVIII fue el de "Las Separaciones de los Pueblos". Este proceso fue resultado de los conflictos causados por factores de tipo político-administrativo y religioso, aunque también fue alentado por la Corona, debido a su interés por debilitar a los nobles indígenas. En esa época, los españoles ya no estaban preocupados por obtener el tributo de los pueblos, sino que su principal problema era controlar a los caciques indígenas, quienes contaban con un dominio económico importante en la región (Dehouve, 1991, 1994). Con respecto a lo político-administrativo, las separaciones se originaron por dos motivos. El primero fue consecuencia del rechazo de los pueblos a pagar el tributo para los antiguos caciques; el segundo fue producto de la desigualdad en el cumplimiento de cargos administrativos. En cuanto a los aspectos eclesiásticos, la separación de curatos fue un evento importante. Entre 1743 y 1747, surgieron cuatro parroquias nuevas en la región: dos en la zona centro, una en el norte, y otra en la sierra. Esto propició la caída del poder regional de las antiguas cabeceras, proceso que fue acompañado por una tendencia hacia la autonomía agraria (Dehouve, 1991).

III.3.2. Conflictos agrarios y tenencia de la tierra

En 1710 San Luis Acatlán de la Costa estableció una constancia de propiedad de la tierra que incluía a varios pueblos: Zoyatlán, Azoyu, Cuanacaxtitlán y Aguatzacualpa (Fig. III.6). Por esta razón, a principios del siglo XVIII Zoyatlán era pueblo agregado de dicha cabecera. Si bien la Corona accedió a esta petición, todos estos pueblos siguieron bajo la jurisdicción de Tlapa (AGN, 1761). Los acontecimientos de la comunidad siguen explicándose a través de los sucesos ocurrido en toda la región. A raíz de la separación del curato, hacia 1738 en Zoyatlán se establece una de las primera parroquias independientes para la zona centro (Archivo Mayordomías, 1739). Probablemente la combinación de estos sucesos contribuyó en buena parte al incremento de la población en la comunidad. Es reconocido que la influencia española provocó un severo decremento en la población indígena entre los años de 1600 a 1650. Tiempo después ésta empezó a recuperarse, y solamente hasta fines del siglo XVIII se notó un aumento significativo. La población de Zoyatlán incrementó de 30 tributarios en 1571 (Vega, 1991) a 958 para 1743 (Dehouve, 1994).

Hacia 1767 la provincia de Tlapa todavía mantenía bajo su control aproximadamente 4,200 tributarios esparcidos en varios pueblos. Sin embargo, algunos años más tarde esa amplia jurisdicción se desvinculó, y todos los pueblos se emanciparon (Dehouve, 1991, 1994). Cabe destacar que la categoría de pueblo no daba derecho a tierras propias, de ahí que existieran dos

clases de pueblos sin tierra, los arrendatarios y los agregados. Los primeros cada año pedían prestados terrenos de cultivo a un pueblo circunvecino, mientras que los agregados eran dependientes de un pueblo más importante; debido a esto, 30% de los pueblos carecía de tierras propias. Bajo esta situación, pero además tratando de evitar una doble participación de gobiernos, hacia fines del siglo XVIII numerosos pueblos con menos de 50 tributarios crearon sus propios gobiernos, iglesia y casas de comunidad. A partir de dicho siglo y hasta nuestros días las comunidades indígenas han seguido un proceso ininterrumpido de división. Este proceso ha traído como consecuencia que solamente los pueblos más antiguos posean a la vez sus tierras y su gobierno (Dehouve, 1991, 2001).

Estos sucesos son evidentes para la comunidad de estudio. Aunque durante el siglo XVII el territorio de Zoyatlán fue utilizado como "hacienda volante" por los caciques de la nobleza indígena, y si bien éstos tuvieron la facultad de heredar la tierra, no existe ningún testamento que indique la herencia a particulares de las tierras de Zoyatlán. Esto fue verificado a través de la revisión de los archivos existentes en la Parroquia de Xalpatlahuac, con respecto a los testamentos que hacen alusión a la herencia de tierras (Libro Cofradías, 1884 - 1892; Libros de Actas de Defunción, 1817 - 1832). Históricamente la primera constancia de propiedad de tierras establecida en favor de Zoyatlán fue la de 1710, cuando la comunidad era pueblo agregado de San Luis Acatlán (AGN, 1761). En ese entonces San Nicolás no tenía derecho a tierras propias y tampoco podía hacer la petición de dotación de tierras de manera directa. El gobernador de la cabecera era la persona que hacía y recibía los documentos de sus pueblos, por eso la constancia se estableció en favor de San Luis y sus pueblos agregados.

A raíz del proceso de Separaciones de los Pueblos, en 1759 Zoyatlán redactó la primera solicitud de separación y se proclamó cabecera de 13 pueblos. Esta solicitud no procedió y fue hasta 1767 cuando el Virrey concedió dicha licencia. Esta condición prestó la facultad para gobernarse con total independencia de Tlapa, y además para fungir como cabecera. Los pueblos que quedaron agregados a Zoyatlán fueron Tlaquilzingo, Ocoapa y Ocotequila (Fig. III.6), los que en conjunto aglutinaban 250 tributarios – aproximadamente 1000 habitantes - (AGN, 1767). Esta administración permaneció hasta finales de 1842. Posteriormente Zoyatlán dejó de ser cabecera y su iglesia perdió la categoría de parroquia. A partir de ese año y hasta 1852, dicha posición fue ocupada por Tototepec, y Zoyatlán paso a ser una de sus comunidades (AGN, 1791–1792). Después de 1863 y hasta la fecha, con excepción de las décadas de 1950 y 1960 - periodo durante el cual Zoyatlán perteneció al Municipio de Ocoapa - (INEGI, 1985), la comunidad de estudio ha formado parte del municipio de Xalpatlahuac (Dehouve, 1976; INEGI, 1998).

Actualmente la población de Zoyatlán no posee ningún título de propiedad; solamente se encuentra en trámite el registro de la unidad agraria como comunidad y un proyecto de plano agrario (INEGI, 1998). Aunque en el Registro Agrario Nacional tampoco existe una resolución presidencial a su favor, en los archivos de Catastro Rural del estado de Guerrero se establece que Zoyatlán cuenta con 938.76 hectáreas de bienes comunales (SRA, 1989). La comparación de esa

superficie con la obtenida a partir de los límites comunitarios actuales (ver Capítulo II) indica que el territorio de Zoyatlán ha disminuido constantemente.

Los conflictos agrarios en la historia de la comunidad han tenido una influencia importante. Como se indicó, Zoyatlán dejó de ser pueblo agregado hasta fines del siglo XVIII; esto le permitió la propiedad de tierras y a su vez contar con el privilegio de prestarlas a pueblos arrendatarios. Hacia 1806 las autoridades de la comunidad realizaron un acuerdo de esa naturaleza con Tlaquilcingo, uno de los pueblos bajo su administración. Así, se acordó el préstamo de las tierras ubicadas en el paraje Chimalacatlan durante 10 años. Bajo ese trato los pobladores de Tlaquilcingo firmaron un recibo donde se comprometían a regresar la tierra en el transcurso de ese tiempo. Según actas levantadas en 1820 y 1821, el acuerdo no fue cumplido. El retraso en la entrega de las tierras a los habitantes de Zoyatlán se prolongó durante seis años más (Archivo Mayordomías, 1739). Otro de los conflictos agrarios importantes fue el sostenido con la comunidad de Ocotequila. Dicho conflicto se cita desde el siglo XVIII (Dehouve, 1976) y permanece en la actualidad en toda la porción occidental del territorio de la comunidad. Asimismo, se encuentra el ocurrido con el pueblo de Xalpatlahuac, para el que inclusive las fuentes orales destacan que fue a partir de este conflictos que la comunidad solicitó pertenecer a la cabecera municipal de Ocoapa durante las décadas de 1950 y 1960.

Los conflictos agrarios ocurridos en la comunidad han sido enfrentados cotidianamente con los pueblos que se fundaron gracias a las donaciones que Zoyatlán realizó de su territorio, antes y después de la conquista española (Tlaquilcingo y Ocotequila). Una situación similar ocurrió con el pueblo de Xalpatlahuac. La fundación de este pueblo es el resultado de la última migración nahua, que llegó a la región después de la conquista española. Estos migrantes eran originarios de Axochiapan, Mor., y su desplazamiento obedeció a una malversación del dinero de las mayordomías. La fecha de llegada a la región es ambigua, aunque quizá fue antes de 1740; sin embargo, para 1780 el Virrey dio reconocimiento a ese pueblo y sus tierras. Para la fundación de Xalpatlahuac donaron parte de su territorio varios pueblos: Tlacotla, Tototepec, Zoyatlán y su pueblo agregado Tlaquilcingo. Un título de propiedad de Zoyatlán que data del siglo XVIII establece la cesión de tierras y especificación de linderos para la fundación de Xalpatlahuac (Dehouve, 1976).

Con el paso del tiempo el pueblo de Xalpatlahuac cobró importancia en la región. Para 1852 su iglesia tomó la categoría de parroquia, y hacia 1863 se impuso como cabecera municipal de varios pueblos (Alpoyecaltzingo, Igualita, Tlacotla, Tototepec, Zacatipa, Zalatzala y Zoyatlán). Desde su llegada a la región, los habitantes de Xalpatlahuac encabezaron conflictos de tierras con diferentes pueblos. Ejemplos de ello se citan hacia 1793 con el pueblo de Zacatipa, y el más antiguo se remonta a 1752 con el pueblo de Tlaquilcingo. Incluso dos siglos más tarde, el mismo conflicto se reprodujo, aunque de forma más agresiva, ya que fue un conflicto armado (Dehouve, 1976). Un problema similar se presentó con Zoyatlán. Según fuentes orales, aproximadamente en 1918 los habitantes de Xalpatlahuac invadieron por primera vez el territorio de Zoyatlán, y estos sucesos se

presentaron nuevamente entre 1922 y 1930. A partir de los relatos de los informantes y de los conflictos ocurridos en el pueblo de Tlaquilzingo en 1952, es posible suponer que estos eventos son la continuación del conflicto iniciado a principios del siglo XX.

Se ha sugerido que la continua beligerancia que los pobladores de Xalpatlahuac han mostrado desde su arribo a la región puede ser explicada a partir de factores de índole demográfica y de calidad de los recursos naturales donde este pueblo se fundó. Desde sus orígenes Xalpatlahuac mostró un acelerado incremento de la población, mientras que la superficie de tierras de cultivo permaneció constante. Además, también se ha señalado que dicho territorio desde hace mucho tiempo (finales del siglo XVI) ha presentado importantes limitantes para la producción (Dehouve, 1976). Esto se infiere a partir de los diálogos de petición de tierras que establecieron los migrantes con la señora de Zacatipa; migrantes: *"todos venimos compactados por tantita tierra que mucho nos cuadra, que son buenas"*, noble: *"hijos no tienen árboles, son muy zacateras pero límpienlas, siembren chile y tomates, ahora estarán contentos..."*.

A estos elementos se pueden añadir aquellos que tienen que ver con las formas de valoración y actitudes, con respecto a los recursos, que las poblaciones humanas muestran bajo ciertas condiciones. La interpretación realizada a partir de las fuentes orales (*"Los árboles se fueron acabando y la tierra se lavó mucho. Ellos no cuidaron el reposo de las tierras de monte para cultivar maíz. No querían a esta tierra porque no era suya, se tenían que ir. No comían de esta tierra, por eso la rentaron a otros pueblos"*) sugiere que el uso y la extracción de los recursos de la comunidad se realizó a una tasa inadecuada, y que esto propició afectaciones en sus límites naturales de recuperación. La forma de extracción realizada se explica a partir de tomar en cuenta que la disponibilidad de los recursos de Zoyatlán era extraordinaria y no representaba seguridad de permanencia para los habitantes de Xalpatlahuac. El libre acceso a los recursos naturales de la comunidad era temporal y errático, por lo que la obtención de beneficios tenía que realizarse lo más rápido posible.

Ante la magnitud del conflicto de ese entonces, los habitantes de Zoyatlán reaccionaron de diferentes maneras. Algunos prefirieron emigrar a otros lugares de La Montaña (o sitios más alejados como Cuautla y Chilpancingo), y otros decidieron quedarse en el pueblo. Con el paso del tiempo los zoyatlenses que se quedaron y aquellos que regresaron (fueron muy pocos y actualmente casi todos están muertos), decidieron recuperar sus terrenos. La recuperación inició comprando algunas parcelas a las personas de Xalpatlahuac que quisieron vender. Cuando algunas familias de Zoyatlán se fortalecieron (aproximadamente 46 familias), se organizaron y obligaron a los de Xalpatlahuac a vender la tierra. Esto permitió excluirlos definitivamente del pueblo, y a su vez causó que dichas familias quedaran como dueñas de los terrenos de la comunidad. Con el paso del tiempo habitantes de Ocoatepec, Ocoapa, Pascala del Oro, Petlacala, Potuichan, Tototepec y Zacatipa llegaron en grupos familiares a Zoyatlán buscando un mejor modo de vida. Debido a esas inmigraciones es obvio que en la primera generación de habitantes de la comunidad, no todas las personas son oriundas de Zoyatlán.

Llama la atención que los lugares de origen de las familias que inmigraron a Zoyatlán corresponden a aquellos pueblos que en algún momento histórico, estuvieron vinculados a la vasta extensión territorial que, de acuerdo con Dehouve (1994), se encontraba bajo la administración de Xochitonaltecutli (señor de Zoyatlán hacia 1490). Incluso actualmente en Zoyatlán algunos principales indican que sus pueblos de origen pertenecen a San Luis Acatlan, municipio de la región Costa Chica. Esto sugiere que en la reapropiación de los terrenos de Zoyatlán, los habitantes reflejan criterios relacionados con el sentido de identidad y pertenencia a un territorio. Dicho supuesto adquiere sentido si se considera que el territorio, concebido como el espacio físico siempre valorizado (de múltiples maneras) por los grupos humanos que lo habitan, es un espacio de inscripción de la cultura y el trabajo humano. Por ello, el apego afectivo al territorio (topofilia) siempre ha representado para el hombre (cualquiera que sea su condición social y nivel de cultura) lo familiar y conocido, un ámbito de seguridad y abrigo, una extensión del propio hogar, pero sobre todo, un medio para construir su identidad y mantenerse en comunión con su pasado (Giménez, 1996). Desde otro punto de vista se ha sugerido que en la reapropiación del territorio, la aplicación de los conceptos de etnia y pertenencia son más adecuados que el de identidad. Esto se debe a que el primero tiene una pretensión histórica profunda y el segundo señala un origen que se hereda por generaciones, en tanto que la identidad tienen múltiples acepciones (Warman, 2003).

Este fenómeno no es exclusivo de Zoyatlán, sino que también ha sido documentado para otros grupos étnicos de la región de La Montaña (Dehouve, 2001; Canabal, 2001), para la región de los Chimalapas en el estado de Oaxaca (de Teresa y Hernández, 2000), en comunidades campesinas mestizas del Edo. de México, e inclusive en varios países europeos (Giménez, 1996). Por ello, se ha propuesto que el apego al territorio parece ser una constante antropológica en la relación del hombre con su medio ambiente y que trasciende las condiciones sociales y los niveles de desarrollo de las sociedades (Giménez, 1996).

Esta memoria ancestral del territorio en los habitantes de Zoyatlán se ha manifestado no solamente a partir del origen de las familias inmigrantes, sino también a través de una compra activa de terrenos colindantes con la comunidad (Fig. III.7). La continua compra de tierras se relaciona en primer lugar con el interés de recuperar el territorio que los habitantes identifican como perteneciente a la comunidad. En segundo, se relaciona con la insuficiencia de terrenos que permitan satisfacer las necesidades de consumo de la unidad familiar (UF). La escasez de parcelas de labor probablemente es resultado del acelerado crecimiento poblacional que dio inicio en Zoyatlán a partir de su separación del municipio de Xalpatlahuac (Fig. III.8). Tal condición se manifiesta claramente en la actualidad, ya que en 1998 de las 116 UF que habitan en la comunidad, solamente 73.3% (85 UF) cuenta con al menos una parcela, mientras que 26.7% restante accede a tierras de cultivo por medio de la renta o el préstamo.

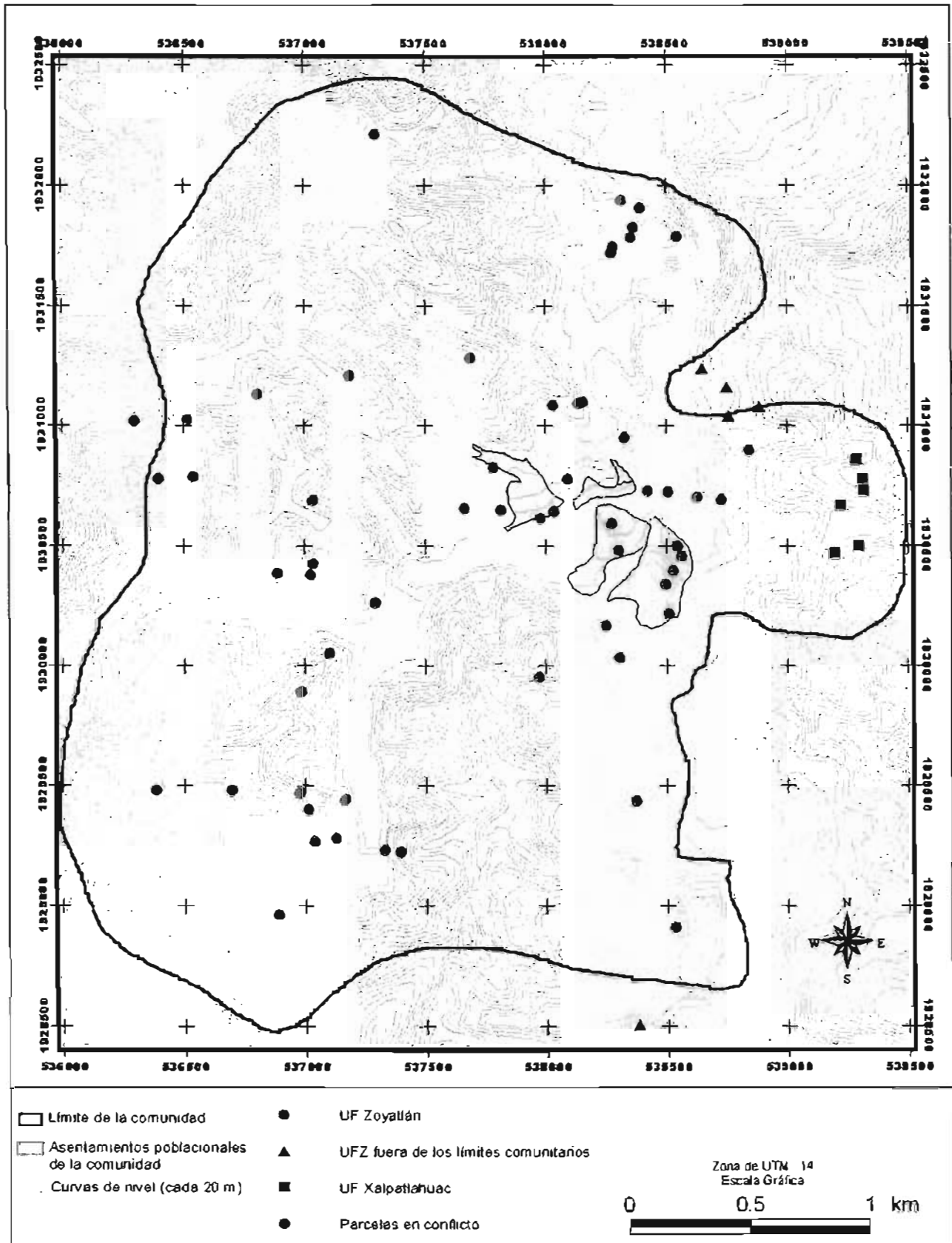


Figura III.7. Distribución de las parcelas agropecuarias en posesión de las familias que fueron encuestadas en la comunidad de Zoyatlán, o entrevistadas en el municipio de Xalpatlahuac. Las parcelas ubicadas fuera de los límites comunitarios indica la compra de nuevas tierras por las unidades familiares de Zoyatlán.

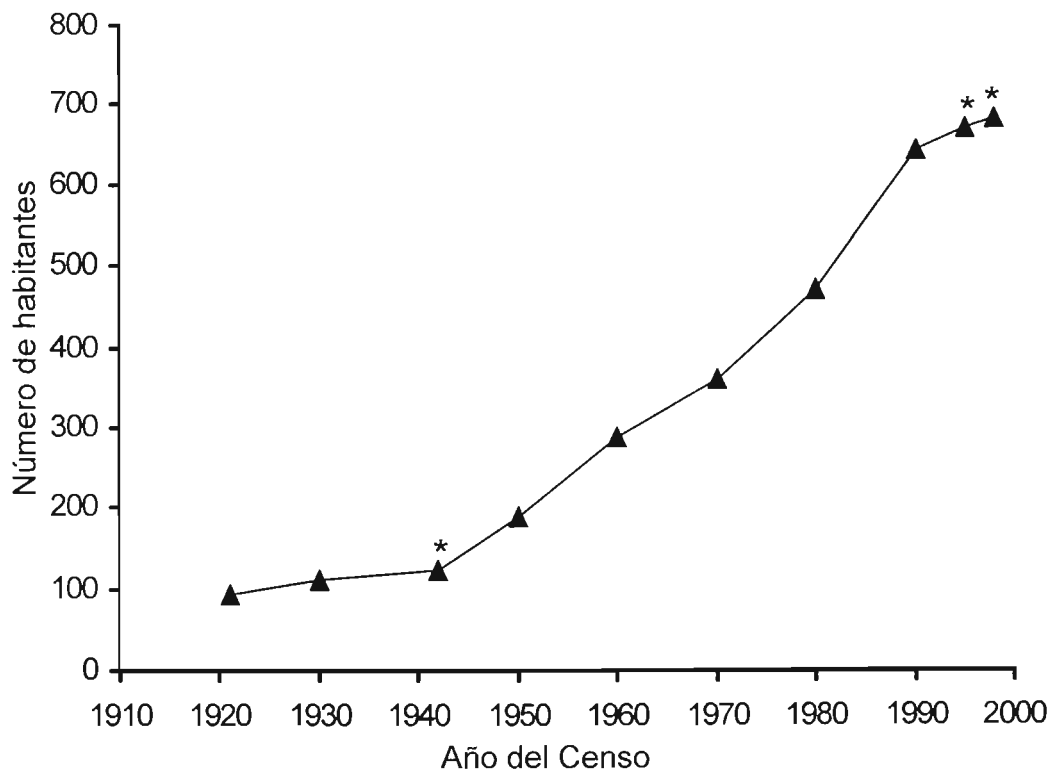


Figura III.8. Crecimiento demográfico en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Fuentes: INEGI, 1985, 1992). El asterisco indica que los datos fueron obtenidos de Censos Comunales.

Debido a todos estos reacomodos, explicar la tenencia de la tierra en la comunidad es complicado. Al exterior todos los terrenos del pueblo están reconocidos como propiedad comunal, pero al interior están organizados en propiedades particulares (sin títulos de propiedad), y solamente algunas áreas son consideradas comunales. Así, cada familia que posee tierra regula su uso de acuerdo a sus necesidades y posibilidades. La mayoría de propiedades particulares fue comprada a personas de Xalpatlahuac y Ocotequila, aunque otras veces es producto de la herencia que le hayan legado al jefe de familia (padres o abuelos). También se da el caso de las personas que viven en Zoyatlán, pero que no tienen en propiedad terrenos para sembrar en la comunidad. Estas familias son seis y los terrenos de cultivo que han comprado se ubican en el pueblo de Tlaquiltzingo.

La superficie que actualmente es reconocida como de tenencia comunal representa alrededor de 20 ha. A estas áreas el mismo pueblo las ha reservado, o bien las ha comprado a partir de la organización de tequios y cuotas (en especie o monetarias), que deben cubrir todos los jefes de familia que habitan en la comunidad. En 1995 los zoyatlenses decidieron comprar cinco hectáreas a personas de la comunidad de Ocotequila. La compra de esos terrenos fue con el fin de sembrar y cosechar frijol para venderlo cuando necesiten dinero en alguna fiesta de la localidad. En las áreas de tipo comunal siembran las personas que no tienen tierras, además de aquellas que tienen poca tierra y necesitan dejar descansar su única parcela o complementar su producción. La condición para dejarlos sembrar es que cumplan con algún servicio en la localidad, o bien que entreguen cierta cantidad de maíz a la comisaría (que cuenta con un banco de maíz) como pago de uso.

III.3.3. Historia de Uso de las Parcelas de las Unidades Familiares (Siglo XX).

III.3.3.1. Características generales de las unidades familiares encuestadas

III.3.3.1.1. Origen

Como se indicó anteriormente, distintos eventos favorecieron la inmigración de personas de otros pueblos a Zoyatlán. En la muestra trabajada ($n = 20$), 65% de las familias manifestó que tanto ellos como sus ancestros nacieron en Zoyatlán, y sólo 35% es originario de Ocuapa, Pascala del Oro, Petlacala, Potouchain, Xalpatlahuac y Zacatipa, todos ellos pueblos pertenecientes a las regiones La Montaña y Costa Chica de Guerrero (Tabla III.1). Aunque la geopolítica histórica de la región en gran parte ha dirigido dicha inmigración, el sistema de matrimonios abiertos que rige en la comunidad también ha contribuido en este proceso. Por ejemplo, de las siete UF no oriundas de la comunidad, en cuatro de ellas, la esposa nació en Zoyatlán. En éstas destaca la etapa del ciclo familiar en que se encuentran, las cuatro son familias antiguas y se formaron hace más de 30 años (Tabla III.1). Esto sugiere que dicho sistema de matrimonio es un fenómeno común en Zoyatlán y otros pueblos de la región.

III.3.3.1.2. Tipo de familia

La familia es una unidad de trabajo-consumo. La manera en que ésta se organiza para cubrir sus necesidades indica su disponibilidad de capital humano y en ocasiones, un estatus económico (Shanin, 1983; Chayanov, 1985). En la comunidad 65% de las familias son de tipo nuclear, mientras que 35% corresponde a familias extensas (Tabla III.1). Aunque no se obtuvo una tendencia clara entre el origen y tipo de las UF, en términos relativos los resultados sugieren que el tipo extenso es preferido por las unidades no oriundas de Zoyatlán; su proporción relativa fue de 57% contrastando con 27.3% obtenido en las que son oriundas. Estos resultados, aunados a los obtenidos para el tipo de parcelas que detentan las familias para su subsistencia, sugieren por una parte que el origen de las UF se relaciona con su nivel económico, dado que las parcelas de riego pertenecieron mayoritariamente a las familias nativas de Zoyatlán. Por la otra, se observó que en las familias extensas las condiciones económicas parecen ser más limitadas, ya que las parcelas de riego normalmente se concentraron en las familia de tipo nuclear. Incluso esta tendencia se mantuvo en las dos UF no nativas y que cuentan con ese tipo de parcelas (Tabla III.1).

III.3.3.1.3. Ciclo familiar

Las etapas del ciclo familiar o ciclo biológico reflejan el inicio y el fin (formación-reemplazo) de las generaciones que conforman la historia demográfica de las UF y a su vez, los altibajos por los que transitan con respecto a sus necesidades productivas y de consumo. Además, este proceso resume su permanencia o extinción, pues cualquiera de estas posibilidades dependerá tanto del

Tabla III.1. Características generales de las unidades familiares de Zoyatlán. T = temporal y R = riego, indican el tip de parcelas en posesión de las familias. Los asteriscos indican las UF en donde la esposa nació en Zoyatlán.

Tipo de Familia	Etapas del Ciclo Familiar			Tipo de Parcela
	Formación	Consolidación	Remplazo o Extinción	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6	
	Edad de las Unidades Familiares (años)			
Familias Originaria de San Nicolás Zoyatlán				
Nuclear				T
Nuclear				T
Extensa				Ry T
Nuclear				T
Nuclear				Ry T
Nuclear				T
Nuclear				Ry T
Extensa				T
Nuclear				Ry T
Nuclear				Ry T
Nuclear				T
Nuclear				T
Extensa				Ry T
Familias Originarias de otros Pueblos				
Extensa				T
Extensa*				T
Nuclear*				Ry T
Nuclear*				Ry T
Extensa*				T
Extensa				T
Nuclear	T			

tamaño de la unidad (número total de miembros), como de la forma en que dichas familias se organizan (nuclear o extensa) para realizar sus actividades de reproducción y supervivencia (Shanin, 1983; Chayanov, 1985; de Teresa, 1992). En este contexto, es de llamar la atención que en la muestra de estudio, solamente 15% son familias de reciente formación (Tabla III.1). Aunque las etapas de consolidación y reemplazo se distribuyeron en la proporción restante, cabe señalar que la mayor contribución (55%) fue aportada por aquellas que se encuentran al final de su ciclo biológico (Tabla III.1). El envejecimiento de las UF es un fenómeno demográfico importante, sobre todo considerando que este estudio fue dirigido a las UF que cuentan con terrenos de labor. Aunque de forma lógica en ambos orígenes el tipo de familia extenso normalmente se presentó en los extremos del ciclo familiar, lo que indica el inicio del reemplazo del jefe de familia: padres viejos – hijo casado joven (Tabla III.1), destaca que varias UF con por lo menos 33 años de edad sean de tipo nuclear. Tal condición sugiere que la supervivencia de estas familias depende exclusivamente del tamaño y la estructura demográfica de su UF, pues a partir de este momento la capacidad laboral de los progenitores empieza a decrecer.

Estas características se relacionan directa e indirectamente con la forma en que las familias utilizan los recursos humanos y naturales de los que disponen. Aquellas familias que posean suficientes miembros en edad productiva y terrenos de labor podrán hacer un uso diversificado de sus parcelas y probablemente lograr un mejor nivel económico. Por el contrario, si no se cuenta con la superficie de cultivo que permita satisfacer las necesidades de consumo, se podría sobreintensificar el uso de la tierra, o propiciar mecanismos de expulsión de los miembros para aminorar la carga de consumo de la UF. En los casos donde ese tipo de familias son de tamaño muy pequeño, o incluso no cuenten con descendientes, probablemente la frecuencia de uso de la tierra disminuya. Con base en estos escenarios cabe preguntarse: ¿cuáles son los mecanismos demográficos y productivos que han influido y actualmente determinan el estado de la cubierta vegetal de Zoyatlán? La respuesta a estos cuestionamientos puede iniciar por el análisis de la historia de uso de las parcelas que detentan las UF estudiadas.

III.3.3.2. Historia de posesión y uso de las parcelas de las unidades familiares

A partir de las encuestas (n = 20 familias), y en ocasiones por entrevistas abiertas estructuradas, fue posible obtener información para 71 sitios. Si bien de este total solamente seis (8.5%) estuvieron en posesión de personas de Xalpatlahuac (Ver Fig. III.7), es necesario considerar que las diferencias en el origen de las familias que habitan la comunidad nuevamente se manifestó en la posesión de terrenos. Casi 60% correspondió a las familias oriundas de Zoyatlán y para las no oriundas se obtuvo 32.4% (23 terrenos). En 1998 el uso de esos sitios fue fundamentalmente agrícola y solamente 11.3% (8 terrenos) presentó otros usos (Fig. III.9). Aunque la metodología utilizada permitió reconstruir la historia de uso de la mayoría, en 13 sitios la información obtenida fue parcial: seis en posesión de Xalpatlahuac (tres con uso agrícola y tres sin uso agrícola) y siete en Zoyatlán (cuatro con uso agrícola, fuera de la comunidad o en renta, y tres sin uso agrícola).

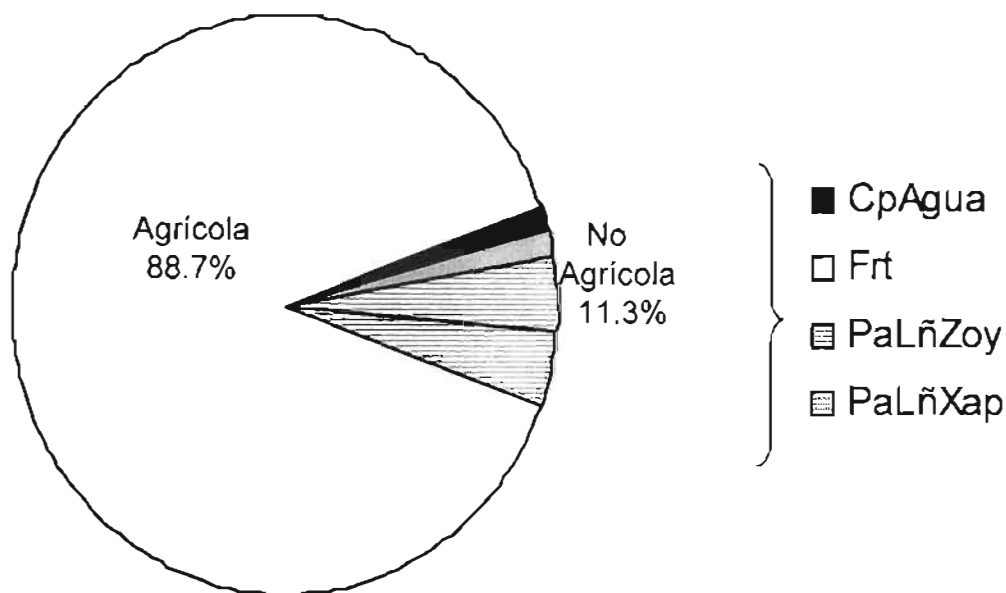
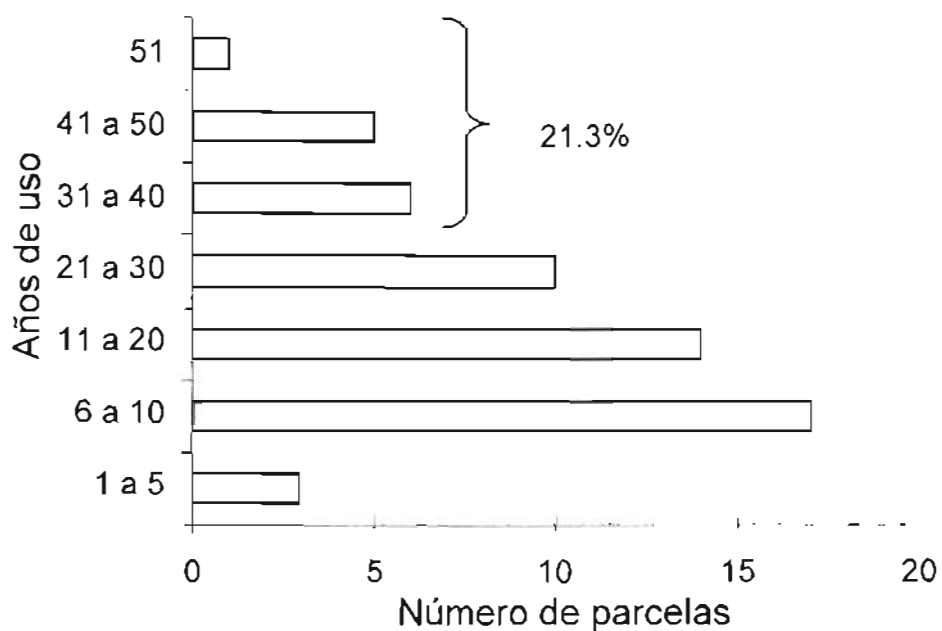


Figura III.9. Uso del suelo durante el año de 1998, en los 71 sitios donde se recabó algún tipo de información. CPAgua = comunitario adquirido para captación de agua; Frt = cultivo de frutales (privada); PaLñ = pastoreo y extracción de leña (privada Zoy = Zoyatlán, Xap = Xalpatlahuac).

De las 58 parcelas en donde se reconstruyó la historia de uso, solamente dos se usan actualmente para el pastoreo de bovinos y extracción de leña, mientras que las restantes son utilizadas con fines agrícolas y pecuarios. Si se toma en cuenta el tiempo de uso, solamente a partir de la fecha de recepción de las parcelas por las UF, se encuentra que más de 64% han sido utilizadas con esos fines por más de 10 años; incluso destaca que de ese porcentaje, 21.3% cuenta con más de 30 años de uso agropecuario continuo (Fig. III.10a). No obstante, estos resultados pueden generar interpretaciones engañosas con respecto al impacto de esta actividad en el tiempo, si no se toma en cuenta la información vertida por las UF con respecto al uso previo de las parcelas. Como se observa en la Figura III.10b, en muy contados casos se desconoce si las parcelas fueron utilizadas con algún fin productivo, ya que la gran mayoría sostuvo algún uso, ya fuera ganadero (tre sitios que pertenecían a un rancho ganadero de Ocotequila) o fundamentalmente agrícola. Los resultados muestran que en este último caso, la intensidad de uso a la que fueron sometidas las parcelas fue considerable, pues solamente 19% fue utilizado bajo el sistema agrícola de tlacolole, sistema en el que los periodos de descanso de la tierra varían de 8 a 20 años, según datos para La Montaña (Obregón, 1989). Más de 60% de las parcelas se cultivaron bajo algún sistema con roturación del suelo y donde la frecuencia de uso es considerablemente mayor (Fig. III.10b).

(a)



(b)

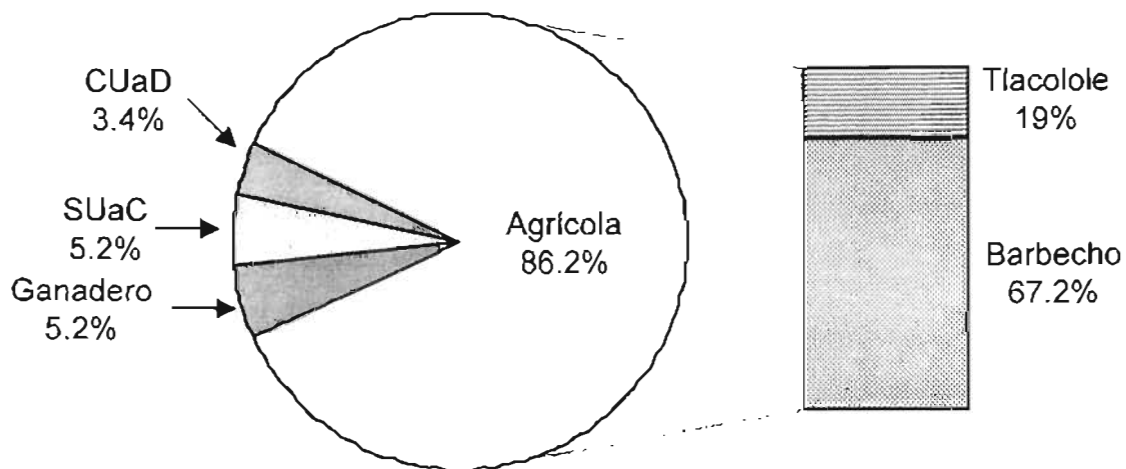


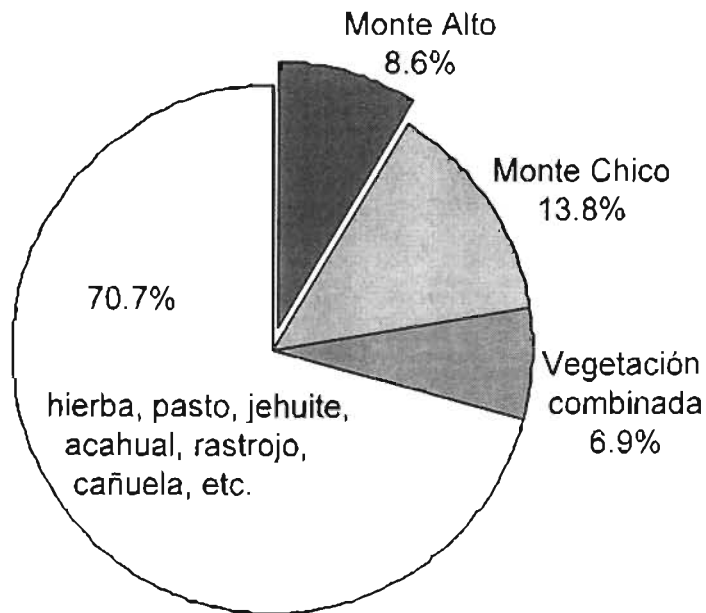
Figura III.10. Uso de las parcelas de las Unidades Familiares de Zoyatlán. (a) años de uso a partir de la recepción de parcela; (b) forma de uso anterior a la recepción de parcelas por la UF. CUaD = usadas, pero se desconoce el manejo; SUaC = se desconoce si alguna vez fue usada.

La predominancia de esa intensidad de uso fue evidente en el tipo de vegetación que tuvieron las parcelas al tiempo de su recepción. En el mejor de los casos, más de 70% contaba con una cobertura vegetal herbácea, y sólo 29.3% presentó vegetación desarrollada (Fig. III.11a). De este conjunto, cinco parcelas fueron recibidas con vegetación secundaria tardía de bosque tropical caducifolio (BTC), localmente denominada monte alto, ocho con vegetación secundaria temprana o intermedia de BTC, localmente denominada monte chico, y cuatro con vegetación combinada, es decir, una parte con monte chico y otra con algún tipo herbáceo (Fig. III.11b). Aunque cinco sitios fueron citados con BTC desarrollado, cabe considerar que únicamente en tres parcelas (1 monte alto, 2 monte chico) se desconoce si tuvieron algún uso previo, mientras que las restantes fueron utilizadas principalmente bajo el sistema agrícola de tlacolole (4 monte alto, 5 monte chico), y solamente en cinco parcelas (3 monte chico, 2 vegetación combinada) se indicó un uso agrícola bajo el sistema de barbecho.

El proceso de recuperación de la cubierta vegetal de estas parcelas y su relación con la fecha de recepción por las UF (Fig. III.11b) sugiere que esa vegetación fue resultado del fin del conflicto por invasión de tierra con Xalpatlahuac. Incluso la fecha de recepción de las parcelas más antiguas coincide con la época en que Zoyatlán dejó de pertenecer a ese municipio y formó parte del municipio de Ocoapa. Probablemente durante este periodo se presentó la mayor inmigración a la comunidad, pues es coincidente tanto con el inicio del crecimiento demográfico de la comunidad (Fig. III.8), como con la fecha de obtención de la mayoría de estas parcelas (Fig. III.11b). Estos sucesos explican porqué solamente 70% de las UF encuestadas recibieron por lo menos una parcela con vegetación desarrollada, y también porqué el origen de las UF tuvo un papel importante en su recepción. Como se observa en la Figura III.11b, la apropiación de ese tipo de parcelas tuvo lugar principalmente por las familias nativas de Zoyatlán; en las no nativas su adquisición se presentó a partir de la década de los 60, y en éstas el monte chico fue la cubierta vegetal predominante.

A partir de estos resultados y los descritos en la sección anterior, es posible afirmar que las tierras de Zoyatlán han sostenido desde tiempos ancestrales las actividades agrícolas que han permitido la subsistencia de sus habitantes. Aunque la intensidad de uso de los suelos pudo haber variado debido a los altibajos que su población sufrió a través del tiempo, baste recordar que por lo menos desde la época de la conquista el cultivo de estos suelos sostuvo no solamente la subsistencia de sus habitantes, sino también el pago de tributos a la corona española, además de la ganadería trashumante. También es evidente que el estado actual de la cubierta vegetal de Zoyatlán no es el resultado de las actividades productivas que a partir de 1940 realizan los habitantes de la comunidad. Incluso en aquellas parcelas que se recibieron con cubierta vegetal desarrollada, su uso agrícola no necesariamente implicó la apertura de nuevas tierras al cultivo, ya que en general los sitios habían sido utilizadas con antelación para las actividades agropecuarias.

(a)



(b)

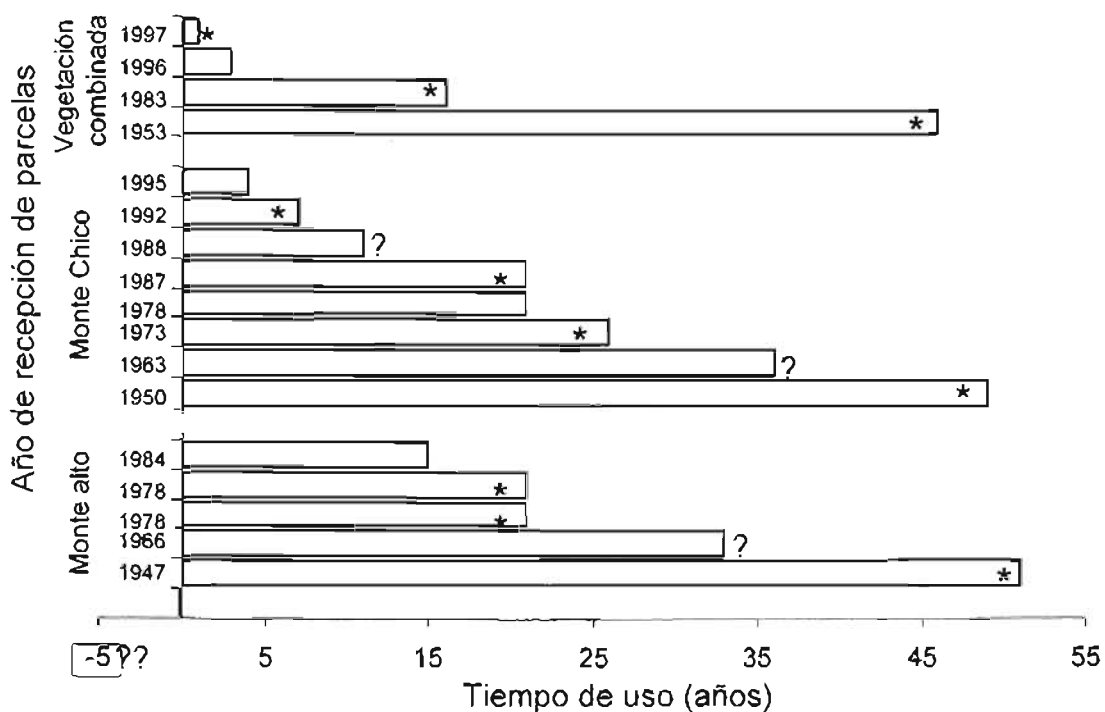


Figura III.11. Estado de la vegetación de las parcelas recibidas por las unidades familiares (UF). (a) proporción de parcelas por tipo de cobertura vegetal; (b) año de recepción de las parcelas con cubierta vegetal desarrollada y tiempo de uso por las UF. Vegetación combinada = parcela con monte chico y alguna variante de vegetación herbácea. * = parcelas recibidas por familias oriundas de Zoyatlán; ? = uso previo desconocido.

Si bien estas afirmaciones se reflejan claramente en el hecho de que actualmente el BTC bien desarrollado solamente se distribuye en 0.9% de la superficie total de Zoyatlán, se debe recordar que en 64.2% de esa superficie (ver Capítulo II) también existen estadios secundarios de ese tipo de vegetación. Ante esta situación, vale la pena preguntarse: ¿cuáles son los factores que explican esta condición? Aunque difícilmente se podría inferir el tipo de vegetación "original" que en algún momento existió en la comunidad, quizá los distintos estados sucesionales existentes en esos parches de vegetación sean la expresión de las características intrínsecas de resiliencia y resistencia que en los sistemas de trópico seco se han señalado como de singular importancia para el mantenimiento de su funcionalidad, a pesar de la influencia continua de distintos factores de disturbio (Murphy y Lugo, 1986; Brown y Lugo, 1990; Lugo, 1997, 1999). Como se verá a continuación, en Zoyatlán estos factores de disturbio están regulados en buena parte tanto por características demográficas y productivas de las familias, como por aspectos de índole cultural.

III.3.3.3. Características demográficas y laborales de las UF

III.3.3.3.1. Origen y tipo de familia

Aun y cuando en la historia de posesión de terrenos se encontró que las UF originarias de Zoyatlán cuentan con un mayor número de parcelas, el análisis de la superficie agrícola total que éstas poseen mostró que no existen diferencias entre ambos orígenes (Tabla III. 2). Resultados similares se obtuvieron para el tipo de familia, aunque en promedio las UF extensas parecen contar con mayor superficie de tierra, la dispersión de los datos fue grande y las diferencias no fueron significativas. Asimismo, la superficie que las familias cultivaron en 1998 tampoco difirió significativamente en función del tipo familia o su origen (Tabla III.2). Estos resultados indican que la única diferencia consistente entre el origen de las familias y la posesión de tierras radica básicamente en el tipo de parcelas, ya que como se indicó anteriormente, 75% de los terrenos de riego se encuentran en posesión de las UF originarias de Zoyatlán (Tabla III.1).

El tamaño de las UF no difirió en función del origen, ya que las diferencias significativas estuvieron dadas por la manera en que se organizan las familias (Tabla III.2). Las familias extensas son de mayor tamaño que las nucleares y en promedio las primeras cuentan con más de dos miembros adicionales. A pesar de estas diferencias, cabe señalar que el número de miembros en edad productiva (13 a 59 años) no difirió significativamente, lo cual indica que la capacidad potencial de trabajo con que cuentan ambos tipos de UF es similar. Tal condición explica la inexistencia de diferencias significativas en el número de actividades laborales que realizan las unidades extensas y nucleares (Tabla III.2). Como se puede observar para casi todas las familias, a excepción de tres cuyo ciclo familiar fue el de formación o extinción, la diversificación laboral es considerable (Tabla III.3). En ambos casos existen miembros que llevan a cabo tanto actividades no asalariadas como asalariadas, destacando las agropecuarias para el primer grupo de actividades. Aunque en el segundo grupo el jornaleo local y la migración itinerante fue frecuente en

las nucleares, destacó la migración temporal como la actividad asalariada común en casi todas las familia encuestadas (Tabla III.3). Inclusive las diferencias en número total (sin distinción de género) y número de miembros masculinos que migraron en cada tipo de familia no fueron significativas, a pesar de que las familias extensas potencialmente cuenten con más miembros masculinos en edad productiva (Tabla III.2).

Tabla III.2. Comparación del origen de las unidades familiares de Zoyatlán y del tipo de familia, con respecto a las variables: tenencia de la tierra, estructura demográfica, actividades laborales y productivas. Fz = familias oriundas de Zoyatlán; Fo = familias con otro origen; Fe = familia extensa; Fn = familia nuclear; C/T = relación consumo trabajo potencial (C/Ta) y real (C/Tb). 1 = prueba de t; 2 = prueba de Wilcoxon; el asterisco indica diferencias significativas (P < 0.05).

Variables	X ± 1 D.E.	t o Z	P
Origen de las Unidades Familiares			
Superficie total de tierra cultivable ¹	Fz = 3.31 ± 2.17 Fo = 3.57 ± 1.76	0.275	0.786
Superficie cultivada en 1998 ¹	Fz = 1.86 ± 1.14 Fo = 1.07 ± 0.51	1.728	0.101
Tamaño de la unidad familiar ²	Fz = 7.23 ± 3.44 Fo = 8.43 ± 2.22	0.720	0.471
Tipo de Familia			
Superficie total de tierra cultivable ¹	Fe = 4.36 ± 2.25 Fn = 2.88 ± 1.72	1.643	0.118
Superficie cultivada en 1998 ¹	Fe = 1.96 ± 1.45 Fn = 1.38 ± 0.704	1.215	0.239
Tamaño de la unidad familiar ²	Fe = 10 ± 2.31 Fn = 6.38 ± 2.69	2.362	0.018*
Total de miembros en edad productiva ²	Fe = 6.29 ± 1.38 Fn = 4.15 ± 2.41	1.699	0.089
Total de miembros masculinos en edad productiva ²	Fe = 3.71 ± 1.38 Fn = 2.08 ± 1.38	2.146	0.032*
Número total de actividades laborales ²	Fe = 3.57 ± 1.34 Fn = 3.38 ± 1.13	0.329	0.741
Número total de migrantes ²	Fe = 2.0 ± 1.73 Fn = 1.23 ± 1.01	0.858	0.391
Número total de migrantes masculinos ²	Fe = 1.86 ± 1.46 Fn = 0.92 ± 0.76	1.343	0.179
Relación C/Ta ²	Fe = 1.61 ± 0.32 Fn = 1.63 ± 1.13	0.957	0.339
Relación C/Tb ²	Fe = 1.94 ± 0.66 Fn = 1.67 ± 0.56	0.877	0.380

Tabla III.3. Características de las unidades familiares, tanto demográficas como las relacionadas con sus actividades laborales, superficie de tierra cultivable y los valores de la relación consumo trabajo. Etapa del ciclo familiar: F = formación, C = consolidación, R = reemplazo, E = extinción. Miembros productivos: Ma = sexo masculino, Fe = sexo femenino. Actividades laborales: AG = agricultura, PA = pastoreo, CO = comercio, AR = artesanías, OF = oficios, JL = jornaleo local, MI = migración intinerante. La superficie sembrada corresponde a 1998.

Etapa (edad)	DEMOGRÁFICAS		ACTIVIDADES LABORALES							SUPERFICIE		RELACIÓN C/T		
	Número de Miembros		No Asalariadas				Asalariadas			Total	Sembrada	C/Ta	C/Tb	
	Total	Edad productiva	AG	PA	CO	AR	OF	JL	MI	MT	(hectáreas)			
Familias Extensas														
F (10)	9	5: 2Ma + 3Fe	X	X							7,75	4,75	1,8	3,0
F (13)	9	5: 3Ma + 2Fe	X					X		X	1,25	0,50	1,8	2,0
C (28)	12	8: 3Ma + 5Fe	X	X			X			X	3,50	1,75	1,5	2,2
R (36)	12	6: 4Ma + 2Fe	X		X	X		X		X	4,0	1,0	2,0	1,8
R (41)	13	8: 6Ma + 2Fe	X	X						X	5,0	3,0	1,6	1,3
R (42)	8	5: 3Ma + 2Fe	X	X						X	6,50	1,50	1,6	2,3
R (45)	7	7: 5Ma + 2Fe	X	X		X				X	2,50	1,25	1,0	1,0
Familias Nucleares														
F (7)	5	1: 1Fe	X		X						5,0	0,25	5,0	2,5
C (18)	7	5: 2Ma + 3Fe	X			X				X	4,25	2,25	1,4	2,3
C (20)	2	2: 1Ma + 1Fe	X			X		X			1,50	1,25	1,0	1,0
C (26)	9	6: 2Ma + 4Fe	X							X	7,25	2,25	1,5	1,8
C (26)	7	5: 2Ma + 3Fe	X	X						X	2,25	2,25	1,4	1,2
C (29)	9	5: 4Ma + 1Fe	X	X				X	X	X	2,50	1,75	1,8	2,7
R (33)	8	6: 2Ma + 4Fe	X	X	X		X	X		X	2,50	1,50	1,3	2,0
R (35)	8	7: 4Ma + 3Fe	X	X	X					X	1,75	1,50	1,1	1,5
R (40)	4	2: 1Ma + 1Fe	X			X		X		X	1,25	1,0	2,0	1,5
R (41)	10	7: 3Ma + 4Fe	X	X				X		X	3,25	1,50	1,4	1,2
R (42)	8	6: 4Ma + 2Fe	X	X	X					X	2,50	1,50	1,3	1,5
E (45)	2	0	X		X						2,25	0,0		1,0
R (46)	4	2: 2Ma	X	X						X	1,25	1,0	2,0	1,5

Estos resultados destacan que las principales actividades que sostienen la reproducción y las necesidades de consumo de la mayoría de familias de Zoyatlán son las actividades agropecuarias y la migración temporal. La generalización de esta última actividad en casi todas las familias explica, en parte, la inexistencia de diferencias significativas en las relaciones consumo/trabajo (C/Ta – potencial; C/Tb – real) en ambos tipos de familia, independientemente de la composición familiar (Tabla III.2). Como se muestra, en casi todas las unidades los valores de esta relación fueron ≤ 2 , es decir, existen dos consumidores que un miembro en edad productiva debe sostener (Tabla III.3). La moderada carga de trabajo es debida fundamentalmente a que la mayoría de las familias estudiadas se encuentran en las etapas de consolidación o reemplazo. En éstas los descendientes contribuyen en el desarrollo de actividades productivas, lo que a su vez permite que las familias administren sus recursos humanos a través de la diversificación de actividades. Estos resultados coinciden con otros estudios realizados en México. (Arizpe, 1980; de Teresa, 1992, 1994a),

La mayor carga de trabajo que de acuerdo con la teoría debería presentarse en las familias que se encuentran en la etapa de formación sólo se observó claramente en una familia nuclear ($C/Ta = 5$); las dos restantes son familias extensas que muestran valores bajos debido a que cuentan con otros miembros productivos, e incluso en una de éstas su capacidad de trabajo permite el desarrollo de actividades asalariadas como la migración temporal y el jornaleo local (Tabla III.3). Con respecto a la relación C/Tb , en la que sólo se consideró a los miembros que dependen y participan en las actividades agrícolas, las tendencias mencionadas fueron parecidas, pues casi en ninguna UF las variaciones fueron superiores a uno (Tabla III.3).

Del total de UF consideradas, solamente en dos familias nucleares la agricultura y la migración temporal no fueron las actividades principales de las que depende su subsistencia (Tabla III.3). En ellas, la actividad principal fue el comercio y como se observa se encuentran en los extremos del ciclo familiar (formación – extinción). Esta condición es un buen ejemplo de los altibajos demográficos y productivos por los que transitan las unidades durante las etapas del ciclo biológico (Shanin, 1983; Chayanov, 1985; de Teresa, 1992). En ambos casos, el número de miembros en edad potencialmente productivos es escaso; incluso en el primero el único en edad productiva es la cónyuge, y la fuerza de trabajo necesaria para las actividades agrícolas es limitada. Seguramente por ello la superficie sembrada en 1998 fue casi nula (0 y 0.25 ha), ya que los requerimientos económicos para cubrir su consumo se logra a través del comercio. Aunque la escasez de miembros productivos es una condición poco común en las UF de Zoyatlán, pues como se indicó la mayoría se encuentra en la etapa de consolidación y reemplazo, llama la atención que la actividad comercial estuvo concentrada en las familias antiguas y donde los progenitores han rebasado la edad productiva (Tabla III.3).

Todos estos argumentos por una parte corroboran que ni el origen ni el tipo de familia determinan la diversificación laboral de las unidades estudiadas. Por otra parte, nuevamente

señalan que la reproducción y supervivencia de las mismas depende de factores inherentes al ciclo familiar. De hecho, los análisis de regresión realizados entre algunas variables demográficas y productivas mostraron que las características demográficas propias de cada familia son las variables que mejor explicaron su diversificación laboral. Así, se encontró una relación positiva entre el número de actividades y el número de miembros productivos ($R^2 = 0.207$; $F = 4.723$; $P = 0.043$), lo que implica que en la medida en que las familias tuvieron mayor fuerza de trabajo realizaron más actividades de producción (Fig. III.12a). Esto explica porqué el análisis entre la edad de la UF y las relaciones C/T potencial y real (C/Ta: $R^2 = 0.244$; $F = 5.802$; $P = 0.027$; C/Tb: $R^2 = 0.354$; $F = 9.850$; $P = 0.005$) estuvieron relacionados negativamente, es decir, conforme las familias maduran los miembros productivos se incrementan (Fig. III.12b y c). Esto favorece la disminución de la presión de trabajo sobre los progenitores, ya que otros miembros (hijos) participan en las actividades económicas que garantizan la supervivencia del grupo (Arizpe, 1980; de Teresa, 1992; 1994a; Warman, 2001).

III.3.3.3.2. Actividades de migración

A través del tiempo la migración ha tenido un lugar preponderante en los habitantes de Zoyatlán. Aunque se podría suponer que la generalización de esta actividad en las UF de la comunidad es reciente, cabe señalar que en 75% de las mismas existen antecedentes de migración itinerante por lo menos desde 1960; inclusive en algunos jefes de familia ésta fue una actividad previa a la unión matrimonial (Tabla III.4). En el pasado reciente los beneficios económicos obtenidos a partir de la migración itinerante favorecieron el acceso a tierras de cultivo, ya fuera a través de la renta o la compra. Como era de esperar, casi todas las UF nativas de Zoyatlán (85%) tuvieron acceso a terrenos de cultivo a través de una herencia; no obstante, en varios casos (46%) la superficie legada fue pequeña (≤ 0.5 ha) o no existió esa dotación (Tabla III.4). Esto implica que de la muestra total (originarias y no originarias), 70% de las familias accedió en algún momento a terrenos de cultivo a partir de la renta, pues solamente en seis casos (30%) se indicó nunca haber tenido que rentar parcelas. Aunque en las UF estudiadas esta acción es casi inexistente, actualmente cuatro familias ocasionalmente piden en renta terrenos agrícolas, debido a la necesidad de descansar las parcelas que poseen.

El beneficio de la migración también fue evidente en la compra de parcelas. En varios casos (35%) el periodo de tiempo de esta actividad coincidió con las fechas de adquisición de tierra (Tabla III.4). En seis de éstos, los años de obtención de parcelas correspondieron con el periodo de migración itinerante que realizaron los jefes de familia, mientras que sólo en una familia dicha acción coincidió con la migración temporal de los descendientes, aun y cuando el padre haya realizado esa actividad de forma itinerante por más de 20 años. Cabe destacar que la compra de terrenos ha sido llevada a cabo fundamentalmente por las familias que no contaban con parcelas

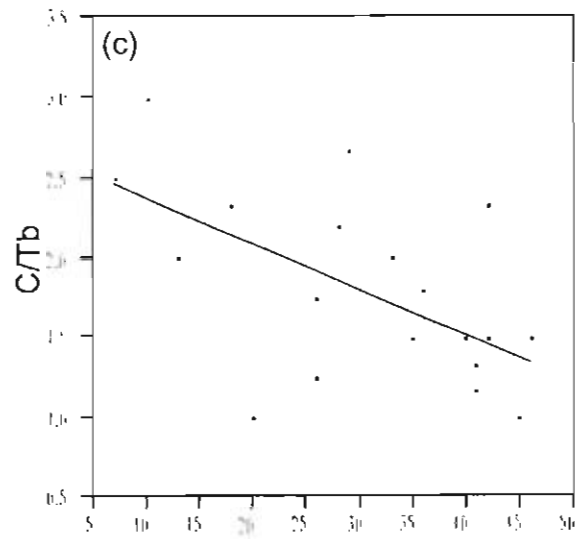
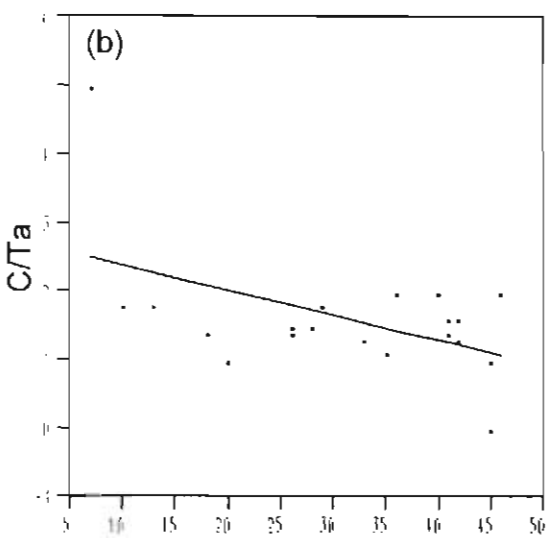
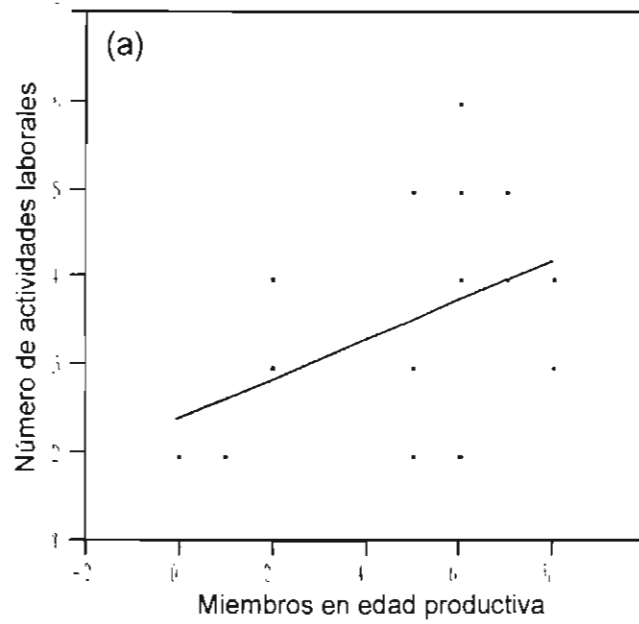


Figura III.12. Análisis de regresión para algunas variables demográficas de las unidades familiares de Zoyatlán: (a) miembros productivos y actividades laborales; edad de la unidad familiar y relación consumo/trabajo (C/T) potencial (b) y real (c).

Tabla III.4. Etapas de migración de las unidades familiares (UF) de Zoyatlán y su relación en el tiempo tanto con el ciclo biológico de la unidad, como con el periodo de obtención de parcelas (P) de cultivo. ForUF = año de formación de la unidad. La letra en paréntesis después del año de formación indica la etapa actual del ciclo familiar: (C) Consolidación, (E) Extinción, (F) Formación, (R) Reemplazo; el asterisco corresponde a las UF extensas. La migración itinerante fue o es realizada (***) por los jefes de familia, la temporal es llevada a cabo exclusivamente por los descendientes (D) de la unidad; en éstos se indica la edad de la UF en que inició el proceso. El número en paréntesis al lado del año de obtención de la parcela corresponde a la edad de la UF. Las líneas sombreadas indican la coincidencia entre el periodo de migración y la obtención de parcelas.

ForUF	Migración Itinerante	Obtención de Parcelas					Migración Temporal								
		Año de Herencia (edad UF)				Superf. (ha)	Año de Compra (edad UF)				Superf. (ha)	D1 D2 D3 D4 D5 (edad UF)			
Año	Periodo (edad UF)	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4					
Familias originarias de San Nicolas Zoyatlán															
1988 (F)*		97 (9)	97 (9)	97 (9)	97 (9)	7,75									
1957 (R)*	68 - 96 (11 - 39)	57 (0)	78 (21)			5						35	35	41	41 40
1971 (C)*	72 - 93 (1 - 22)	47 (0)				3,5						23			
1969 (C)	83 - 98 (14 - 29**)	88 (19)	88 (19)	88 (19)	93 (24)	2,5						29			
1972 (C)	62 - 92 (10 - 20)	90 (18)	90 (18)	90 (18)		2,25						23	26		
1953 (E)	60 - 86 (7 - 33)	50 (0)				2									
1978 (C)	67 - 90 (0 - 12)	73 (0)	88 (10)	88 (10)		1,5									
1964 (R)		70 (6)	70 (6)			0,5	78 (14)	81 (17)			1,25	26	31		
1953 (R)		54 (1)				0,25	68 (15)				1	35			
1972 (C)	72 - 86 (1 - 14)	56 (0)				0,25	81 (9)	85 (13)	92 (20)		7	23	24		
1958 (R)	60 - 92 (2 - 34)	59 (1)				0,25	87 (29)	92 (34)			1	40			
1965 (R)	68 - 80 (3 - 12)					0	73 (8)	78 (13)	83 (18)	90 (25)	2,5	26	28		
1980 (C)	83 - 94 (3 - 14)					0	88 (8)	91 (11)	93 (13)		2,25				
Familias no originarias de San Nicolas Zoyatlán															
1956 (R)*	63 - 75 (7 - 19)						83 (27)				6	42			
1991 (F)	51 - 52 (0)						88 (0)	88 (0)			5				
1962 (R)*							68 (6)	68 (6)	71 (9)		4	26	30	35	
1953 (R)*							84 (31)	86 (33)	90 (37)	90 (37)	2,5	38	42	45	
1957 (R)	68 - 90 (11 - 33)						58 (1)	63 (6)	63 (6)	91 (28)	2,25	33	34		
1956 (R)	61 - 83 (5 - 27)						82 (36)	93 (37)	95 (39)	95 (39)	2	30	34		
1986 (F)*	58 - 90 (0 - 4)						78 (0)	90 (4)			1,25	11			

de cultivo, o cuando la superficie en posesión era mínima, dado que todas las UF que heredaron más de una hectárea no han realizado esta acción a partir de los recursos económicos obtenidos de ambos tipos de migración (Tabla III.4). Esto indica que la capitalización inicial de las familias ocurrió a partir de la migración itinerante. Ésta siempre inició desde la etapa de formación y generalmente se extendió hasta la de consolidación, a excepción de cuatro casos en los que la migración se realizó durante las tres etapas del ciclo familiar; incluso dicha tendencia también se mantuvo en aquellas UF que heredaron más de una hectárea de tierra (Tabla III.4). Este proceso explica porqué casi 80% de las parcelas que actualmente poseen las familias cuenta con menos de 30 años de uso continuo (Fig. III.10a), pero además también destaca la escasez de capital económico y productivo en todas las familias estudiadas durante ese periodo.

La predominancia de migración itinerante en esas etapas del ciclo familiar, cuyo destino fue exclusivamente nacional, se explica porque durante el periodo de formación (1 - 14 años) los miembros en edad productiva son escasos y la supervivencia y reproducción de la unidad depende exclusivamente de los progenitores. Por tal razón, el continuo ir y venir de los jefes de familia permitía realizar las labores agrícolas necesarias para abastecer el consumo familiar y emigrar cuando el trabajo agrícola no demandaba su presencia en la comunidad. Conforme las familias se consolidaron (15 - 29 años), los descendientes iniciaron su etapa productiva, pero además como se puede observar en la Tabla III.4, la disponibilidad de terrenos cultivables por unidad también aumentó. La capitalización de recurso en las familias (tierra y fuerza de trabajo) favoreció no solamente su diversificación laboral, sino también generó mecanismos de expulsión para favorecer su economía. Por ello, la migración temporal de los descendientes, cuyo destino principal es EE.UU., se insertó en las familias durante las etapas de consolidación y reemplazo, cuando las familias cuentan con excedentes de capital de trabajo y quizá suficiencia de terrenos de cultivo, pues como ya fue indicado, solamente en una familia el destino de los recursos recibidos a partir de los migrantes temporales se relacionó con la compra de terrenos (Tabla III.4).

Además, se debe tomar en cuenta que los recursos económicos obtenidos a través de este tipo de migración son administrados por las familias de manera distinta. El total de UF que cuentan con migrantes temporales destinan la totalidad o parte de esos ingresos para sufragar desde enfermedades, estudios, calzado, deudas o establecer un negocio, hasta el apoyo para que otros miembros de la familia migren. Sin embargo, 65% de las familias destinan parte de ese recurso para apoyar el desarrollo de las actividades agrícolas, a través de la compra de insumos, renta de animales de labor o la contratación de jornales de apoyo en la época en que el cultivo de básicos demanda mayor fuerza de trabajo. El proceso de capitalización desarrollado por las UF de Zoyatlán es un claro ejemplo de las estrategias campesinas que aseguran su reproducción y permanencia. Este proceso prevalece en diversas comunidades campesinas indígenas (Arizpe, 1980; de Teresa, 1992, 1994a, 1994b; Ramírez-Mocarro, 1996) y no indígenas de México (NHI, 1997; Warman, 2001), pues del total de unidades de producción rural que existen en el país, 85% son familias campesinas minifundistas que comparten trabajo y consumo, pero además en una proporción

importante se reciben remesas de dinero de los migrantes que laboran en EE.UU. Incluso en 1996, CONAPO estimó que 10% de los hogares rurales (aprox. 500,000) recibió remesas que en promedio significaron un ingreso de 1,600 dólares anuales y que esa cantidad fue equivalente a la mitad de los ingresos totales de las familias (Warman, 2001).

III.3.3.3.3. Actividades agrícolas

A pesar de que entre las actividades no asalariadas la agricultura fue una actividad permanente en casi todas las familias, llama la atención que en general las UF solamente cultivaron una porción de sus tierras (Tabla III.3). Si bien esta condición puede ser la explicación al hecho de que poco más de 60 ha de la superficie agrícola de Zoyatlán no fue utilizada con este fin en 1998 (ver Capítulo II), cabe destacar que la superficie que cultivan anualmente las familias parece estar influenciada tanto por las demandas de sus miembros consumidores, como por la disponibilidad de capital de trabajo para la realización de la agricultura. Así, la influencia de los factores demográficos intrínsecos a cada familia se manifestó en la superficie sembrada en 1998, pues ésta incrementó en relación directa conforme el tamaño de la familia ($R^2 = 0.208$; $F = 4.727$; $P = 0.043$) y el número de miembros en edad productiva ($R^2 = 0.224$; $F = 5.186$; $P = 0.035$) también lo hicieron (Fig. III.13a y b). Aunque pareciera existir una tendencia similar entre la superficie sembrada y la relación C/Tb , el modelo ajustado no fue significativo ($R^2 = 0.197$; $F = 3.939$; $P = 0.065$); en algunas familias los valores de este cociente fueron altos, mientras que la superficie sembrada fue pequeña (Fig. III.13c). Seguramente esto se debe a los aportes económicos que realizan los migrantes, dado que no solamente permiten que la UF satisfaga otras necesidades, además del consumo de básicos, sino también porque es un capital que de manera indirecta contribuye a las actividades agrícolas. Además, hay que considerar que los migrantes temporales no son consumidores de la producción agrícola obtenida, por lo que no representa una carga de consumo para la unidad.

Esto sugiere que las familias administran sus recursos (tierra y fuerza de trabajo) para satisfacer sus necesidades alimenticias inmediatas, es decir, realizan una agricultura de subsistencia. Aunque esta racionalidad de producción agrícola es poco relevante en términos de su valor comercial, es importante tomar en cuenta que este fenómeno parece ser común en las unidades de producción rurales minifundistas existentes en el país. Así, para el año 1991 se encontró que de 83% de unidades campesinas que sembró maíz, 55% destinó la producción exclusivamente para el autoconsumo y solamente en 28% de las unidades se vendieron algunos excedentes de maíz (Warman, 2001). Ante esta aparente contradicción, se ha sugerido que para evaluar la importancia de los cultivos de subsistencia en la economía campesina, es necesario considerar en qué medida el volumen producido de maíz es suficiente o no para cubrir las necesidades de consumo del productor y su familia (de Teresa, 1999).

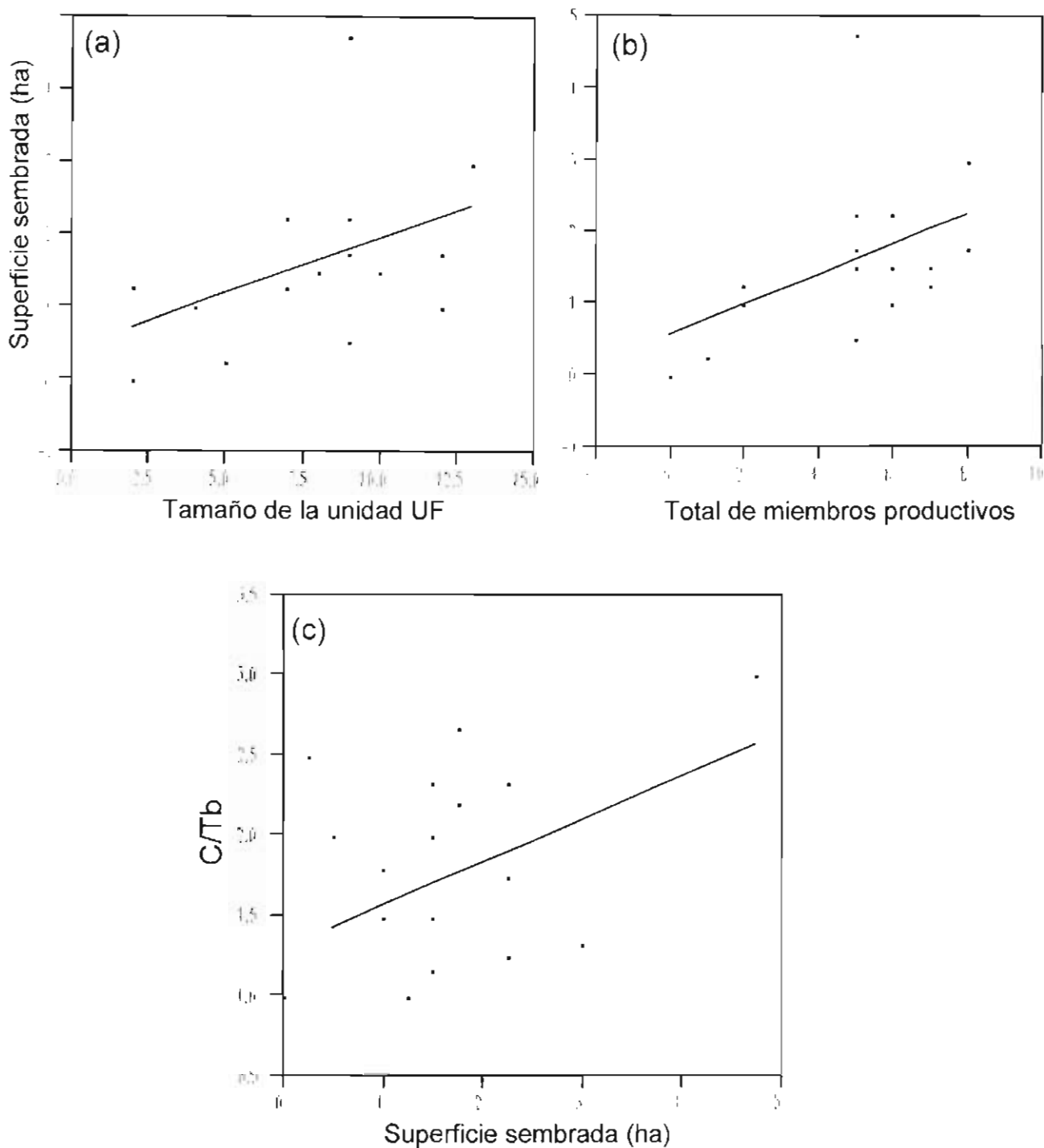


Figura III.13. Análisis de regresión para la superficie sembrada en Zoyatlán en 1998 y las variables demográficas: (a) tamaño de la unidad familiar (UF); (b) número total de miembros en edad productiva; (c) relación consumo / trabajo (C/Tb) real.

Estos supuestos pueden corroborarse si se calcula la importancia del maíz en la canasta básica de consumo rural. De acuerdo con SARH-CEPAL (1990), para cubrir las kilocalorías y proteínas de una dieta típica rural de México, es necesario el consumo anual de 132.1 kg de maíz *per capita*. Con esta base, si se toma en cuenta que el rendimiento modal de maíz por hectárea en Zoyatlán fue de 983.04 kg/ha (1036.536 ± 364.346 kg/ha [± 1 D.E.]; R. Obregón, com. pers.) y si se considera una familia promedio de siete miembros, se tiene que cada uno anualmente podría consumir 140.43 kg de maíz, cantidad ligeramente superior a la estimada a nivel nacional. Además, si se considera que para cubrir los requerimientos de consumo básico de maíz (132.1 kg *per capita*) de una familia promedio de siete miembros sería necesario cultivar únicamente 0.941 ha, se tiene que esta cifra es inferior al promedio (1.59 ± 1.03 [± 1 D.E.], y valor modal de 1.5 ha) de hectáreas cultivadas por las UF estudiadas.

Finalmente, si se toma en cuenta que el cultivo de una hectárea en la comunidad, consume en promedio 180 jornales de trabajo al año, es posible afirmar que anualmente se requiere solamente de un trabajador agrícola por familia para garantizar el abasto de maíz. Los datos de Zoyatlán coinciden con los obtenidos a nivel nacional para las áreas rurales; en esos estudios se ha estimado un promedio de 1.3 trabajador agrícola/año para abastecer una familia promedio de cinco miembros (SARH-CEPAL, 1990; de Teresa, 1998).

Todos estos elementos permiten aseverar que la superficie cultivada en Zoyatlán está determinada por las necesidades básicas de consumo de la UF. Debido a esto, no se necesita incorporar mayor superficie de tierras a la agricultura, dado que esta racionalidad incluso permite a las familias contar con pequeños excedentes de maíz que son utilizados para la cría de animales de traspatio (ver Capítulo II) y quizá cubrir algunos compromisos sociales. Además, como la mayoría de las UF disponen de excedentes de fuerza de trabajo, la migración temporal es una estrategia que permite a las mismas canalizar recursos económicos, a la vez que ayuda a reducir la presión de uso de la tierra.

III.3.3.3.4. Sistemas de producción agrícola en Zoyatlán

Aunque el descanso de la tierra es un fenómeno casi generalizado en las UF estudiadas, vale la pena tomar en cuenta que la asignación de esos periodos es variable. Tal situación lleva a preguntarse cuáles son los criterios que el productor toma en cuenta para decidir el uso o descanso de ciertas parcelas, y si el resultado de esos criterios de decisión está relacionado con los parches de vegetación secundaria de BTC que se extienden en 64.2% de la superficie total de Zoyatlán. La respuesta a estas interrogantes seguramente se encuentra vinculada a los sistemas de producción presentes en la comunidad. Esto se debe a que en su definición, un sistema productivo alude a una forma concreta de manejo de los recursos en donde se combinan las características específicas de los recursos disponibles, las posibilidades del hombre para adaptarse y modificar las condiciones naturales, así como las necesidades y condiciones sociales

de los productores que determinan distintas formas de acceso a los medios de producción (Warman et al., 1982).

De acuerdo con las variables que han sido utilizadas para definir los sistemas de producción de maíz (Tabla III.5), de los 12 sistemas reportados a nivel nacional (Warman et al., 1982; Montañez y Warman, 1985) en Zoyatlán se encontraron cinco (Fig. III.14). Estos sistemas tienen en común el empleo de trabajo vivo en las categorías medio y alto, y casi de manera generalizada la dependencia de la precipitación pluvial para el desarrollo del cultivo; su principal diferencia radica en la intensidad del uso del suelo (Fig. III.14).

Tabla III.5. Variables utilizadas para clasificar los sistemas de producción agrícola existentes en México en las décadas de 1960 a 1980 (Warman et al., 1982; Montañez y Warman, 1985). En los paréntesis se agregan los nombres de los sistemas que más se aproximan a la propuesta desarrollada por Rojas (1985) para la agricultura precolombina.

Variable	Características del Sistema
Intensidad en el Uso del Suelo (definida por el tiempo de barbecho)	<ul style="list-style-type: none"> • Sin tiempo de barbecho: se siembra dos o más ocasiones en el año - Sistema de riego en áreas aluviales y obras hidráulicas. (Sistema de cultivo continuo o policultivo). • Con tiempo de barbecho menor a un año: se cultiva una vez al año – Sistema Anual de Secano. (Sistema de cultivo anual o Secano intensivo). • Con tiempo de barbecho de 1 a 2 años: la continuidad de los ciclos de cultivo varía de 1 a 3 – Sistema de Barbecho Corto (Sistema de barbecho corto en hierbazal o zacatal). • Con tiempo de barbecho que fluctúa entre más de 2 y 7 años – Sistema de Barbecho Medio. • Con tiempo de barbecho siempre mayor a 7 años - Sistema de Barbecho Prolongado (Sistemas de cultivo en monte bajo – 1 a 2 años de uso y descanso de 6 a 8 años; Sistemas de cultivo en monte alto 1 a 3 años de uso y descanso de 10 a 25 años).
Disponibilidad y Manejo del Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Depende exclusivamente de la precipitación pluvial: (a) la precipitación es relativamente escasa, (b) la precipitación es suficiente o abundante. • No depende exclusivamente de la precipitación pluvial: la fuente de agua pluvial es complementada con otras fuentes de agua. • No depende de la precipitación pluvial: (a) canales y obras hidráulicas, (b) vegas de los ríos.
Intensidad de Trabajo Vivo Durante el Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Alto empleo de trabajo vivo: el trabajo humano es la fuente energética principal del proceso productivo. • Empleo medio de trabajo vivo: la fuerza de trabajo humana se combina con la tracción animal (no excluye uso de herramientas agrícolas). • Bajo empleo de trabajo vivo: uso intensivo de maquinaria y herramientas agrícolas.

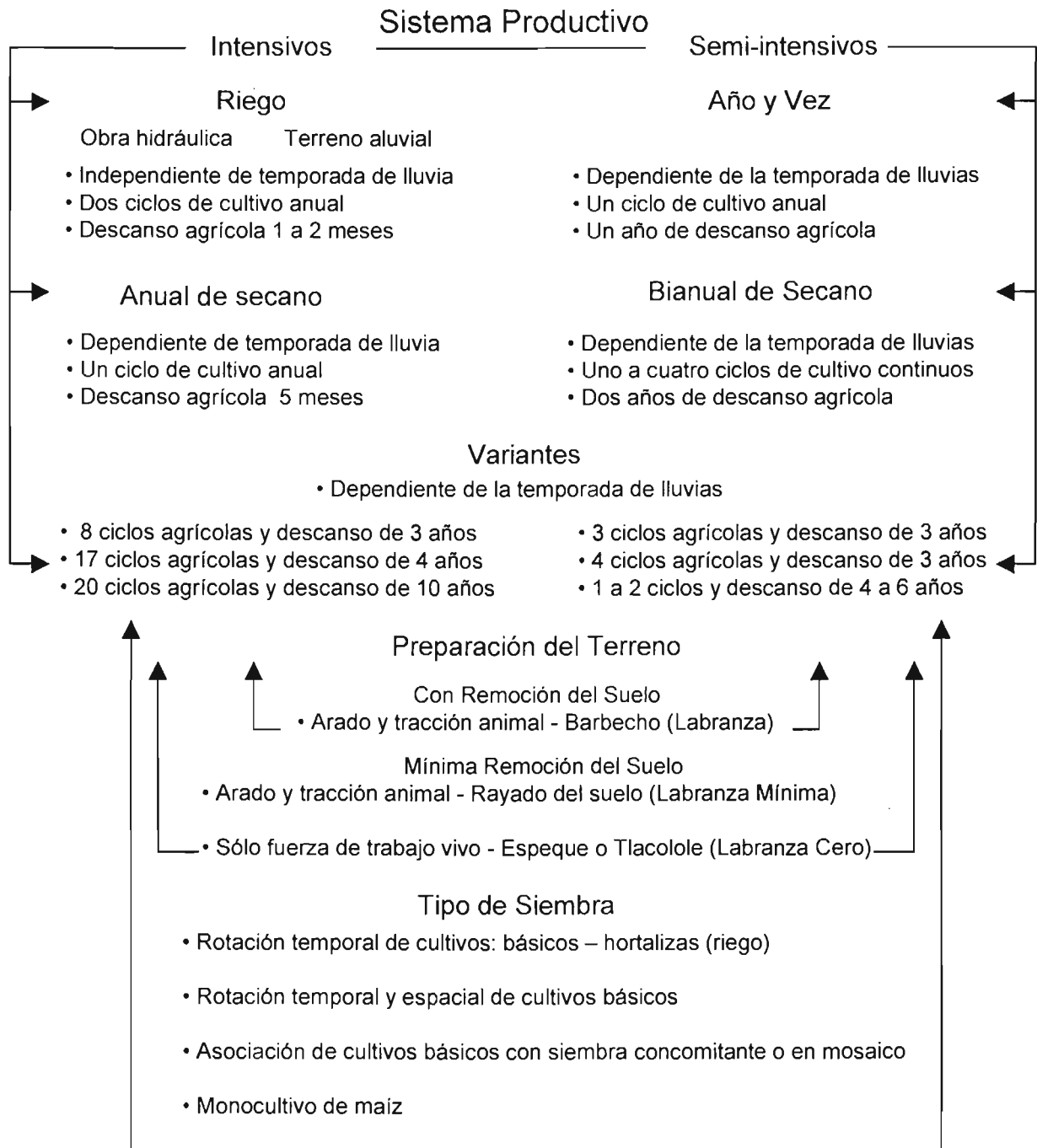


Figura III.14. Sistemas de producción agrícola presentes en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán.

La importancia de la precipitación pluvial en la caracterización de los sistemas de producción agrícola ha sido señalada en varios estudios (Boserup, 1967; Rojas, 1985; Warman et al., 1982; Montañez y Warman, 1985), los cuales además coinciden en señalar que la intensidad del uso del suelo refleja tanto las características de fertilidad natural del suelo, como las condiciones socioeconómicas del núcleo social que usufructúa el suelo.

Con base en este criterio, el uso intensivo del suelo en Zoyatlán incluyó a los sistemas de riego en sus dos modalidades, áreas aluviales y obras hidráulicas, y el anual de secano. En el primero, la independencia de la temporada de lluvias permite que se realicen dos cultivos anuales, razón por la cual el periodo de descanso es casi inexistente. En el segundo, la parcela se cultiva año con año durante la época de lluvias y el descanso de las tierras es menor que el de uso agrícola (Fig. III.14). En los sistemas semi-intensivos se agruparon tres sistemas: Dos de ellos, el de año y vez y el bianual de secano, corresponden a lo que se ha denominado barbecho corto, en tanto que el tercero sería equivalente al barbecho medio (Tabla III.5). Cabe señalar que en la región de estudio el término barbecho se utiliza específicamente para designar el arado de la tierra, independientemente de sus periodos de descanso. El primer sistema se caracteriza por la realización de un ciclo agrícola seguido de un año de descanso, el segundo porque su tiempo de descanso es de dos años, con ciclos de cultivo desde uno hasta tres años consecutivos; en el tercero el periodo de descanso siempre es mayor a dos años y el número de ciclos puede variar desde uno hasta cuatro (Fig. III.14). Como se observa en las variantes de estos sistemas, en algunos casos la frecuencia de uso del suelo es alta y aunque los terrenos cuentan con algún periodo de descanso, éste no supera ni iguala el de uso agrícola continuo, razón por la cual podrían considerarse como de uso intensivo (Boserup, 1967; Rojas, 1985). En esta investigación, dichas variantes se incluyeron en el sistema anual de secano, porque su presencia está relacionada con el proceso de capitalización de las UF. Conforme éstas tuvieron acceso a otros terrenos, bien fuera por compra, herencia o renta, asignaron algún periodo de descanso prolongado a la parcela.

De las 56 parcelas que actualmente son de uso agropecuario, 50% se utiliza intensivamente, mientras que la proporción restante sostiene alguna forma de uso semi-intensivo (Fig. III.15a). De ellos, el sistema mejor representado es el anual de secano, siguiéndole en importancia el bianual de secano y el de año y vez. Las proporciones más bajas correspondieron al denominado por Warman et al. (1982) como barbecho medio y al sistema de riego en terrenos aluviales. La baja proporción que este último presentó coincidió con la escasez de estas áreas en Zoyatlán, pues sólo representa poco más de 20 ha de la superficie total de la comunidad (ver Capítulo II). No obstante, la superficie con irrigación ha aumentado desde finales de 1997 por la construcción de obras hidráulicas realizadas con fondos de programas gubernamentales (Jornaleros Agrícolas y PRODERS). En la muestra analizada fue posible observar la transición de algunos terrenos que por lo general habían sido cultivados anualmente, pues dependían de la temporada de lluvias, a terrenos de irrigación (Fig. III.15a).

Con respecto a la preparación del terreno para la siembra, el uso del arado metálico y la tracción animal es utilizada por 80% de los productores (Fig. III.15b). Sin embargo, es notorio que a excepción de los terrenos aluviales, en los sistemas restantes la combinación de tipos de labranza, que implican mayor o menor remoción del suelo, en una misma parcela es un fenómeno común. También es evidente que la proporción de dicha combinación incrementó en relación directa con el

tiempo de descanso, destacando el sistema de barbecho medio porque algunas parcelas (25%) exclusivamente son trabajadas con el uso de fuerza humana y la ayuda del espeque o coa (Fig. III.15b). Este sistema se denomina localmente tlacolole, pero en el contexto agronómico se reconoce como labranza cero.

Las variaciones en la preparación del suelo para la siembra parecen estar relacionadas con criterios de eficiencia de trabajo humano, así como también con factores del medio físico. Por ejemplo, en los terrenos aluviales la pendiente es casi nula (0 a 3%) y es allí donde la tracción animal y la remoción del suelo con el arado son comunes durante los dos ciclos; además, también se debe tomar en cuenta que estos terrenos son de más fácil acceso pues se encuentran muy cercanos a los asentamientos de la población (Fig. III.7). En contraste, en los tres sistemas restantes el porcentaje de pendiente osciló de 0 a 55%. Si bien en los terrenos bajo anual de secano la pendiente más pronunciada llegó a 45%, cabe considerar que en éste y en los restantes se presentó tanto la labranza con roturación del suelo, como la labranza cero. Aunque la combinación de ambos tipos de labranza involucra un mayor esfuerzo de trabajo, su presencia denota en primer lugar que los productores identifican y manipulan las limitantes que el relieve impone para la producción al interior de sus parcelas (cuyas pendientes son variables). Además, implica que ponderan el tipo de labranza en función de las características de la capa arable del suelo, condición que refleja la percepción del riesgo de erosión del suelo y su relación con el mantenimiento de la fertilidad. Una situación adicional que fortalece este supuesto es que en los terrenos con variaciones considerables, en las áreas con pendiente de entre 45 y 55%, además de la labranza cero, los productores mantiene o promueven el desarrollo de árboles y arbustos. Además, es común que por lo menos desde hace 10 años, los terrenos con áreas que presentan inclinaciones > 55% no se utilicen para la agricultura y su uso se limite al pastoreo de ganado, fundamentalmente caprino, y la extracción de leña cuando presentan vegetación arbórea y arbustiva.

Llama la atención que en Zoyatlán la agricultura de barbecho prolongado, también conocida como extensiva, roza-tumba-quema, trashumante, o itinerante (Tabla III.5), actualmente es inexistente. Seguramente, la transición de ese sistema a aquellos de uso más intensivos del suelo se desencadenó a partir del conflicto de invasión de tierras y la acelerada deforestación que la comunidad sufrió a principios del siglo XX. Sin embargo, también habría que considerar que en la agricultura precolombina existen numerosos ejemplos que indican la diferenciación en la intensidad de uso y su relación con diferentes métodos de preparación del suelo para la siembra (Rojas, 1985). Como ya fue reseñado, 67.2% de las parcelas de Zoyatlán habían sido previamente utilizadas como barbecho, de acuerdo con el significado de este término en la región, y la preparación del suelo para la siembra se realizaba con el arado de madera y la tracción de mulas o bueyes (Fig. III.10b). Además, cabe recordar que en dos de las parcelas más antiguas (heredadas en 1947 y 1950) y que se recibieron con vegetación desarrollada, se indicó que habían sido

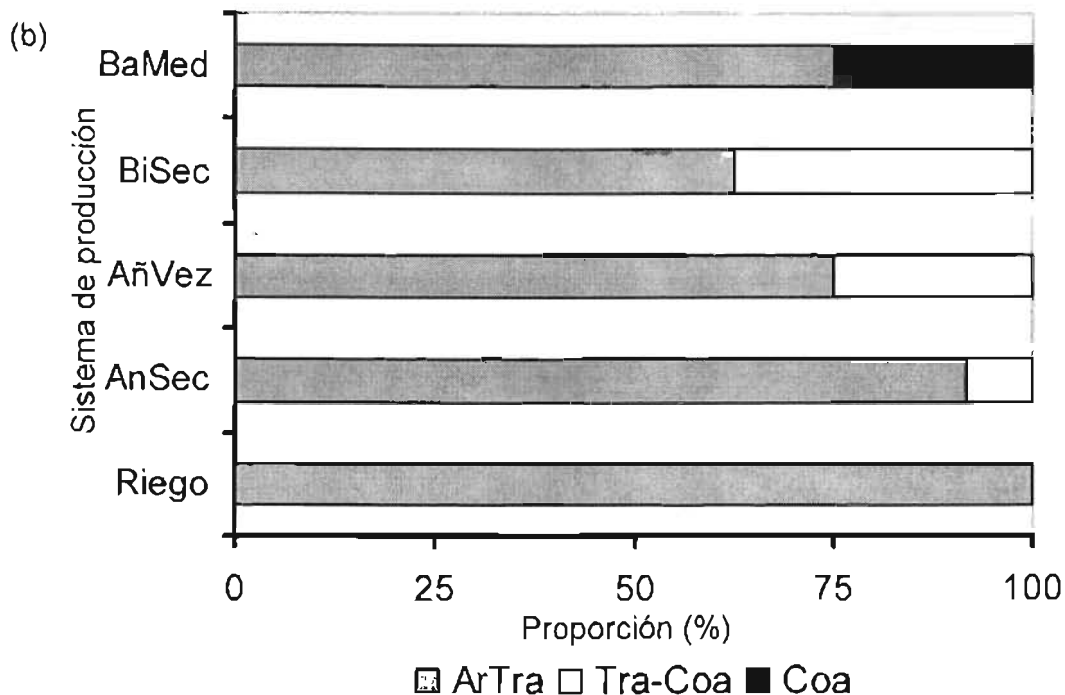
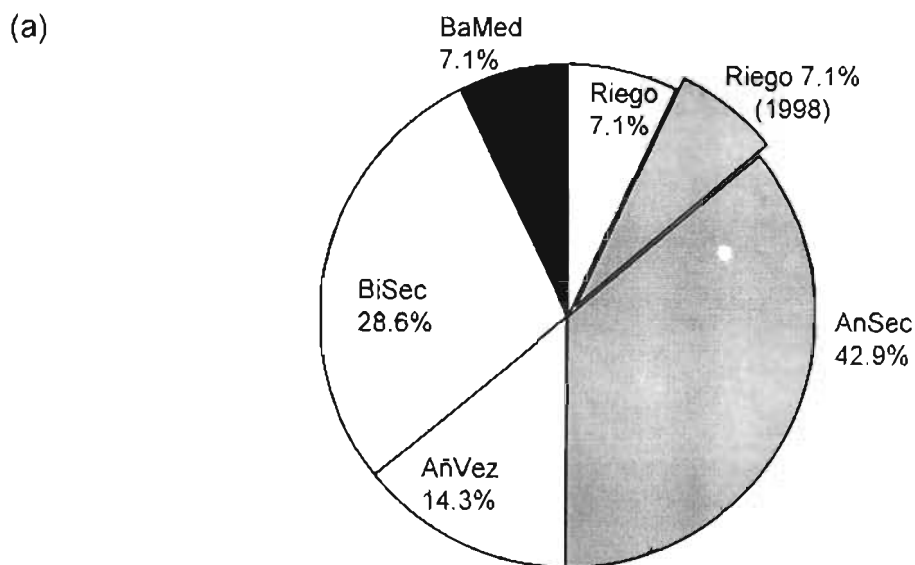


Figura III.15 Sistemas de producción agrícola y tecnología actualmente utilizada por las familias de Zoyatlán. (a) proporción por sistema: AnSec = anual de secano; AñVez = Año y vez; BiSec = bianual de secano; BaMed = barbecho medio. (b) herramientas utilizadas en la preparación del suelo: ArTra = arado de vertedera y tracción animal; Tra-Coa = combinación de tracción animal y coa (siembra manual). (c) insumos utilizados: Quim = fertilizante químico; Quim-Nat = combinación de fertilizantes químico y natural (Nat); No-Quim = uso de químicos sólo en los dos últimos ciclos de cultivo. (d) variantes de siembra. RcT = rotación de cultivo en el tiempo; RcT-E = rotación de cultivos en el tiempo y espacio de la parcela.

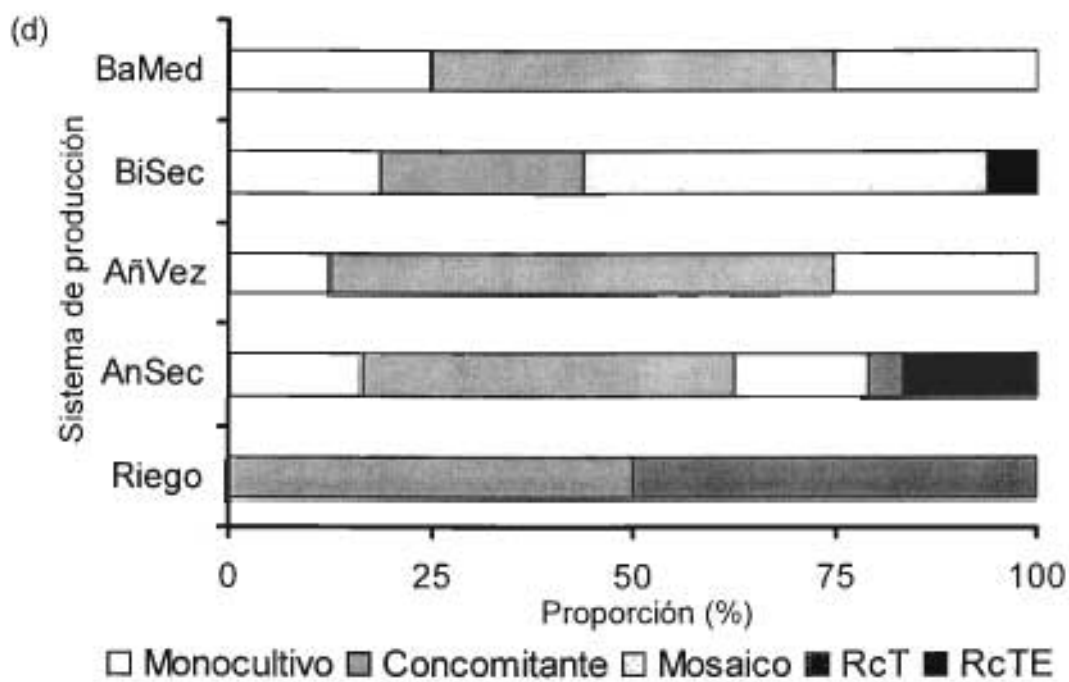
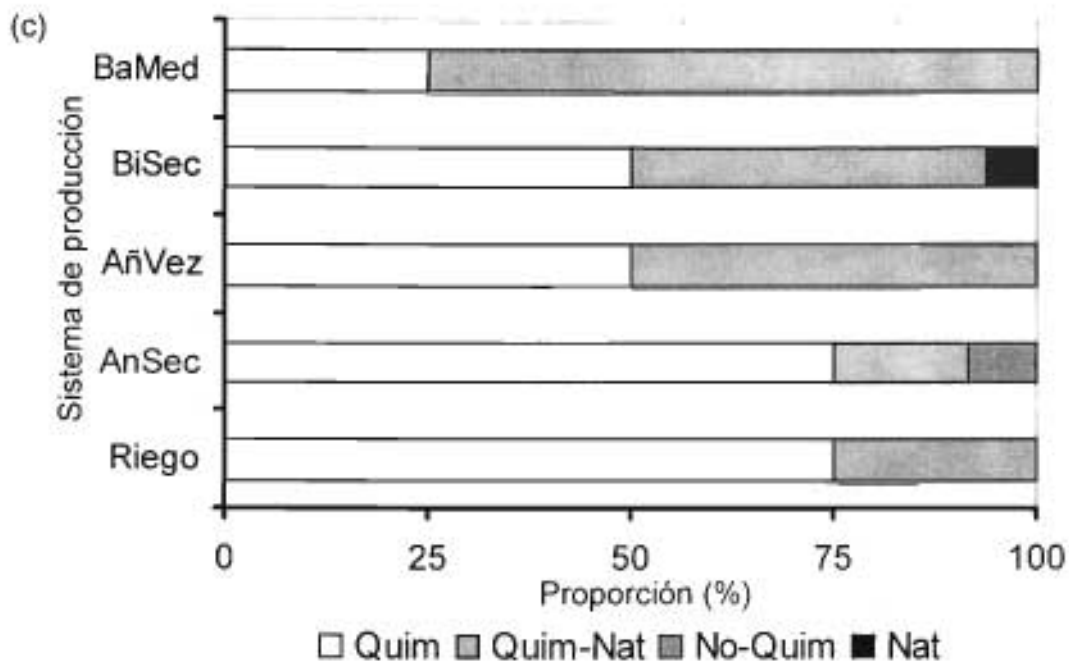


Figura III.15. Continuación

cultivadas bajo la combinación tlacolole (labranza cero) y uso de arado de madera, o sólo este último. Esto indica que los diferentes métodos de labranza han sido adaptados desde hace mucho tiempo a las condiciones particulares del relieve.

Al respecto es necesario retomar los estudios sobre agricultura precolombina realizados por Rojas (1985), quien propone que la característica medular de la agricultura extensiva era la mínima remoción del suelo (labranza cero), pues la roza y quema de la vegetación también ocurría en otros sistemas con uso del suelo más frecuente y en donde el uso de herramientas agrícolas para remover el suelo eran de uso común. También destaca que a esa distinción subyacía el conocimiento de diferentes calidades de la tierra, las cuales eran combinaciones de aspectos relacionados con la fertilidad natural del suelo, su profundidad, el relieve y la disponibilidad de agua. Por ejemplo, la agricultura extensiva específicamente era desarrollada con la coa simple, en las laderas de los cerros con suelos pedregosos y cuya fertilidad natural se abatía rápidamente, razón por la cual los descansos eran prolongados (10 a 25 años). En contraste, las áreas aluviales nunca descansaban, en tanto que las zonas con suelos profundos y suaves eran manejadas ya fuera bajo el sistema de secano intensivo o de barbecho corto en hierbazal o zacatal (Tabla III.5). Una característica importante es que todos estos sistemas hacían uso de instrumentos de labranza (e.g. coa de hoja) para remover el suelo. Esta condición explica en buena medida porqué a raíz de la conquista española, los indígenas rápidamente adoptaron el arado y otras herramientas agrícolas; inclusive se menciona que a mediados del siglo XVII esos implementos ya eran de uso generalizado en casi todo México. Sin embargo, de acuerdo con García-Barrios et al.(1991) es probable que la adopción generalizada de dichas herramientas también haya sido favorecida por la escasez de fuerza de trabajo. Como se indicó, la población indígena disminuyó drásticamente a raíz de la conquista, y no fue sino hasta finales del siglo XVIII que ésta inició su recuperación.

Las características de los sistemas precolombinos indicadas por Rojas (1985) en varios casos son similares a los que actualmente se practican en Zoyatlán. Por esta razón, sería aventurado aseverar que estos sistemas han variado sustancialmente durante el siglo XX. Los estudios realizados para evaluar los cambios en la producción de maíz a raíz de la revolución tecnológica de México (revolución verde), cuyo periodo de evaluación abarcó de 1960 a 1980, indicaron que en esencia la mayoría de los sistemas variaron poco (Warman et al., 1982). Esto es así porque que la transición radical a uno de uso más intensivo requería la interacción positiva de varios factores, entre los que destacan el medio físico (suelo, clima y pendiente del terreno), el económico (nivel de capitalización de la unidad y tipo de actividades), y el social (presión de la población sobre la tierra). Por ejemplo, los cambios drásticos ocurrieron en los sistemas de riego y en los de barbecho prolongado. En los primeros, la sustitución de cultivos fue común, aunque también la ampliación de la superficie irrigada propició que en algunas áreas del país el sistemas de anual de secano sostuviera dos cultivo anuales (Montañez y Warman, 1985). En los sistemas de barbecho largo que transitaron a los de barbecho medio o corto, el cambio se debió tanto al crecimiento de la población, como a la sustracción de terrenos para dedicarla a otros cultivos. Cualquiera de estos

factores, o su interacción, propició la disminución de la superficie que estos sistemas requieren para mantener su dinámica, pues la producción agrícola se fundamenta en la recuperación de la fertilidad natural del suelo (Warman et al., 1982). En la mayoría de los casos este proceso se substituyó con el uso de fertilizantes, en mayor o menor medida. Sin embargo, el uso del arado, de semilla mejorada y de herbicidas, por lo general no fue adoptado en su conjunto, ya fuera por las características del suelo y la pendiente, por los hábitos alimenticios de la familia, o por sus condiciones económicas, ya que cualquiera de estas técnicas implicaba la erogación de recursos económicos. En México los sistemas intensivos de temporal (anual de secano y barbecho corto) son dominantes desde hace mucho tiempo. A raíz del cambio tecnológico estos sistemas casi no presentaron modificaciones en la intensidad de uso del suelo. La incorporación de la tecnología agrícola básicamente consistió en la sustitución del arado de madera por el de hierro, el uso de fertilizantes y la adopción de semilla mejorada, aunque dependiendo de las características económicas de las familias y características del suelo, se adoptaron una o varias recomendaciones. A pesar de ello, el mantenimiento de la productividad agrícola generalmente implicó un gasto extra para la unidad de producción. Por una parte, el uso de fertilizantes fue obligado, no sólo por el tipo de semilla sino también porque el arado metálico remueve más la tierra que el de madera, lo que favorece un aumento en la densidad de siembra; por la otra, porque la tendencia al monocultivo de maíz agotó más rápido el suelo, lo que implicó mayor demanda de fertilizantes (Warman et al., 1982; Montañez y Warman, 1985).

Estos argumentos permiten sugerir que el sistema agrícola de tlacolole fue alguna variante de agricultura extensiva. Aunque el abandono de este sistema en Zoyatlán pudo ser propiciado por su aplicación indiscriminada durante la invasión de tierras ocurrida entre 1920 y 1930, seguramente su desaparición se consolidó por el acelerado crecimiento poblacional ocurrido en la comunidad a partir de 1940 (Fig. III.8). Actualmente en Zoyatlán el tlacolole casi siempre se refiere a la siembra con coa (labranza cero); como se indicó, su aplicación se presenta desde el sistema anual de secano, hasta aquellos que cuentan con seis años de descanso (Fig. III.15b). Es probable que en las parcelas que fueron recibidas con vegetación desarrollada y que fueron trabajadas exclusivamente como tlacolole (Figs. III.10 y III.11), se combinaron tanto las características del relieve, como los medios de producción con que contaban las UF para usufructuar la tierra; esto último se debe a que el uso de la tracción animal y el arado de madera implicaba, y aún en la actualidad, una erogación monetaria. En cuanto al relieve, para la región de estudio se ha documentado que las áreas con predominancia de climas cálidos y semicálidos, la transición de tlacolole a otro sistema de uso más intensivo se practica en aquellas áreas con suelos poco pedregosos y donde la pendiente es $< 20^\circ$ (Obregón, 1989). Estos hallazgos coinciden con lo obtenido en Zoyatlán; por ejemplo, en la muestra trabajada cuatro UF reportaron que parte de los terrenos que actualmente poseen ("las partes empinadas, con mucha piedra y poco suelo") eran rentados por los dueños anteriores para su cultivo como tlacolole. Actualmente los productores han

rediseñado y diversificado la ocupación espacial de esos terrenos. Combinan el despiembre y terraceo en las áreas con "tierra buena", además de utilizar tipos de labranza diferenciada en función de la pendiente. En las porciones con "poca tierra y muy empinadas" se ha permitido la regeneración de la vegetación y son ocupadas para el pastoreo de ganado y la extracción de leña, cuando las condiciones lo permiten.

Con respecto a los sistemas agrícolas de uso más intensivo, es probable que las áreas donde se practican los sistemas anual de secano, año y vez y bianual de secano siempre hayan presentado esa intensidad de uso. Quizá la transición más pronunciada entre esos sistemas se presentó de bianual de secano a anual de secano, debido al uso de fertilizantes. Sin embargo, de acuerdo con las encuestas el paquete tecnológico promovido por las instituciones gubernamentales es de uso relativamente reciente en la comunidad. Aunque la revolución verde inició y se concretó entre 1940 y 1950, no fue sino hasta 1960 que su expansión tuvo lugar en México y otros países de América Latina y África (Hewitt, 1978; Reyes-Castañeda, 1981; Rello, 1986; Warman et al., 1982; Soto et al., 1992). En la región La Montaña la promoción de este paquete inició con los programas gubernamentales de la Comisión del Río Balsas y COPLAMAR, durante el periodo de 1970 a 1982. Sin embargo, su aplicación inicial se canalizó hacia las zonas conflictivas con efervescencia política, así como también en aquellas zonas con potencial de irrigación (Cervantes et al., 1996). En Zoyatlán el primer registro de alguna de esas recomendaciones se presentó en 1973, con la introducción del arado metálico. Sin embargo, la sustitución del arado de madera fue paulatino. De acuerdo con las encuestas, hacia 1986 algunos productores todavía utilizaban esta herramienta de trabajo para labrar la tierra. El uso de fertilizantes y semilla mejorada inició a finales de la década de 1970; los primeros registros de estos insumos se reportaron para los terrenos de riego hacia 1978, aunque nuevamente su adopción fue desigual en el tiempo de la unidad de producción y en el espacio físico de la comunidad. En 1998 todos los sistemas de producción agrícola de la comunidad hacían uso de fertilizantes químicos (Fig. III.15c); sin embargo, solamente en aquellos con uso intensivo predominó este insumo. En los sistemas restantes, conforme incrementó el tiempo de descanso la combinación fertilizante químico y de origen natural, aplicados entre ciclos de cultivo, fue realizado por lo menos en 50% de las parcelas. Incluso destaca que en 1998 una proporción de los productores, si bien pequeña, indicó el uso exclusivo de fertilizante natural (Fig. III.15c).

Las diferencias en el manejo de los insumos externos para la producción pudieron estar relacionados con las características económicas de las familias. En algunos casos, la migración itinerante realizada por los jefes de familia fue más notoria a raíz del periodo de cambio tecnológico, esto a pesar de que las familias hubieran heredado o comprado sus parcelas en fechas anteriores a dicho periodo (Tabla III.4). Actualmente estas diferencias parecen estar relacionadas más bien tanto con el conocimiento empírico de la fertilidad inherente a los diferentes tipos de suelo y la importancia de su mantenimiento para la producción, como con la eficiencia del esfuerzo de trabajo. Esto se debe a que el uso de insumos químicos actualmente está subsidiado

con los recurso de la migración temporal que realizan los descendientes de las UF. Es probable que la racionalidad de este manejo del suelo sea un reflejo del conocimiento ancestral con respecto a las limitantes para la producción. Algunos estudios sobre agricultura prehispánica (Rojas 1985; Williams, 1985) han demostrado que los indígenas utilizaban diversas estrategias, entre ellas el uso de abonos orgánicos, para mantener o incrementar la fertilidad de los suelos; en Zoyatlán actualmente utilizan excretas de distintos animales (vacas, chivos, murciélagos y hormigas) y en ocasiones aplican "tierra negra".

Otro aspecto que también parece estar relacionado con la identificación y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, se refiere a los sistemas de siembra y de ocupación espacial de la parcela. Como se muestra en la Figura III.14 en todos los sistemas de producción agrícola se presentan particularidades, independientemente del tiempo de descanso y herramientas empleadas en la preparación de los terrenos para la siembra. Un hecho importante es que a pesar de la insistente promoción del monocultivo de maíz, derivada del paquete tecnológico institucional, la adopción de esa recomendación fue escasa en Zoyatlán. En 1998 la siembra de maíz en monocultivo solamente ocupó entre 12.5% y 25% en los diferentes sistemas (Fig. III.15d). Incluso parece haber una relación entre la expansión del periodo de descanso de la tierra y la preferencia al monocultivo, pues la mayor proporción de éste se presentó en las parcelas que cuentan con descanso ≥ 3 años. Esta proporción contrasta con la ocupada por la siembra de cultivos en asociación, misma que en el menor de los casos representó 50%. Dos de las tres variantes registradas para la agricultura precolombina (concomitante, mosaico e imbricada; Rojas, 1985) aún se practican en Zoyatlán. La siembra concomitante o simultánea se refiere a la asociación maíz-frijol "enredadera"-calabaza "champona", o maíz-frijol "enredadera". Su presencia fue evidente en todos los sistemas de producción; la menor proporción (25%) se registró en el bianual de secano y la mayor (62.5%) en el sistema de año y vez (Fig. III.15d). La asociación en mosaico se refiere a la distribución diferencial de los cultivos en el espacio de la parcela. En Zoyatlán, durante el mismo ciclo de cultivo se siembra una porción de la parcela con maíz, y la otra con frijol de "mata". Aunque esta asociación se practica casi en todos los sistemas, salvo el sistema de riego, casi siempre su proporción fue menor a la práctica de la siembra concomitante. La excepción a esta tendencia se presentó para el bianual de secano, único caso en que la siembra en mosaico alcanzó 50% (Fig. III.15d). Probablemente, las variaciones que este sistema presentó en la continuidad de los ciclos de cultivo (Fig. III.14) estén relacionadas con la preferencia de esta asociación, pues comúnmente los espacios con cada cultivo son rotados entre cada ciclo.

Otra estrategia realizada por los productores de Zoyatlán es la rotación de cultivos. Fueron detectadas dos variantes: rotación de cultivos en el tiempo y rotación de cultivos en el tiempo y el espacio. Aunque éstas se practicaron en muy bajas proporciones, destaca que casi siempre se presentaron en los sistemas intensivos (Fig. III.15d). La primera variante se refiere a la siembra sucesiva de cultivos distintos en el mismo espacio de la parcela. En el sistema de riego, cuya

característica es la ejecución de dos ciclos de cultivo por año, durante la temporada de lluvias se siembra maíz o maíz-frijol enredadera; posteriormente en el segundo ciclo, con la ayuda de los afluentes del río se realiza la siembra de frijol de "mata", chile, cebolla, calabaza verdura, jicama, cacahuate y en ocasiones flor de zempoalxochitl y rabanitos. Normalmente la producción agrícola del primer ciclo se destina en su totalidad para el autoconsumo, mientras que la obtenida del segundo ciclo se utiliza tanto para el consumo de la familia como para la venta. Cabe señalar que éste es el único sistema de producción en el que se ha integrado el paquete tecnológico casi en su totalidad. En él predomina el uso de fertilizantes químicos, sólo se utiliza semilla de maíz "híbrido" y es común el uso de insecticidas.

En el sistema anual de secano se presentaron las dos variantes de rotación de cultivos y es practicada en poco más de 20% de las parcelas. La proporción más baja correspondió a la rotación temporal, ya que sólo representó 4.1% (Fig. III.15d). En este caso la siembra sucesiva de cultivos es anual y se realiza entre la asociación maíz-frijol-calabaza o maíz-frijol, y la siembra de cacahuate. Cabe señalar que cuando se practica esta última, en la preparación del suelo sólo se utiliza el arado para "rayar la tierra" (labranza mínima) y no se hace uso de ningún otro insumo agrícola. La rotación de cultivos en el tiempo y el espacio es similar a la anterior en cuanto a la sucesión anual de cultivos, pero su diferencia radica en que cada ciclo los cultivos se invierten en el espacio de la parcela. Así, se puede encontrar la siembra de maíz en monocultivo o asociado con frijol enredadera o calabaza champona, seguido de la siembra de frijol de mata. La práctica de esta variante fue la mejor representada en el sistema anual de secano (16.7%), aunque también se practica en algunas parcelas (6.2%) que se manejan bajo el bianual de secano (Fig. III.15d).

De acuerdo con Rojas (1985), las estrategias utilizadas en Zoyatlán y muchas otras variantes eran utilizadas cotidianamente por los indígenas antes de la conquista española. Su práctica estaba permeada por factores relacionados con el conocimiento de las características de fertilidad inherente a distintos tipos de suelo, con la eficiencia de la fuerza de trabajo durante el proceso de producción, así como también la disminución de riesgos por las eventualidades climáticas. Esto último quizá sea una de las explicaciones al hecho común en la diferenciación de intensidad de uso de las parcelas que cada UF posee (Fig. III.16a), distinción que fue más pronunciada en las familias de la comunidad que poseen al menos una parcela que se usa de forma intensiva. Este fenómeno es común en los productores minifundistas del trópico mexicano (Montañez y Warman, 1985; Warman, 2001). Se ha sugerido que este patrón de fragmentación de la tierra no sólo responde a una necesidad de evitar el riesgo de perder la producción por alguna eventualidad climática, sino también a un sentido de equidad con respecto a las diferentes calidades de tierra (Bellon, 1996).

La permanencia de esta variedad de estrategias en la comunidad indica que los productores advierten la importancia de mantener o recuperar las características de fertilidad de la capa arable del suelo, así como los impactos negativos que puede acarrear la pérdida de suelo sobre la producción del cultivo. El reconocimiento de las limitantes y riesgos que impone el medio para la

producción llega a tal nivel, que actualmente 50% de las UF estudiadas aún conservan variedades "criollas" de maíz, las cuales son utilizadas cuando las condiciones climáticas no son adecuadas, o que sólo se siembran en cierto tipo de tierras. El bagaje cultural que aún poseen los campesinos de Zoyatlán sobre las potencialidades y limitantes de sus suelos, se encuentra plasmado en una clasificación de suelos propia, en la que se distinguen siete diferentes tipos: Tlalcapochtlic, Tlattezoquitl, Texallí, Tlalchichiltic, Xalli, Tlalnextli o Tlaliztac y Tepetatl. Estos suelos difieren entre sí en sus características morfogenéticas, además de sus propiedades físicas y químicas. La combinación de estos elementos permite distinguir la existencia de diferentes clases de suelo (Ver Capítulo IV). A su vez, estas clases parecen ser los ejes que dirigen no solamente la decisión de usar o no agrícolamente ciertas áreas (Fig.III.16b), sino también la intensidad de uso agrícola del suelo (Fig.III.16c). Además, las variantes en los tipos de labranza y de siembra se plasman diferencialmente en estas clases como respuesta a las condiciones particulares del relieve y tipos de suelo indígena (Fig. III.16d).

La aplicación diferencial de estrategias en el contexto temporal y espacial de los terrenos refleja una racionalidad económica y ambiental que difiere de las políticas agrícolas de las instituciones gubernamentales. Por ello, las recomendaciones emanadas de esas políticas han sido adoptadas parcialmente o adaptadas a las condiciones particulares del contexto ambiental y sociocultural de la comunidad.

Finalmente, se debe considerar que esa racionalidad es lo que ha permitido no solamente el uso agrícola ancestral de estos suelos, sino también ha causado que las tierras menos aptas para la agricultura representen los parches de vegetación que actualmente ocupan más del 50% de la superficie total de la comunidad. Los diferentes estados sucesionales de la vegetación que existen hoy en día, son el resultado tanto de eventos catastróficos (invasión de tierras), como de los cambios económicos y tecnológico; además de la certeza en la tenencia de la tierra. Su interacción, positiva o negativa ha propiciado el manejo diferencial de los recursos ambientales y humanos existentes en Zoyatlán. Sin embargo, el envejecimiento de las unidades familiares y la migración a Estados Unidos que cada vez es más frecuente en los jóvenes de la comunidad deja abiertos dos cuestionamientos: (1) ¿por cuánto tiempo más se mantendrá esta racionalidad? y (2) ¿quiénes serán los actores que desarrollarán las estrategias de restauración?

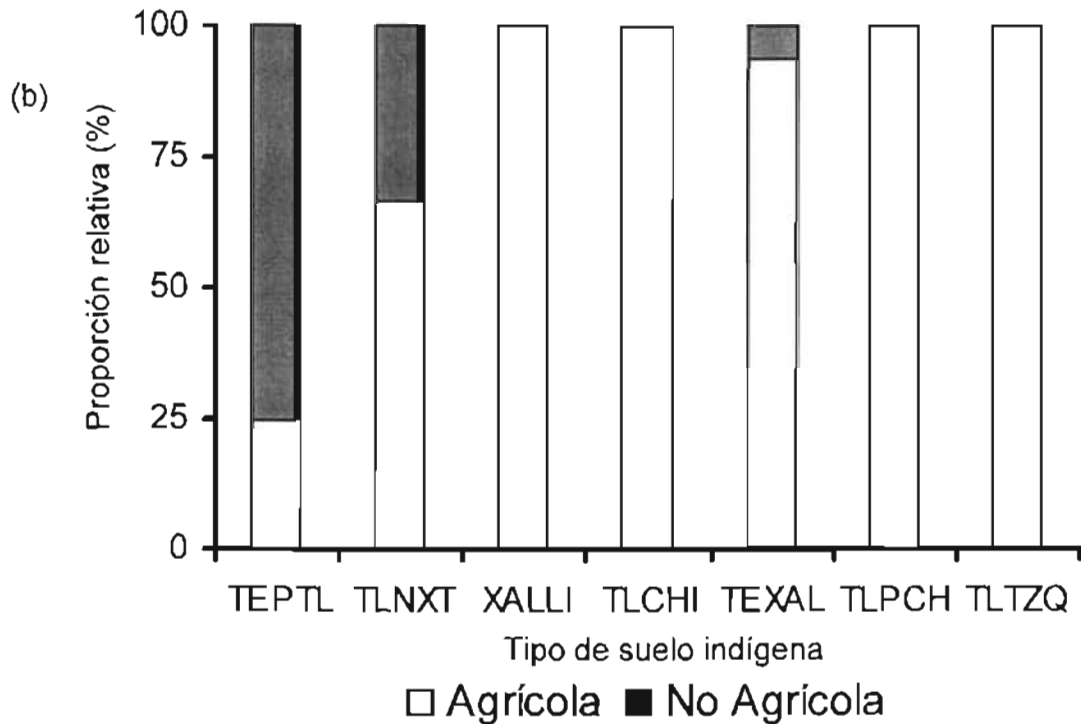
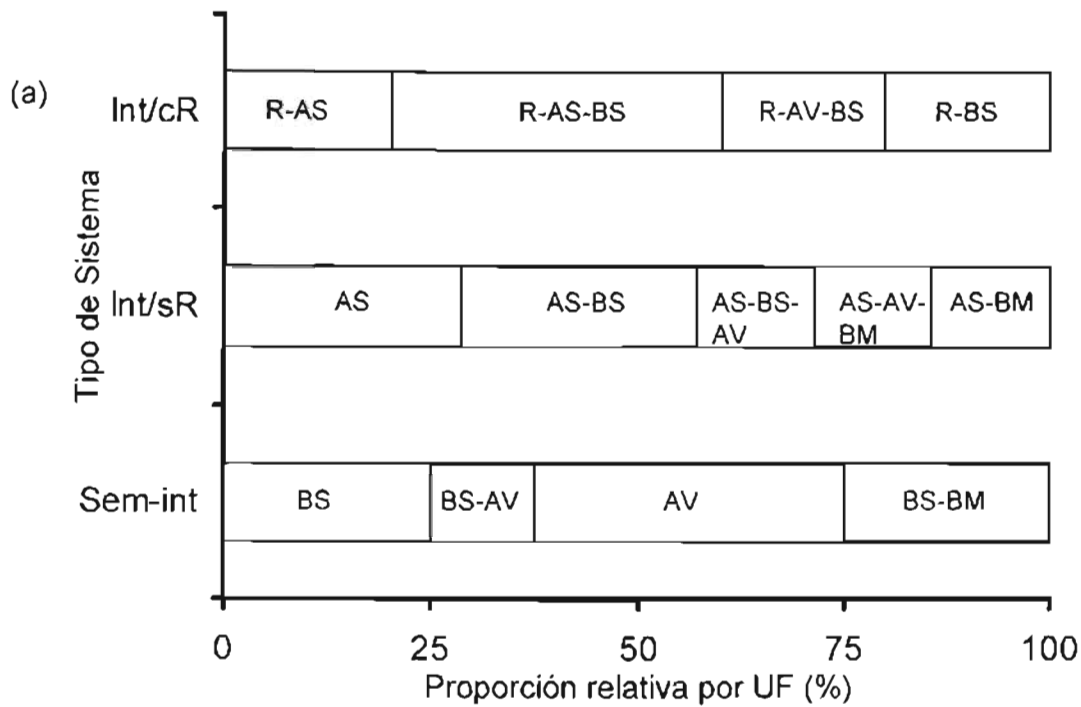


Figura III.16. Estrategias agrícolas utilizadas por los campesinos de Zoyatlán. (a) combinaciones de la intensidad de uso del suelo entre las parcelas que poseen las unidades familiares: Int = intensivo; Sem-int = semi-intensivo; R = riego; AS = anual de secano; AV = año y vez; BS = bianual de secano; BM = barbecho medio. (b) preferencias de uso en función del tipo de suelo indígena: TEPTL = Tepetatli; TLNXT = Tlanextli; TLCHI = Tlalchichiltic; TEXAL = Texalli; TLPCH = Tlalcapochtlic; TLTZQ = Tlaltezoquit. (c) variaciones en la intensidad de uso agrícola en función de la clase de suelo. (d) preferencias en la preparación del suelo: T = tracción animal; TM: combinación de tracción animal y siembra manual; M = siembra manual, y tipos de siembra de acuerdo con el tipo de suelo: Mon = monocultivo de maíz; Con = asociación de cultivos concomitante; Mos = asociación en mosaico; RoT = rotación de cultivos en el tiempo; RoTE = rotación de cultivos en el tiempo y espacio.

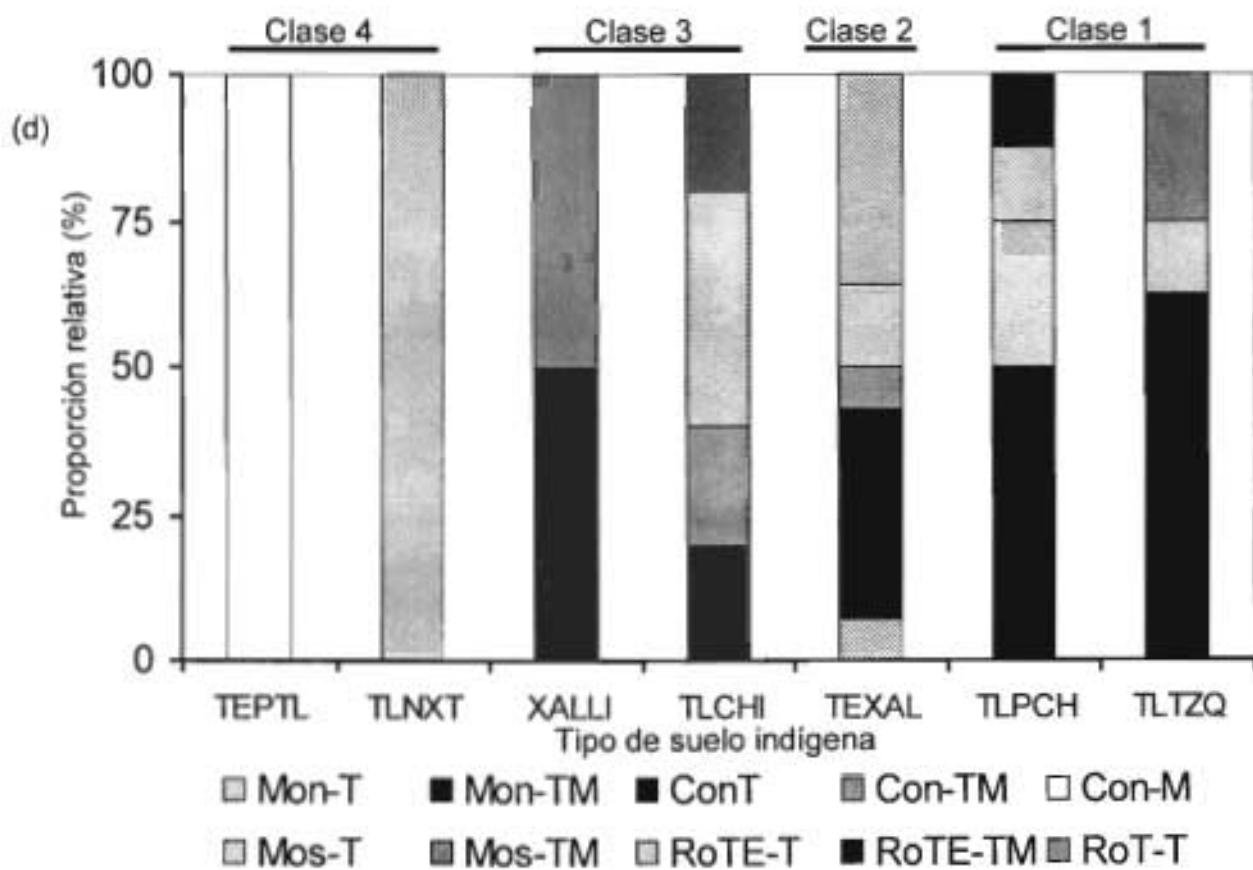
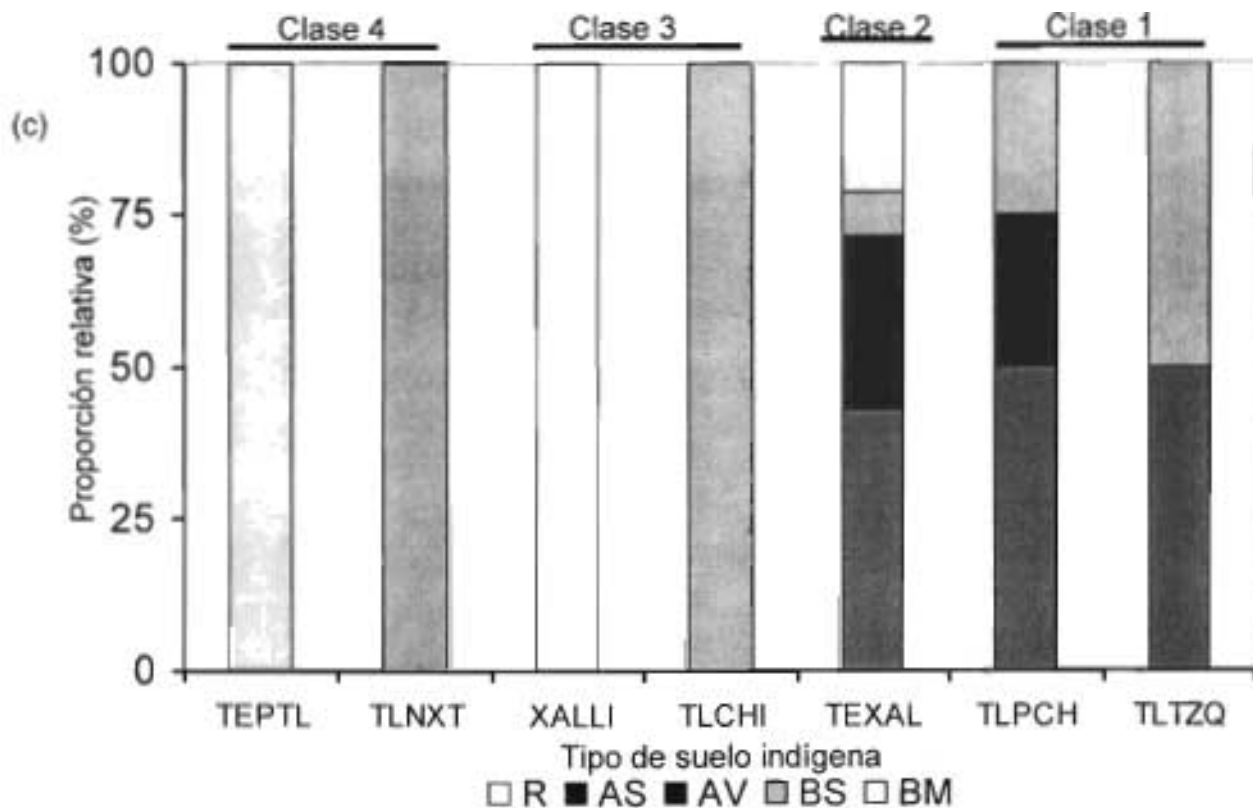


Figura III.16. Continuación

REFERENCIAS

- Archivo Mayordomías. 1739. Relación de Actas Históricas (1739 – 1821) de la Comunidad de San Nicolás Zoyatlán. Estado de Guerrero, México.
- AGN. 1761. Indios. Vol. 61, Foja 173. Archivo General de la Nación. México, D.F.
- AGN. 1767. Indios. Vol. 61, Foja 174. Archivo General de la Nación. México, D.F.
- AGN. 1791 - 1992. Padrones. Vol. 21, Foja 66-67. Archivo General de la Nación. México, D.F.
- Arizpe, L. 1980. La Migración por Relevos y la Reproducción Social del Campesinado. Cuadernos del CES 28. El Colegio de México. México, D.F.
- Bellon, M. R. 1996. Landholding fragmentation: are folk soil taxonomy and equity important?. A case study from Mexico. *Human Ecology*, 2: 373-393.
- Boserup, E. 1967. Las Condiciones del Desarrollo en la Agricultura. Tecnos. Madrid.
- Brown, S. y A. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*. 6: 1-32.
- Canabal, B. 2001. Los Caminos de la Montaña. Formas de Reproducción Social en la Montaña de Guerrero. UAM –Xochimilco/ CIESAS/ Miguel Angel Porrúa. México, D.F.
- Castaingts, T.J. 1992. Prólogo. 7-14 pp. En: Crisis Agrícola y Economía Campesina. El Caso de los Productores de Henequén en Yucatán. Miguel Angel Porrúa/ UAM – Iztapalapa. México, D.F.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996. La problemática socioambiental e institucional de la reforestación en la región de la Montaña, Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 59: 67-80.
- Chayanov, A.V. 1985. La Organización de la Unidad Económica Campesina. Nueva Visión SAIC. Buenos Aires.
- Cousins, S. y O. Eriksson. 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology*, 17: 517-529.
- de Teresa, A. 1992. Crisis Agrícola y Economía Campesina. El Caso de los Productores de Henequén en Yucatán. Miguel Angel Porrúa/ UAM – Iztapalapa. México, D.F.
- de Teresa, A. 1994a. Radiografía del minifundismo: población y trabajo en los Valles Centrales de Oaxaca. 153-179. En: A. De Teresa (Coord). Tomo II: La Nueva Relación Campo Ciudad y la Pobreza Rural. " La Sociedad Rural Mexicana Frente al Nuevo Milenio". INAH/ UNAM/ UAM – Azcapotzalco/ Plaza Valdéz Editores. México, D.F.
- de Teresa, A. 1994b. Procesos de diferenciación socioeconómica en la comunidad agraria. *Alteridades*, 8: 77-82.
- de Teresa, A. 1999. ¿Es el desarrollo sustentable una alternativa para las zonas de agricultura marginal? 1-29 pp. En: Políticas de Ajuste Estructural en el Campo Mexicano. UNAM / UAM. México, D.F.

- de Teresa, A. y G. Hernández. 2000. Los Vaivenes de la Selva. El Proceso de Reconstitución del Territorio Zoque de los Chimalapas. SEP-CONACYT/ UAM – Iztapalapa/ SEMARNAP. México, D.F.
- Dehouve, D. 1976. El Tequio de los Santos y la Competencia entre los Mercaderes. INI/ CONACULTA. México, D.F.
- Dehouve, D. 1991. La separación de los pueblos en la región de Tlapa (siglo XVIII). 99 -125 pp. En: M.B. García (coomp.). Los Pueblos de Indios y las Comunidades de México. COLMEX/ Centro de Estudios Históricos. México, D.F.
- Dehouve, D. 1994. Historia de los Pueblos Indígenas de México. Entre el Caimán y el Jaguar. Los Pueblos Indios de Guerrero. CIESAS/ INI. México, D.F.
- Dehouve, D. 1995. Hacia una Historia del Espacio en La Montaña de Guerrero. Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos/ CIESAS. México, D.F.
- Dehouve, D. 2001. Ensayo de Geopolítica Indígena. Los municipios Tlapanecos. CIESAS/ Miguel Ángel Porrúa. México, D.F.
- Dobson, A.P., A.D. Bradshaw y A.J.M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science*, 277: 515-522.
- García-Barrios, R., L. García-Barrios, E. Álvarez-Buylla. Lagunas. Deterioro Ambiental y Tecnológico en el Campo Semiproletarizado. COLMEX. México, D.F.
- Giménez, G. 1996. Territorio y cultura. *Culturas Contemporaneas, Época II*. Vol.II: 9-30.
- Graae, B.J., P.B. Sunde y B. Fritzbogger. 2003. Vegetation and soil difference in ancient opposed to new forests. *Forest Ecology and Management*, 177: 179-190.
- Hewitt, C. 1978. La Modernización de la Agricultura Mexicana, 1940 - 1970. Siglo XXI Editores. México, D.F.
- Hoobs, R.J. y J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9: 239-246.
- Hoobs, R.J. y D. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-10.
- Hoonay, O., M. Hermy y P. Coopin. 1999. Impact of habitat quality on forest plant species colonization. *Forest Ecology and Management*, 115: 157-170.
- INEGI. 1985. Estadísticas Históricas de México. Tomo I. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes.
- INEGI. 1992. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes.
- INEGI. 1998. Guerrero. Tabulados Básicos Ejidales por Municipio. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos, PROCEDE 1992 – 1997. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes.
- Jiménez, B.M. y S. Villela. 1998. Historia y Cultura tras el Glifo: Los Códices de Guerrero. INAH. México, D.F.

- Jordan III, W.R. 1994. Sunflower forest: ecological restoration as the basis for a new environmental paradigm. pp.17-34. En: Dwight B., A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation: Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Libro de Cofradías 1884 – 1892. Parroquia de Xalpatlahuac, estado de Guerrero. México.
- Libros I, II y III de Actas de Defunción 1817 – 1832. Parroquia de Xalpatlahuac, estado de Guerrero. México.
- Lugo, E. 1997. The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. *Forest Ecology and Management*, 99: 9-19.
- Lugo, E. 1999. Will concern for biodiversity spell doom to tropical forest management? *The Science of the Total Environment*, 240: 123-131.
- Montañez, C. y A. Warman. 1985. *Los Productores de Maíz en México: Restricciones y Alternativas*. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F.
- Morris, J., D.G.J. Gowing, J. Mills y J.A.L. Dunderdale. 2000. Reconciling agricultural economics and environmental objectives: the case of recreating wetland in the Fenland area of eastern England. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 245-247.
- Muñoz, M. 1963. Mixteca Nahua – Tlapaneca. *Memorias del Instituto Nacional Indigenista*. VOL. IX. INI. México, D.F.
- Murphy, P. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-88.
- NHI. 1997. *Environmental Degradation and Migration. The U.S./Mexico Case Study*. Natural Heritage Institute. San Francisco.
- Obregón, R. 1989. *Contribución al Estudio del Sistema de Producción Agrícola "Tlacolole" en el Municipio de Alcozauca, Gro.* Tesis profesional (Ing. Agrónomo en Fitotecnia). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Oliver, L.G. y P. Anderson. 1998. *Habitat Creation and Repair*. Oxford University Press, Nueva York.
- Poudevigne, I. y J. Baudry. 2003. The implication of past and present landscape patterns for biodiversity research: introduction and overview. *Landscape Ecology*, 18: 223-225.
- Pywell, R. y P. Putwain. 1996. Restoration and conservation gain. pp: 203 – 221. En: I.F. Spellerberg (Ed.). *Conservation Biology*. Longman – Harlow. Singapur.
- Ramírez-Mocarro, M. A. 1996. *Empobrecimiento Rural y Medio Ambiente en la Montaña de Guerrero*. Procuraduría Agraria – Juan Pablo Editores. México, D.F.
- Rello, F. 1986. *El Campo en la Encrucijada Nacional*. Foro 2000, SEP. México, D.F.
- Reyes-Castañeda, P. 1981. *Historia de la Agricultura*. Información y Síntesis. A.G.T. Editor. México, D.F.
- Rojas, T. 1985. La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. Pp: 129-231. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). *Tomo I: Historia de la agricultura Época prehispánica – siglo XVI*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.

- SARH-CEPAL. 1990. Marco conceptual de proyecto: tipología de productores del agro nacional. Documento Mecanografiado, mayo de 1990. México D.F.
- Shanin, T. 1983. La Clase Incómoda. Sociología Política del Campesinado en una Sociedad en Desarrollo (Rusia 1910 – 1925). Alianza Editorial. Madrid.
- Soto, C., L. Fuentes y A. Coll-Hurtado. 1992. Geografía Agraria de México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- SRA. 1989. Coordinación Nacional Operativa de Catastro Rural y Regularización de la Tenencia de la Tierra. Secretaría de la Reforma Agraria, Delegación Agraria del Estado de Guerrero. Chilpancingo.
- Vega, C. 1991. Códice Azoyú 1. El Reyno de Tlalchinollan. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Warman, A. 2001. El Campo Mexicano en el Siglo XX. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Warman, A. 2003. Los Indios Mexicanos en el Umbral del Milenio. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Warman, A., C. Montañez, E. Camou, J.L. Andrade, E. Peña, R. Arias, E. Velázquez y S. Chávez. 1982. El Cultivo del Maíz en México: Diversidad, Limitaciones y Alternativas. Seis Estudios de Caso. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F.
- Williams, B.J. 1985. Clasificación nahua de los suelos. Pp: 233-236. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). Tomo I: Historia de la agricultura Época prehispánica – siglo XVI. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.

ANEXO III.1

FORMATO DE LA ENCUESTA GENEALÓGICA MODIFICADA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS - FMCN (Proyecto B2-157)

ENCUESTA GENEALOGICA SAN NICOLAS ZOYATLAN, XAL., GUERRERO 1998

IDENTIFICACION

MUNICIPIO: XALPATLAHUAC	clave: <input type="text"/>	Número de cuestionario	<input type="text"/>	JEFE DE FAMILIA	
COMUNIDAD: San Nicolás Zoyatlán	clave: <input type="text"/>	Número de casa	<input type="text"/>	Nombre	Ap. Paterno
FECHA: <u>98</u>	ENCUESTADOR:	Sitio(s) de muestreo	<input type="text"/>	Ap. Materno	Número de Unidad <input type="text"/>
<small>DIA MES AÑO</small>	<small>NOMBRE Y APELLIDO</small>				

I. ORIGEN Y TIPO DE VIVIENDA.

<p>1. ¿Ustedes nacieron en la comunidad?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Ego</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Esposa</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Ambos</p> <p align="right">(pase a la 2)</p>	<p>2. ¿Cuántos años tienen viviendo en la comunidad? Años <input type="text"/></p> <p align="right"><small>Número</small></p> <p>3. ¿De qué comunidad son originarios? <input type="text"/> Clave: <input type="text"/></p> <p>Mpio.: <input type="text"/> Clave: <input type="text"/> Edo.: <input type="text"/> Clave: <input type="text"/></p>
---	---

<p>4. ¿Cuántos años tienen de vivir en esta casa? <input type="text"/></p> <p>5. ¿Esta casa es propia? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>6. ¿Cómo la adquirió? <input type="checkbox"/></p> <p>1. Compra 2. Herencia 3. Prestada 4. Rentada 5. Otro (especif.)</p>	<p>7. ¿Cuántas familias viven aquí? <input type="text"/></p> <p>8. ¿En qué año se casaron? 19<input type="text"/></p>
---	---

<p>Distribución espacial de la unidad en el solar (elaborar croquis)</p>	<p>TIPO DE VIVIENDA:</p> <p>9. ¿Qué tipo de vivienda es?</p> <p><input type="checkbox"/> CASA SOLA</p> <p><input type="checkbox"/> CASA SOLAR (gastos aparte)</p> <p><input type="checkbox"/> SOLAR MÁS COCINA</p> <p><input type="checkbox"/> CASA MULTIFAMILIAR (Sólo casa)</p> <p><input type="checkbox"/> OTRA (especif.) <input type="text"/></p>
--	---

<p>10. ¿Qué materiales predominan en la vivienda? (Indíquelos).</p>					
1. Techo <input type="checkbox"/>	2. Paredes <input type="checkbox"/>	3. Piso <input type="checkbox"/>			
1. Lámina	1. Ladrillo	1. Tierra			
2. Teja	2. Block	2. Cemento			
3. Losa	3. Adobe	3. Otro (especif.) <input type="text"/>			
4. Otro (especif.) <input type="text"/>	4. Otro (especif.) <input type="text"/>				

REFERENCIA GENEALOGICA (hasta la cuarta generación)

(Dibuje la referencia genealógica del miembro correspondiente considerando Padres, Hermanos, Hijos. Anote el nombre de cada individuo y encierre en un círculo a todos los miembros que viven bajo el mismo techo que EGO (Jefe de familia) y comparten gastos –especialmente para comer; considere también a los migrantes temporales).

II. TIPO DE FAMILIA

<p>11. ¿QUÉ TIPO DE FAMILIA ES?:</p> <p>(Marque con una X la opción correspondiente)</p>	<p style="text-align: center;">FAMILIA RESTRINGIDA</p> <p>Clave Tipo de familia</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Nuclear</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Poligámica</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Otro _____</p> <p style="text-align: center;">Especifique</p>	<p style="text-align: center;">FAMILIA EXTENSA</p> <p>Clave Tipo de familia</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Troncal</p> <p><input type="checkbox"/> 5. Otro _____</p> <p style="text-align: center;">Especifique</p>
--	--	--

FAMILIA NUCLEAR	FAMILIA POLIGAMA		FAMILIA TRONCAL

III. ESTRUCTURA DEMOGRAFICA DE LA UNIDAD DOMESTICA

12. MENCIONE A TODOS LOS MIEMBROS QUE VIVEN BAJO EL MISMO TECHO Y COMPARTEN GASTOS (ESPECIALMENTE PARA COMER; CONSIDERE MIGR. TEM).

NÚMERO	MIEMBROS DE LA UNIDAD FAMILIAR			SEXO 1.MASC. 2.FEM.	EDAD (Año de nacimiento)	LUGAR DE NACIMIENTO (Consulte el catálogo de claves)	ESCO. Años de estudio	LENGUA		PARENTESCO CON EL JEFE		INGRESO (Año en que ingresó a la unidad)	EDO. CIVIL 1. SOL. 2. CAS. 3. VIU. 4. DIV. 5. U.L.	ACTIVIDAD PRINCIPAL (Trab. Prod.)
								Tipo	Variante	1. JEFE 2. CONY. 3. HIJO 4. YERNO 5. NUERA	6. PADRE 7. HERMANO 8. NIETO 9. ADOPCION 10. OTR PAR. 11. SIN PARENT.			
	NOMBRE	AP. PATERNO	AP. MATERNO	CLAVE	AÑO	LUGAR/Clave	AÑOS	CLAVE		PARENTESCO	CLAVE	AÑO	CLAVE	CLAVE
1					19							19		
2					19							19		
3					19							19		
4					19							19		
5					19							19		
6					19							19		
7					19							19		
8					19							19		
9					19							19		
10					19							19		
11					19							19		
12					19							19		
13					19							19		

Clave de actividades productivas:

1. Agrícola; 2. Pastoreo; 3. Huerto; 4. Calmil; 5. Pastoreo; 6. Jornaleo Local; 7. Jornaleo migrante; 8. Tejido palma; 9. Comercio; 10. Oficio; 11. Sin Ocup.; 12. Otro (esp.)

IV. ACTIVIDADES LABORALES DE LA UNIDAD DOMÉSTICA Y DE SUS MIEMBROS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	LA ACTIVIDAD DE PASTOREO EN LA UNIDAD DOMÉSTICA			
13. ¿Qué actividades económicas realizan en su hogar para subsistir?				
1. Agricultura de temporal <input type="checkbox"/>	14. ¿Han tenido chivos? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	15. ¿Actualmente tienen chivos? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	22. ¿Compra zacate (cañuelas)? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	
2. Agricultura de riego <input type="checkbox"/>	16. ¿Cuántos? <input type="text"/>		23. ¿Dónde le da de comer, en la época de cultivo? <input type="checkbox"/> 1. En el traspatio 2. En un corral especial dentro del traspatio 3. En otro lugar dentro de la comunidad	
3. Trabajo en Calmil <input type="checkbox"/>	17. ¿Han tenido vacas? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	18. ¿Actualmente tienen vacas? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>		
4. Pastoreo <input type="checkbox"/>	19. ¿Cuántas? <input type="text"/>		24. ¿Quién (es) se encarga (n) de darles de comer si el ganado se queda en el traspatio? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Número del miembro	
5. Jornaleo local <input type="checkbox"/>	20. ¿Qué hacen con el ganado en la época de cultivo? <input type="checkbox"/> 1. Se amarra en el traspatio 2. Se hace un corral especial dentro del traspatio. 3. Se lleva a otro lugar en la comunidad _____ (indique el lugar)			
6. Jornaleo externo (trabajo agrícola, albañilería, etc.) <input type="checkbox"/>	21. Ese terreno es: <input type="checkbox"/> 1. Propio 3. Prestado 2. Rentado 4. Otro _____ Especifique		25. ¿Qué destino tiene el ganado? <input type="checkbox"/> 1. Consumo familiar 2. Venta 3. Animales de trabajo 4. Renta 5. Otro _____ Especifique	26. ¿Cómo los adquirió? <input type="checkbox"/> 1. Compra 2. Herencia 3. Crédito 4. Otro _____ Especifique
7. Migración (a partir de días) <input type="checkbox"/>	LA ACTIVIDAD DEL TRASPATIO EN LA UNIDAD DOMÉSTICA			
8. Comercio <input type="checkbox"/>	27. ¿Qué y cuántos animales de traspatio tienen? 1. Gallinas <input type="checkbox"/> <input type="text"/> 2. Patos <input type="checkbox"/> <input type="text"/> 3. Burros / yeguas <input type="checkbox"/> <input type="text"/> 4. Guajolotes <input type="checkbox"/> <input type="text"/> 5. Cerdos <input type="checkbox"/> <input type="text"/> 6. Otros (especifique) <input type="checkbox"/> _____		28. ¿Qué destino tiene la ganadería de traspatio? 1. Consumo familiar <input type="checkbox"/> 2. Venta 3. Animales de trabajo 4. Renta 5. Otro	
9. Tejido de palma <input type="checkbox"/>	29. ¿Cómo los adquirió? <input type="checkbox"/> 1. Compra 2. Herencia 3. Crédito 4. Otro (especifique) _____		30. ¿Quién(es) se encarga(n) de la ganadería de traspatio? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Número de miembro	
10. Oficio <input type="checkbox"/>				
11. Otro dentro de la comunidad (especifique) <input type="checkbox"/>				

Agricultura de Temporal				Pastoreo (Durante el proceso agrícola)				
31. ¿Cuántos terrenos de temporal trabaja este año?		32. ¿Qué labores agrícolas realizan los miembros de la familia?				33. ¿Qué miembros participan en el pastoreo?		
Parcela Número	Superficie Has	Proceso Agrícola	Número de miembro	¿Contrat. Jornal? 1. SI 2. NO	(# jor. cont.)	Número de miembro	¿Contrat. Jornal? 1. SI 2. NO	(#. jor. cont.)
2.	_____	<input type="checkbox"/> 2. Quema de residuos secos	2. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	2. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3.	_____	<input type="checkbox"/> 3. Roturación del suelo (barbecho)	3. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	3. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 4. Surcado y siembra	4. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	4. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 5. Primera limpia	5. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	5. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 6. Primera labra	6. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	6. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 7. Fertilización	7. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	7. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 8. Segunda limpia	8. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	8. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 9. Segunda labra	9. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	9. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 10. Segunda fertilización	10. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	10. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 11. Zacateo	11. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	11. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 12. Amarre	12. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	12. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 13. Pizca y acarreo de maz.	13. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	13. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 14. Extendido y desgrane	14. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	14. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/> 15. Otro (especifique)	15. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	15. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Agricultura de riego y calmil.

34. ¿Tienen calmil? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	35. ¿Dónde está ubicado? _____	36. ¿Qué cultivan en el calmil? (poner clave de cultivos)	37. ¿Qué destino tiene?	38. ¿Dónde lo vende?	39. ¿Quién(es) participa en el proceso de siembra del calmil?	
		<input type="checkbox"/> 1. Maíz <input type="checkbox"/> 2. Maíz-Frijol <input type="checkbox"/> 3. Maíz-Frijol-Calabaza <input type="checkbox"/> 4. Frijol mata <input type="checkbox"/> 5. Hortalizas <input type="checkbox"/> 6. Verduras <input type="checkbox"/> 7. Frutales	1. Consumo 2. Intercambio 3. Venta 4. Otro (esp.) _____ 1 2 3 4 _____ 5 6 7 Otro	1. Comunidad 2. Tlapa 3. Otro (esp.) _____ 1 2 3 4 _____ 5 6 7	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Número de miembro _____ #Jornales _____	
40. ¿Cuentan con terreno(s) de riego? 1. Si <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/>	41. ¿Cuántos? Número _____	42. ¿Dónde está(n) ubicado?	43. ¿Qué cultivan en el riego? (poner clave de cultivos)	44. ¿Qué destino tiene?	45. ¿Dónde lo vende?	46. ¿Quién(es) participa en el proceso de siembra en riego?
			<input type="checkbox"/> 1. Maíz <input type="checkbox"/> 2. Maíz-Frijol <input type="checkbox"/> 3. Maíz-Frijol-Calabaza <input type="checkbox"/> 4. Frijol mata <input type="checkbox"/> 5. Hortalizas <input type="checkbox"/> 6. Verduras <input type="checkbox"/> 7. Frutales	1. Consumo 2. Intercambio 3. Venta 4. Otro (esp.) _____ 1 2 3 4 _____ 5 6 7 Otro	1. Comunidad 2. Tlapa 3. Otro (esp.) _____ 1 2 3 4 _____ 5 6 7	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Número de miembro _____ #Jornales _____

DESCRIPCION DE: Hortalizas (jitomate, Chile, cebolla, cilantro, perejil, rábano, etc.), Verduras (calbacita, chayote).

Migración.

Preguntar a EGO.

47. ¿Ha salido a trabar alguna vez? 1. SI 2.NO

48. ¿Cuándo salió por primera vez?
Año

49. ¿A dónde fue? _____
Lugar

50. ¿Desde su primer salida a la fecha, cuántas veces salió?
No. veces

51. Destino:	Lugar (especifique)	Duración(días)	F/salida	F/regreso
1. Regional <input type="checkbox"/>	_____	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
2. Nacional <input type="checkbox"/>	_____	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3. Extranjero <input type="checkbox"/>	_____	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

52. ¿Sigue migrando?
1. SI 2.NO

53. ¿Desde cuándo no sale?

Año

54. ¿En qué actividades trabaja (ba)?

1. Agricultura

2. Albañilería

3. Servicios

4. Otro _____

Especifique

55. Tipo de migración

1. Itinerante

2. Temporal

3. Definitiva

56. ¿Cuando usted está (o estaba) fuera manda(ba) dinero a su casa?
1. SI 2.NO 57. ¿Cuánto? _____
(Si la respuesta es NO pase a la 59)

58. ¿Con qué frecuencia manda (ba) dinero?

1. Semana 4. Semestre
2. Mes 5. Anual
3. Trimestre 6. Otro (esp.) _____

59. ¿Cuándo usted regresa trae dinero a su casa?
1. SI 2. NO 60. ¿Cuánto? _____

61. ¿En qué emplea el dinero?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Alimentación | <input type="checkbox"/> 5. Alimentación de ganado |
| <input type="checkbox"/> 2. Agricultura | <input type="checkbox"/> 6. Ropa |
| <input type="checkbox"/> 2.1. Jornales | <input type="checkbox"/> 7. Escuela |
| <input type="checkbox"/> 2.2. Insumos | <input type="checkbox"/> 8. Compra tierra _____
especifique |
| <input type="checkbox"/> 2.3. Renta yunta | <input type="checkbox"/> 9. Festividades |
| <input type="checkbox"/> 2.4. Renta parcela | <input type="checkbox"/> 10. Otro _____
especifique |
| <input type="checkbox"/> 2.5. Compra herramientas | |
| <input type="checkbox"/> 3. Compra maíz | |
| <input type="checkbox"/> 4. Compra ganado | |

62. ¿Para salir a trabajar gastaron dinero? 1.SI 2.NO

63. ¿Cuánto? _____

64. ¿Cómo obtuvo el dinero? _____

65. ¿Si se lo prestaron, qué condiciones tiene que cumplir?

66. ¿Otros miembros de su familia salen a trabajar fuera?
1. SI 2.NO

67. ¿Quiénes salen a trabajar?

Número de miembros

Total de miembros

<p>No de miembro: <input type="checkbox"/></p> <p>68. Destino: Lugar (especifique) Duración(días) F/salida F/regreso</p> <p>Regional <input type="checkbox"/> _____ </p> <p>Nacional <input type="checkbox"/> _____ </p> <p>Extranjero <input type="checkbox"/> _____ </p>		<p>75. ¿Con qué frecuencia manda dinero? <input type="checkbox"/></p> <p>1. Semana 4. Semestre 2. Mes 5. Anual 3. Trimestre 6. Otro (esp.) _____</p>	
<p>69. ¿En qué actividades trabaja?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Albañilería</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Servicios</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Otro _____ Especifique</p>		<p>76. ¿Cuándo regresa trae dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 77. ¿Cuánto? _____</p> <p>78. ¿En qué emplea el dinero?</p>	
<p>70. ¿Sigue migrando?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>71. ¿Desde cuando no sale?</p> <p> Año</p>		<p>72. Tipo de migración <input type="checkbox"/></p> <p>1. Itinerante</p> <p>2. Temporal</p> <p>3. Definitiva</p>	
<p>73. ¿Cuándo está fuera manda dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 74. ¿Cuánto? _____ (Si la respuesta es NO pase a la 76)</p>		<p>79. ¿Para salir a trabajar gastaron dinero? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>80. ¿Cómo obtuvo el dinero?</p>	
<p>81. ¿Qué condiciones tiene que cumplir si se lo prestaron?</p>		<p>89. ¿Con qué frecuencia manda dinero? <input type="checkbox"/></p> <p>1. Semana 4. Semestre 2. Mes 5. Anual 3. Trimestre 6. Otro (esp.) _____</p>	
<p>No de miembro: <input type="checkbox"/></p> <p>82. Destino: Lugar (especifique) Duración(días) F/salida F/regreso</p> <p>Regional <input type="checkbox"/> _____ </p> <p>Nacional <input type="checkbox"/> _____ </p> <p>Extranjero <input type="checkbox"/> _____ </p>		<p>90. ¿Cuándo regresa trae dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 91. ¿Cuánto? _____</p> <p>92. ¿En qué emplea el dinero?</p>	
<p>83. ¿En qué actividades trabaja?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Albañilería</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Servicios</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Otro _____ Especifique</p>		<p>86. Tipo de migración <input type="checkbox"/></p> <p>1. Itinerante</p> <p>2. Temporal</p> <p>3. Definitiva</p>	
<p>84. ¿Sigue migrando?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>85. ¿Desde cuando no sale?</p> <p> Año</p>		<p>93. ¿Para salir a trabajar gastaron dinero? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>94. ¿Cómo obtuvo el dinero?</p>	
<p>87. ¿Cuándo está fuera manda dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 88. ¿Cuánto? _____ (Si la respuesta es NO pase a la 90)</p>		<p>95. ¿Qué condiciones tiene que cumplir si se lo prestaron?</p>	

<p>No de miembro: <input type="checkbox"/></p> <p>96. Destino: <input type="checkbox"/> Lugar (especifique) <input type="text"/> Duración(días) <input type="text"/> F/salida <input type="text"/> F/regreso <input type="text"/></p> <p>Regional <input type="checkbox"/> <input type="text"/></p> <p>Nacional <input type="checkbox"/> <input type="text"/></p> <p>Extranjero <input type="checkbox"/> <input type="text"/></p>		<p>103. ¿Con qué frecuencia manda dinero? <input type="checkbox"/></p> <p>1. Semana 4. Semestre 2. Mes 5. Anual 3. Trimestre 6. Otro (esp.) <input type="text"/></p>	
<p>97. ¿En qué actividades trabaja?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Albañilería</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Servicios</p> <p><input type="checkbox"/> 4. Otro <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;">Especifique</p>		<p>104. ¿Cuándo regresa trae dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 105. ¿Cuánto? <input type="text"/></p>	
<p>98. ¿Sigue migrando?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p>		<p>106. ¿En qué emplea el dinero?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Alimentación</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> 2.1. Jornales</p> <p><input type="checkbox"/> 2.2. Insumos</p> <p><input type="checkbox"/> 2.3. Renta yunta</p> <p><input type="checkbox"/> 2.4. Renta parcela</p> <p><input type="checkbox"/> 2.5. Compra herramientas</p> <p><input type="checkbox"/> 3. Compra maíz</p>	
<p>99. ¿Desde cuando no sale?</p> <p><input type="text"/> Año</p>		<p>100. Tipo de migración <input type="checkbox"/></p> <p>1. Itinerante</p> <p>2. Temporal</p> <p>3. Definitiva</p>	
<p>101. ¿Cuándo está fuera manda dinero a su casa?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/> 102. ¿Cuánto? <input type="text"/> (Si la respuesta es NO pase a la 104)</p>		<p>107. ¿Para salir a trabajar gastaron dinero? 1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>108. ¿Cómo obtuvo el dinero?</p>	
<p>109. ¿Qué condiciones tiene que cumplir si se lo prestaron?</p>			

Comercio			
110. ¿Qué tipo de comercio tienen?		111. ¿Quién(es) se encarga(n) de atender el negocio?	
<p>1. Refrescos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Refrescos y cervezas <input type="checkbox"/></p> <p>3. Tienda <input type="checkbox"/></p> <p>4. Otro <input type="checkbox"/></p>		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
		112. ¿A qué destina el dinero que obtiene del negocio?	
		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
Número de miembro		(Utilice claves migración)	

Tejido de palma	
113. ¿Cómo obtiene la palma para trabajarla?	
1. Se la dan <input type="text"/> ¿Quién?	3. La recolecta <input type="text"/> ¿Dónde?
2. La compra <input type="text"/> ¿Dónde?	4. Otro <input type="text"/> Especifique
114. ¿Cuánto compra? <input type="text"/>	115. ¿En cuánto la compra? <input type="text"/>
1. Un cuarto	
2. Medio ciento	
3. Un ciento	
4. Otro (especifique) <input type="text"/>	
116. ¿Quiénes tejen sombrero, en esta familia?	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
117. ¿Cuántos sombreros elaboran? <input type="text"/>	
La producción es:	
1. Por semana <input type="checkbox"/>	
2. En un mes <input type="checkbox"/>	
118. ¿A qué destinan el dinero que obtienen?	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
(Utilice claves de migración)	

CESION DE PARCELAS

146. ¿Ha vendido, heredado o cedido tierras de cultivo a un tercero?

1. SI 2. NO

147. ¿Cuántas parcelas?

PARCELA NÚMERO	UBICACIÓN DE LA PARCELA	SUPERFICIE	FORMA DE ADQUISICIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN	FORMA DE CESIÓN	QUIEN LA RECIBIÓ	CAUSA DE CESIÓN	INDIQUE AÑO DE CESIÓN O DE VENTA
		HECTÁREAS	1. Herencia 2. Venta 3. Regalo 4. Dotación 5. Otra		1. Herencia 2. Venta 3. Regalo		1. Familiar 2. Vecino 3. Forastero	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19 <input type="text"/>

148. ¿Ha tenido que trabajar tierras de un tercero?

1. SI 2. NO

150. ¿Cómo ha sido el trato? (el más común)

- 1. Prestado
- 2. A medias
- 3. Renta
- 4. Otro (esp.)

151. ¿Con qué frecuencia lo realiza?

- 1. Cada año
- 2. Cada dos años
- 3. Cada tres años
- 4. Cada 5 años o más
- 5. Otro (especifique)

152. ¿Dónde se ubica(n) la(s) parcela(s) bajo este trato?

- 1. Dentro de la comunidad
- 2. Fuera de la comunidad (especifique propietario y lugar si es fuera de la comunidad)

149. ¿Cuál es el motivo?

- 1. Perdió sus tierras
- 2. Necesita sembrar más
- 3. Sus tierras están en descanso
- 4. Otro (especifique)

No. parcelas

OBSERVACIONES:

CAPÍTULO IV

LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

Presentación del Capítulo

De manera general se puede decir que la clasificación es un agrupamiento lógico de un conjunto heterogéneo de objetos, materiales o individuos, que comparten alguna (s) característica (s). La acción de clasificar es un fenómeno inherente al desarrollo de las sociedades humanas y puede ser considerado como un lenguaje común de entendimiento (Lévi-Strauss, 1962; Papadakis, 1980).

La clasificación y la nomenclatura de los suelos involucra dos amplias líneas de trabajo. Una de ellas se refiere a la nomenclatura y clasificación de los horizontes del suelo; la segunda implica la nomenclatura y clasificación del suelo en su conjunto (FitzPatrick, 1984). Se ha sugerido que la sistemática de suelos debe resolver un doble problema. Por una parte debe agrupar los grandes tipos de suelo del mundo, en función de su génesis y propiedades fundamentales (clasificar las unidades superiores), lo cual en cierta forma es la formulación de un marco que sirve de base para la ciencia edafológica. Por otra parte, debe proporcionar a los cartógrafos un instrumento de trabajo adecuado, que les permita trazar mapas a gran escala y utilizables con fines prácticos (Duchaufour, 1984).

A través del tiempo la identificación y la clasificación de los suelos han variado en función de los beneficios que de ellas se pretenden obtener, y en la medida en que se han presentado avances en otras áreas de la ciencia. Así, los aportes de la geología, la química, la física, la climatología, la geografía y la ecología contribuyeron en gran medida a lograr un mejor conocimiento del suelo. Si bien los primeros intentos de clasificación de suelo hacen referencia principalmente a una aptitud de uso productivo local, recientemente varios países han laborado arduamente para establecer clasificaciones locales y universales. Los objetivos y la aplicación de éstas varían, dependiendo del conocimiento que se tienen de los mismos, de la escuela en donde se originan y de los fines de aplicación práctica que se desean destacar, esto es, con fines cartográficos y/o de producción de bienes de consumo (Tabla IV.1).

Aunque el objetivo final es llegar a una clasificación jerarquizada única, en la que se incluyan todas las categorías de unidades de suelos, las condiciones y las características particulares de los suelos de cada país o región complican el establecimiento de una clasificación que dé cuenta exacta de la gran variabilidad existente en el suelo. Actualmente no existe un acuerdo internacional acerca de la nomenclatura y clasificación de los suelos, lo cual de alguna forma ha promovido que existan varias propuestas de clasificación (Tabla IV.2). La falta de acuerdo puede atribuirse a la complejidad misma de los suelos, a que existe un profundo desconocimiento de muchos de ellos, y a la multitud de objetivos que se pretenden cumplir con la clasificación (FitzPatrick, 1984, McRae y Burnham, 1976).

En México el estudio de los suelos es muy reciente y más aún el empleo de sistemas taxonómicos para clasificarlo. Aunque desde la época prehispánica las culturas maya (clasificación ecológica y genética), teotihuacana (clasificación morfológica) y mexicana (clasificación, morfológica y

Tabla IV.1. Periodos de las clasificaciones de suelos y sus principales características (Fuente: Duchaufour, 1984; Gama-Castro, 1985).

PERIODO	TIPO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS
<p>Pretécnico</p> <p>Siglo XV a.C. a Principios de Siglo XIX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - China, S-XX a.C. clasificación basada en color, estructura y textura. Utilidad para producción agrícola. - Egiptcia, S- XV a.C. Clasificación basada en textura y humedad del suelo. Utilidad para producción agrícola. - Maya, S - III d.C. Clasificación natural con múltiples bases pedológicas. Su estructura se asemeja a la clasificación rusa actual, con las particularidades que aplican a suelos tropicales. - Hebrea, S XII. Clasificación basada en color, textura y presencia de sales minerales. Utilidad para producción agrícola y otros fines económicos.
<p>Técnico Inicial</p> <p>Siglo XIX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los avances de la geología física y química permiten establecer las primeras clasificaciones con base en el material parental como principal factor genético formador de suelos. - Los primeros exponentes de estas ideas fueron Thaer hacia 1853, Fallow en 1862, Richtofen hacia 1886 y Merrill aproximadamente en 1906.
<p>Fundación de la Pedología</p> <p>Finales del Siglo XIX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inicia en Rusia en 1883 con Dokuchaiev. Por primera vez se considera al suelo como un cuerpo natural independiente, cuyas características son el resultado de la interacción del clima, la vegetación y el tiempo. - Se genera la primera clasificación genética y ecológica de suelos. - En 1929 Glinka enfatiza los estudios sobre geografía de suelos, génesis y factores de intemperismo del suelo.
<p>Americano Inicial</p> <p>E.E.U.U. 1899 – 1922</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En 1909 Whitney establece la primera clasificación de suelos en ese país con bases fisiográfica y texturales; además, utiliza un sistema de mapeo de los mismos. Por primera vez se establece el concepto de Series de Suelos. - En 1929 Coffey propone el primero sistema morfogenético para los suelos de E.E.U.U.
<p>Americano de Marbur 1928 – 1944</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerte influencia de la escuela Rusa en los edafólogos de los E.E.U.U. - Marbur es el principal exponente de esa escuela en E.E.U.U.; además, él establece la primera caracterización de los factores formadores del suelo. También propone la primera clasificación morfogenética con base en sus estudios y los de Whitney. En ésta se introduce por primera vez el concepto de solum. - En 1938 se sustituye el sistema de Marbur por el de Baldwin y Cols., quienes proponen un sistema de clasificación zonal similar al de Rusia, pero adecuado a los suelos de ese país. - En este periodo se presenta la 2ª Guerra Mundial, debido a las necesidades de alimentos y materias primas los países involucrados ponen mayor interés en el estudio de los suelos. - Como resultado de esa situación Inglaterra, Francia, E.E.U.U., Rusia y Alemania generan nuevos conceptos de taxonomía y cartografía de suelos. Cada país obtiene clasificaciones netamente nacionales.
<p>Moderno Cuantitativo</p> <p>a partir de 1945</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Periodo típico de posguerra caracterizado por la competencia de las diferentes propuestas de taxonomía de suelos. - En 1950 Kellogs hace un llamado de atención para unificar criterios y generar propuestas menos localistas. A partir de estas fechas surgen las clasificaciones de suelos más importantes, mismas que son utilizadas en la actualidad.

Tabla IV.2. Sistemas de clasificación de suelos más utilizados (Fuente: Gama-Castro, 1985; Duchaufour, 1984, FitzPatrick, 1984).

SISTEMA	PERIODO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Clasificación Rusa	1946 –1968	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene su base en el sistema propuesto por Dokuchaiev. - Rosov e Ivanova son los principales exponentes. - Es un sistema morfogénico y ecológico.
O.R.S.T.O.M. Clasificación Francesa	1964 – 1967	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada por la Comisión de Pedología y Cartografía de Suelos. - Es un sistema de clasificación natural que se basa en la evolución de los horizontes de diagnóstico, la alteración y tipo de humus, el tipo de hidromorfismo y el grado de lixiviación de bases. - Las modificaciones propuestas por Duchaufour, en 1975, hacen que actualmente esta propuesta tenga una fuerte influencia ecológica.
Clasificación China	1966	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada por el Instituto de Nakin. - Es una clasificación morfológica, pero con un gran número de conceptos relativos al uso del suelo.
INEAC Clasificación del Congo Belga	1960	<ul style="list-style-type: none"> - El principal aporte de este sistema son los estudios y descripción de suelos de caolín (suelos con arcillas del tipo 1:1 e hidróxidos).
Clasificación Numérica	1944 – 1964	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema creado por Bidwell y Hole, es ampliamente utilizado en Inglaterra. - El sistema toma en cuenta las principales características morfológicas de los suelos y les asigna un valor numérico predeterminado. - Se menciona que los resultados de esta propuesta son interesantes, pero requiere mayor refinamiento metodológico. - En América el principal expositor de esta propuesta fue Papadakis, quien diseñó una propuesta de esa naturaleza, para los suelos de Argentina.
Clasificación de Kubiena	1950 – 1953	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema ampliamente utilizado en Europa central, principalmente en Alemania. - Fue desarrollado por Kubiena y representa un avance importante en los sistemas de clasificación. - Es un sistema morfogénico en donde se incluyen tanto los suelos con desarrollo incipiente, hasta aquellos en los que los procesos pedogenéticos son muy acentuados. - Es una clasificación natural, ecológica e intergradual.
USDA 7ª Aproximación de Suelos	1960 – 1975	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de clasificación utilizado por el departamento de agricultura de Estados Unidos desde 1960. - Inicialmente se ponía especial importancia en la morfología y estructura del suelo, prestando poca importancia a los aspectos evolutivos y pedogenéticos del perfil edáfico. - Se han realizado importantes modificaciones a esta clasificación, entre 1962 y 1974, retomando la experiencia de otras escuelas, principalmente la de Francia y de Rusia. - Actualmente es una clasificación morfológica, pero considera diversas características evolutivas y genéticas como base de su diagnóstico.
FAO – USDA	1967 – 1973	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema creado para la elaboración de la leyenda del mapa mundial de suelos. - Se define como un sistema monocategorico de clasificación. - La Unidad es el nivel más alto y está diseñada para la leyenda de ese mapa. Aunque éstas no corresponden con exactitud a las categorías de otros sistemas, en general son comparables al nivel de gran grupo de suelo. - En México a partir de 1968 este sistema comenzó a funcionar como un sistema de clasificación de suelos. Fue utilizado para elaborar el Inventario Nacional de Recursos. - Los avances en el conocimiento de los suelos del país promovieron una serie de adecuaciones, mismas que fueron publicadas por CETENAL en 1970, las cuales hasta la fecha continúan.

de uso) contaban con clasificaciones apropiadas a sus suelos (Gama-Castro, 1985), no fue sino hasta 1940 que dio inicio el estudio científico de los suelos del país. Estas investigaciones originalmente fueron impulsadas por dependencias gubernamentales, además de empresas extranjeras y nacionales, y su enfoque inicial fue netamente agrológico. No fue sino hasta mediados de la década de 1950 que dio inicio la combinación del enfoque pedológico y agrológico en estos estudios (Gama-Castro, 1985). Cabe destacar la concordancia en el tiempo, entre el inicio de los estudios de los suelos y el inicio de la revolución tecnológica (revolución verde) de México. También se debe tomar en cuenta que esas fechas corresponden a periodos de posguerra, época en que la disponibilidad de alimentos a nivel mundial representaba un riesgo importante, pero además la coincidencia con el inicio del periodo de modernización de México, lo cual a su vez implicó una demanda importante de alimentos de las ciudades al campo (Hewitt, 1978; Rello, 1986; Soto et al., 1992; Gordillo, 1994). Todos estos factores explican en gran medida el periodo de inicio de las investigaciones de los suelos del país, además del enfoque agrológico desarrollado inicialmente.

Son dos las clasificaciones más ampliamente utilizadas en México; el sistema USDA (United State Department of Agriculture), mejor conocido como la 7^a Aproximación Taxonómica de Suelos, y el Sistema de Clasificación FAO - UNESCO. Aunque ambas escuelas ofrecen elementos para describir y agrupar de forma lógica y sencilla la mayor cantidad de suelos existentes en el mundo, en ocasiones resultan limitadas para responder a condiciones particulares, como es el caso de los suelos tropicales y subtropicales del país (Gama-Castro, 1996). Particularmente, en los suelos de las montañas de México, de edad muy joven o pobremente desarrollados, resulta difícil establecer una denominación de las ya establecidas por las clasificaciones antes mencionadas, debido a que en ambas no se considera la juventud de los procesos formadores del suelo. Por ejemplo, la 7^a aproximación, que consiste de 12 órdenes, puede dar cuenta de los suelos de montaña solamente en el orden Entisoles. La característica fundamental de éste es la poca o nula evidencia de horizontes diagnósticos, o bien, la inexistencia de horizonte alguno debido a su juventud, o a factores que limitan su desarrollo. La misma situación se presenta en la clasificación de FAO – UNESCO, la que cuenta con 116 unidades descritas. En ésta los Leptosoles y Regosoles corresponden a suelos característicos de montaña, los cuales están limitados en su profundidad y presencia de horizontes de diagnóstico (FitzPatrick, 1984; Ortiz-Villanueva y Ortiz-Solorio, 1984; Fassbender y Bornemisza, 1987; Wambeke, 1992).

Aunque ambas clasificaciones dan elementos de los rasgos morfológicos que exhiben este tipo de suelos, el concepto de perfil típico casi se invalida cuando se aplica a ellos. Esto es debido a los fenómenos de intergradación y cumulización, de características físicas y químicas particulares que dependen de la juventud del material geológico y de procesos que operan sobre éste, de las condiciones climáticas, de la vegetación que existe en los suelos del trópico mexicano, o a una combinación de ellas (Gama-Castro, 1996).

CAPÍTULO IV SECCIÓN II

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE
MONTAÑA DEL TRÓPICO SECO DEL SUR DE MÉXICO:
UNA APROXIMACIÓN PARAMÉTRICA POR FACTORES
LIMITANTES Y DE CALIDAD DEL SUELO**

IV.II. Resumen

El conocimiento empírico del suelo incorporado en las clasificaciones locales es una herramienta importante para generar indicadores de calidad del suelo. Ejemplo de ello se encuentra en las montañas del trópico seco. Aunque en estas áreas el escaso desarrollo de los suelos es limitante, diversos grupos étnicos han desarrollado la producción agrícola por mucho tiempo. Para generar los indicadores apropiados a las condiciones particulares de los suelos de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México), se diseñó una metodología paramétrica que vincula la clasificación indígena de los suelos de la comunidad y sus sistemas agrícolas, con la descripción y análisis de 73 perfiles de suelos. Se diseñaron y aplicaron 10 índices para caracterizar y evaluar el horizonte cultivable (hc) de los suelos. Cuatro índices se consideraron como Factores Limitantes (Espesor del horizonte cultivable – IEhc; Fertilidad potencial – IFphc; Potencial mineral - IMihc; Erodabilidad - IKhc) y seis como Factores de Calidad (Materia orgánica – IMOhc; pH del suelo – IpHhc; Saturación de bases – ISBhc; Densidad aparente – IDAhc, Color del suelo – ICOhc, y Suma de bases - IBahc).

Para diagnosticar el estado actual de los suelos a partir de sus características inherentes, los valores paramétricos obtenidos en cada índice se organizaron en Categorías y Clases de suelo. La descripción y el análisis de resultados se realizó en tres niveles jerárquicos: Categoría (valora a cada índice por separado), Clase parcial (valora en conjunto a los factores limitantes o a los factores de calidad), y Clase global (integra los 10 índices). A su vez, cada jerarquía contó con tres niveles de calidad: Restricciones Mínimas (1, I), Restricciones Moderadas (2, II) y Restricciones Severas (3, III).

Los resultados mostraron que los factores limitantes presentaron menores condiciones de afectación que los de calidad. En los primeros, el IEhc presentó la mayor proporción con categoría 2, en los segundos casi todos los índices presentaron dominancia en las categorías 2 y 3. Los suelos de la Clase global II se presentan en 84.1% de la superficie total de la comunidad, y solamente 11.3% presentó Clase global I. La metodología presenta ventajas importantes: (1) los índices propuestos son consistentes con la clasificación indígena de suelos; (2) permite destacar las propiedades inherentes, limitantes y potenciales, de los suelos; (3) hace factible la representación cartográfica de categorías y Clases parciales y globales del suelo, de manera fiel y en la escala apropiada.

IV.II.1. Introducción

El crecimiento de la población ha estado asociado al incremento en la producción de alimentos. En los últimos 30 años la producción de granos se incrementó ligeramente más rápido que la población, pero este aumento no se presentó de manera uniforme (Gregory e Ingram, 2000); en el mismo periodo los países en desarrollo triplicaron la producción de alimentos (Sanchez, 2000). Esto ha propiciado una mayor presión sobre los servicios que se obtienen de una base fija de tierra

y por primera vez se están rebasando los umbrales de disponibilidad de tierras cultivables. Esta situación amenaza la calidad de las funciones de regulación natural del suelo, el agua y el aire; recursos de los que depende la sustentabilidad (Dumanski y Pieri, 2000).

IV.II.1.1. Marco conceptual

La grave problemática de la degradación de los suelos a nivel mundial (Oldeman et al., 1990) y la apremiante necesidad de producción de alimentos, han promovido que varias instituciones -World Bank, FAO, UNEP, UNDP, CGIAR, SSSA, USDA- destaquen la necesidad de generar un marco conceptual y metodológico (denominado Sustainable Land Management) que permita valorar la calidad de la tierra, y que a futuro favorezca su uso sustentable (Dumanski, 1997; Hurni, 1997; 2000; Dumanski y Pieri, 2000).

El concepto de calidad está basado en las características esenciales del suelo y la tierra que permiten satisfacer tanto las necesidades primarias de la humanidad, como la conservación y el mantenimiento de las funciones ambientales. La calidad de la tierra es la condición o estado de "salud" relativa a los requerimientos humanos; por ello, requiere integrar información tanto de las características del suelo, como la referente a aspectos biofísicos y socioeconómicos. La calidad del suelo es la capacidad de un tipo de suelo específico para realizar las funciones, dentro de límites propios, que permitan sostener tanto la producción vegetal y animal, como mantener y mejorar la calidad del agua y del aire, además de soportar un ambiente sano para la población (Dumanski, 1997).

La cuantificación del manejo sustentable de la tierra es una tarea compleja pues está dirigida a valorar procesos (Hurni, 1997, 2000). Para valorar esos procesos se requiere de indicadores que permitan diagnosticar la calidad del recurso y monitorear el progreso o retraso en el cumplimiento de la premisa de sustentabilidad. Sobre esta base, recientemente se han generado líneas de trabajo encaminadas a generar los Indicadores de calidad de la tierra – LQI por sus siglas en inglés-. Dentro de este marco conceptual se encuentran los indicadores de calidad del suelo – SQI por sus siglas en inglés- (Dumanski y Pieri, 2000). Los SQI son una valoración de cómo el suelo actualmente desarrolla sus funciones, con base en las propiedades medibles del suelo, y de cómo esas funciones pueden mantenerse para su uso futuro. Éstos pueden incluir propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y pueden ser valorados por medio de técnicas cualitativas o cuantitativas (NRCS, 1999).

IV.II.1.2. Problemática

Para lograr la premisa del manejo sustentable de la tierra y diseñar los indicadores de calidad de la tierra y el suelo de manera apropiada, el conocimiento de cómo las poblaciones humanas manejan el suelo es de singular importancia (Rajasekaran y Warren, 1995; Dumanski, 1997; Hurni, 1997; 2000; Winklerprins, 1999; Bindraban et al., 2000; Kirkby et al., 2000; Lefroy et al., 2000; Sands y Podmore, 2000). Los sistemas de producción existentes en un área o región particular son la

expresión de las distintas formas de uso del suelo que realizan las poblaciones. Este conocimiento está inmerso en las clasificaciones indígenas del suelo o en las clasificaciones locales de uso, y generalmente parten de una base ecológica o económico-ecológica (Papadakis, 1980). Debido a ello, éstas representan no solamente el cómo y el por qué los usuarios aprecian y manejan el suelo para cubrir sus necesidades básicas, sino también reflejan el conocimiento empírico de las propiedades del suelo y su potencial productivo (Dialla, 1993; Tabor, 1993; Niemeier, 1995; Habarurema y Steiner, 1997; Talawar y Rhoades, 1998; Barrera-Bassols y Zinck, 2000).

Este conocimiento ha sido soslayado en los sistemas científicos de clasificación de suelos (ver Capítulo IV.I), los cuales por sí mismos representan una base de información importante. Sin embargo, han mostrado poca utilidad no solamente en el contexto de los distintos usos del suelo que realizan las poblaciones, sino también en referencia a la degradación que actualmente presenta este recurso. Además, su complicada terminología también ha limitado la interacción con otras disciplinas ambientales, que requieren información confiables y de fácil entendimiento (Papadakis, 1980; Tabor y Hutchinson, 1994; Niemeier, 1995; Talawar y Rhoades, 1998; Winklerprins, 1999; Bockheim y Gennadiyev, 2000; Nachtergaele et al., 2000).

Los suelos jóvenes o poco desarrollados son un claro ejemplo de esta situación. A pesar de que éstos son considerados en el grupo de los Entisoles e Inceptisoles, según el esquema de Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1995), y como Leptosoles y Regosoles por el WRB (WRB, 1998); en ambos sistemas de clasificación se les ha prestado poca atención, a pesar de encontrarse ampliamente representados en el mundo. De acuerdo con FAO-UNESCO (1994), estos suelos cubren 1,915 millones de hectáreas. Su desconocimiento ha propiciado la generalización de criterios, muchos de ellos concebidos *a priori* (Wanbeke, 1992; Gama-Castro, 1996), en los cuales se indica que ese tipo de suelos, cuando se localizan en áreas montañosas, siempre presentan las siguientes características: carecen de una profundidad apropiada, presentan baja fertilidad, natural y potencial, y alta erodabilidad, además de condiciones inapropiadas para la agricultura. Esta caracterización es paradójica con los sistemas de clasificación de uso, dado que en estos sistemas los usuarios identifican y manipulan las características morfológicas y de productividad del suelo, solamente para la capa arable (Habarurema y Steiner, 1997; Talawar y Rhoades, 1998; Barrera-Bassols and Zinck, 2000; Braimoh, 2002).

Las regiones tropicales son reconocidas porque en ellas reside una gran diversidad biológica. Se estima que en estos ambientes los Entisoles y los Inceptisoles representan 733 millones de hectáreas (Wanbeke, 1992). Destaca el trópico seco por la amplia superficie que representa mundialmente (42% de la superficie total arbolada de áreas tropicales y subtropicales), así como también, porque en estos ambientes se han desarrollado importantes centros de población (Murphy y Lugo, 1986). En México los bosques tropicales secos se extienden en poco más de 11 millones de hectáreas (ca. 60% de las tierras tropicales del país) y más de la mitad se desarrolla sobre suelos de tipo Leptosol -33%- y Regosol -30%- (Trejo, 1996). Además, llama la atención que

ambos tipos de suelo en conjunto representen 42.5% (ca. 82.9 millones de has) de la superficie total del territorio mexicano (INEGI-SEMARNAP, 1998).

En México el trópico seco es importante desde el punto de vista ecológico y humano. Además de la gran diversidad de especies que reside en estos ambientes, incluyendo numerosas especies endémicas, desde tiempos inmemoriales han sostenido las actividades productivas de las poblaciones humanas. Dichos ambientes son considerados como los principales centros de domesticación de plantas cultivadas, pero además actualmente 24% de la superficie agrícola nacional radica en esta región (Challenger, 1998). La magnitud del impacto de las actividades agropecuarias y asentamientos humanos es evidente. De los 269,555 km² que originalmente ocupaba el bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1990), hacia 1990 solamente 27% se encontraba en buen estado de conservación y los estados alterado y degradado representaban 50%, mientras que el restante 23% había desaparecido (Trejo y Dirzo, 2000).

Para tratar de contribuir a subsanar esta compleja problemática ambiental, el objetivo de esta investigación fue proponer, en una primera aproximación, una metodología que permita generar los criterios e indicadores apropiados para diagnosticar el estado actual del suelo. La metodología fue aplicada en una comunidad indígena que habita las áreas montañosas del trópico seco del sur de México. Las principales bases para diseñar esta metodología fueron: (1) el conocimiento empírico local de uso y manejo de los suelos, que se encuentra sintetizado en una clasificación por aptitud de uso del suelo; (2) la comparación de la información obtenida en el trabajo de campo con los análisis de laboratorio de los suelos; (3) la integración de ambos tipos de información a través de un diseño paramétrico. Se espera que la integración de esta información permita no solamente diagnosticar el estado actual de los suelos, en función de sus limitantes y potencialidades, sino también a futuro generar propuestas de mantenimiento o mejoramiento de su productividad.

IV.II.2. Área de estudio

San Nicolás Zoyatlán, perteneciente al municipio de Xalpatlahuac, es una de las 606 comunidades que conforman la región "La Montaña", en el estado de Guerrero, y cuenta con una superficie de aproximadamente 924 ha (Ver Fig. II.1.). En 1998 la población total de la comunidad fue de 681 habitantes y la mayoría de ellos son de origen nahuatl (Ver Capítulo II y III).

IV.II.2.1. Características de la comunidad

El clima prevaleciente es el A(C)w₀ (semicálido subhúmedo), la temperatura promedio anual es de 27.5°C y no se presentan heladas. El régimen de lluvia es de verano, con una precipitación promedio anual de 781 mm, y un cociente P/T de 30.2. Entre noviembre y abril se observa una época de déficit pluvial, con un período de humedad de mayo a octubre, que incluye un pequeño superávit entre junio y septiembre (García, 1988).

La litología de Zoyatlán presenta materiales volcánicos y sedimentarios. La topografía es muy accidentada y la altitud varía de 1300 a 1750 m s.n.m. (70.2% de la superficie total se encuentra en el intervalo de 1300 a 1550 m s.n.m.). Aunque la pendiente varía de 0 a más de 100%, 54.5% de la superficie total de la comunidad se encuentra en el intervalo de 0 a 45%, mientras que 45.5% se encuentra en pendientes superiores a 45%. Las laderas son complejas y dominan las exposiciones N, NE y NO (Ver Capítulo II). Los suelos presentes en la comunidad corresponde a los Leptosoles Mollicos y Regosoles Antrópicos (Ver Capítulo IV.I).

IV.II.2.2. Uso del suelo

Los tipos de vegetación son el bosque de transición de encino-pino, el bosque ripario y el bosque tropical caducifolio (BTC); este último es el tipo de vegetación predominante en Zoyatlán. Actualmente la cobertura vegetal natural se encuentra disminuida y el uso de suelo en la comunidad es muy variado. En 1998 las actividades agropecuarias ocuparon 25.9% de la superficie total de la comunidad, en tanto que la vegetación secundaria, reflejo del desarrollo de actividades productivas en algún momento, fue ligeramente superior a 70%. Únicamente poco menos de 1% de su superficie, presentó BTC en condiciones más o menos conservada (Ver Capítulo II).

IV.II.2.3. Actividades productivas

Al igual que en muchas otras comunidades indígenas de la región, los pobladores de Zoyatlán se caracterizan por hacer un uso diversificado de sus recursos naturales. Combinan el cultivo de maíz y especies asociadas bajo diferentes formas de cultivo, además de practicar la ganadería de libre pastoreo y la recolección de productos forestales maderables y no maderables (ver Capítulo II).

A grandes rasgos la agricultura que se practica puede organizarse en dos grupos, la agricultura con mínima remoción del suelo, que corresponde al tlacolole, y la agricultura de escarda. En esta última se incluyen los sistemas agrícolas intensivos (riego y anual de secano) y semi-intensivos (año y vez, bianual de secano y barbecho medio). Estas variantes son las que presentan mayor importancia en la comunidad, la agricultura de riego por su productividad y las restantes por su extensión (ver Capítulos II y III). El sistema de riego es practicado por pocos productores, ya que su extensión es muy reducida (ver Capítulo II), y generalmente se utilizan tanto en la época de lluvias como en la de secas. Los agrosistemas restantes están caracterizados por depender exclusivamente de la precipitación pluvial, cultivarse en policultivo o monocultivo de maíz, por destinar casi siempre la producción al autoconsumo, y por basar su producción en el descanso de la tierra y la utilización de insumos químicos y naturales (ver Capítulo III).

La variabilidad del uso del suelo en la comunidad está fundamentalmente explicada por los periodos de descanso de las tierras al cultivo, el que cambia de forma muy dinámica de uso agrícola a pecuario debido a que una vez que en las tierras agrícolas no se practica el cultivo, se utilizan para el pastoreo de ganado (ver Capítulo II). El manejo de los periodos de descanso indica que los pobladores de Zoyatlán cuentan con un importante conocimiento de las limitantes y

potencialidades de los suelos que sostienen sus sistemas agrícolas (ver Capítulo III), condición que ha sido documentada para varios grupos étnicos no solamente de México, sino también a nivel mundial (Barrera-Bassols y Zinck, 2000). El conocimiento de los campesinos de Zoyatlán se encuentra plasmado en una clasificación por aptitud de uso de la tierra (Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán - SCTZ) en la que distinguen siete diferentes tipos de suelo. Tales diferencias principalmente se fundamentan en el espesor del horizonte cultivable y su fertilidad, la textura y el color, variantes que ellos relacionan con su productividad (Cervantes et al., 2005; Ver Capítulo IV.I).

IV.II.3. Métodos

IV.II.3.1. Trabajo de campo y laboratorio

Con base en la comunicación con los campesinos, los estudios previamente realizados en el área de estudio y apoyados en fotografías aéreas (1:80,000), se eligieron sitios representativos de la comunidad para realizar 73 perfiles de suelo (Fig. IV.II.1). Los perfiles se describieron de acuerdo SCS-USDA (1994). Con la finalidad de conocer las propiedades intrínsecas de la fertilidad de los suelos, a las muestras obtenidas en campo se les realizaron varios análisis físicos y químicos en el laboratorio. Todos los análisis fueron hechos en muestras secadas al aire y tamizadas en una malla de 2 mm. Los métodos empleados se describen brevemente a continuación.

Análisis físicos. Color, fue determinado en húmedo y seco utilizando las Tablas Munsell (1992). La textura del suelo, densidad de partícula (PD) y densidad aparente (BD) fueron determinados por el método de USDA-SSS (1994). La Porosidad del suelo fue calculada a partir de los valores de BD y PD ($\% \text{Porosidad} = [1 - \text{BD}/\text{PD}]100$). La retención de agua del suelo fue determinada de modo semicuantitativo, por la pérdida en peso de la muestra de suelo, inicialmente saturada y secada al medio ambiente. La primera lectura se obtuvo a las 12hr de secado y la segunda a los 14 días. Esta última sólo se realizó en aquellas muestras que retuvieron más del 60% de humedad, en la primera medición (SCS-USDA, 1984). La Erodabilidad fue evaluada de acuerdo con el nomograma de Wischmeier (Wischmeier y Smith, 1978).

Análisis químicos. Los pH (H₂O 1:1, KCl 1:1, y NaF 1:50) de los suelos, y su Capacidad de intercambio catiónico (CEC) fueron determinados a través de los procedimientos señalados por el SCS-USDA (1984). La materia orgánica, nitrógeno y fósforo totales, así como los cationes intercambiables (Na⁺⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺), extractados con una solución 1M NH₄OAC, fueron determinados de acuerdo a los descrito por Blakemore et al. (1981).

IV.II.3.2. Factores limitantes y de calidad

Para diagnosticar el estado actual de los suelos a partir de factores limitantes y de calidad, se construyeron índices paramétricos (la base y los objetivos de los métodos paramétricos se resumen en el Capítulo IV.I). Éstos se diseñaron para la capa arable, denominada horizonte cultivable, que normalmente utilizan los pobladores para realizar las actividades agrícolas y se

adaptaron a las características de la clasificación indígena local. El análisis selecto de las propiedades del horizonte cultivable y los criterios utilizados en dicha clasificación permitieron elegir 20 perfiles (se incluyen los presentados en la sección IV.I) que exhiben las particularidades de los suelos de estudio (Fig. IV.II.1). A su vez, éstos fueron utilizados para ejemplificar la aplicación de esta propuesta metodológica.

El diseño de los índices de suelo se fundamentó en la elección y combinación de la información disponible, tanto de aspectos teóricos como empírico; con estas bases se diseñaron 10 índices paramétricos (Tabla IV.II.1). Cuatro de ellos se consideraron como factores limitantes porque vinculan propiedades inherentes a los suelos que difícilmente pueden ser modificados por las actividades del hombre. Éstos fueron los siguientes: (1) Índice de espesor del horizonte cultivable (IEhc) -derivado de la clasificación indígena de Zoyatlán (Ver Capítulo IV.I)-; (2) Índice de fertilidad potencial del horizonte cultivable (IFphc) -establecido de acuerdo con el Soil Survey Division Staff (1994)-; (3) Índice mineral del horizonte cultivable (IMihc) -tomado de Papadakis (1980)-; (4) Índice de erodabilidad del horizonte cultivable (IKhc) -establecido de acuerdo a FAO-PNUMA (1980)-.

Los seis índices restantes se agruparon en los factores de calidad (Tabla IV.II.1), porque su diseño consideró características del suelo que pueden ser modificadas por el hombre de manera relativamente sencilla. Éstos fueron: (1) Índice de pH(H₂O) del horizonte cultivable (IpHhc); (2) Índice de densidad aparente del horizonte cultivable (IDAhc) -en ambos casos se utilizaron los intervalos de valores establecidos en México para asegurar el óptimo crecimiento de los cultivos (FIRA, 1987)-; (3) Índice de saturación de bases del horizonte cultivable (ISBhc); (4) Índice de suma de bases del horizonte cultivable (IBahc) -ambos índices se diseñaron a partir de combinar las estimaciones del Soil Survey Division Staff (1994) y la propuesta de Papadakis (1980)-; (5) Índice de color del horizonte cultivable (ICOhc) – diseñado de acuerdo con el Soil Survey Division Staff (1994)-; y (6) Índice de materia orgánica del horizonte cultivable (IMOhc).

Este último requirió un tratamiento especial debido a que dentro del contexto de la clasificación indígena estudiada, los conceptos "rico, moderado y pobre" que se aplican en la ciencia del suelo a los contenidos de materia orgánica son muy poco relevantes. Su porcentaje dentro de la clasificación local náhuatl solamente adquiere relevancia de acuerdo con su distribución espacial en las geofomas que permiten, de alguna manera, un uso agrícola (ver Capítulo IV.I). Por ello, el diseño del IMOhc partió de estimar estadísticamente los porcentajes de materia orgánica (%MO) que caracterizan a la zona de estudio y su distribución. A través de análisis exploratorios se establecieron intervalos que agruparan los distintos %MO encontrados en los perfiles de suelo. Posteriormente, se aplicaron pruebas de z para obtener valores de probabilidad representados en los intervalos previamente determinados (Steel y Torrie, 1988). Estos valores de probabilidad fueron utilizados en la construcción del índice (Tabla IV.II.1) y representaron el valor paramétrico (PMOhc). En los siguientes párrafos se ejemplifica el diseño y la aplicación de los índices paramétricos.

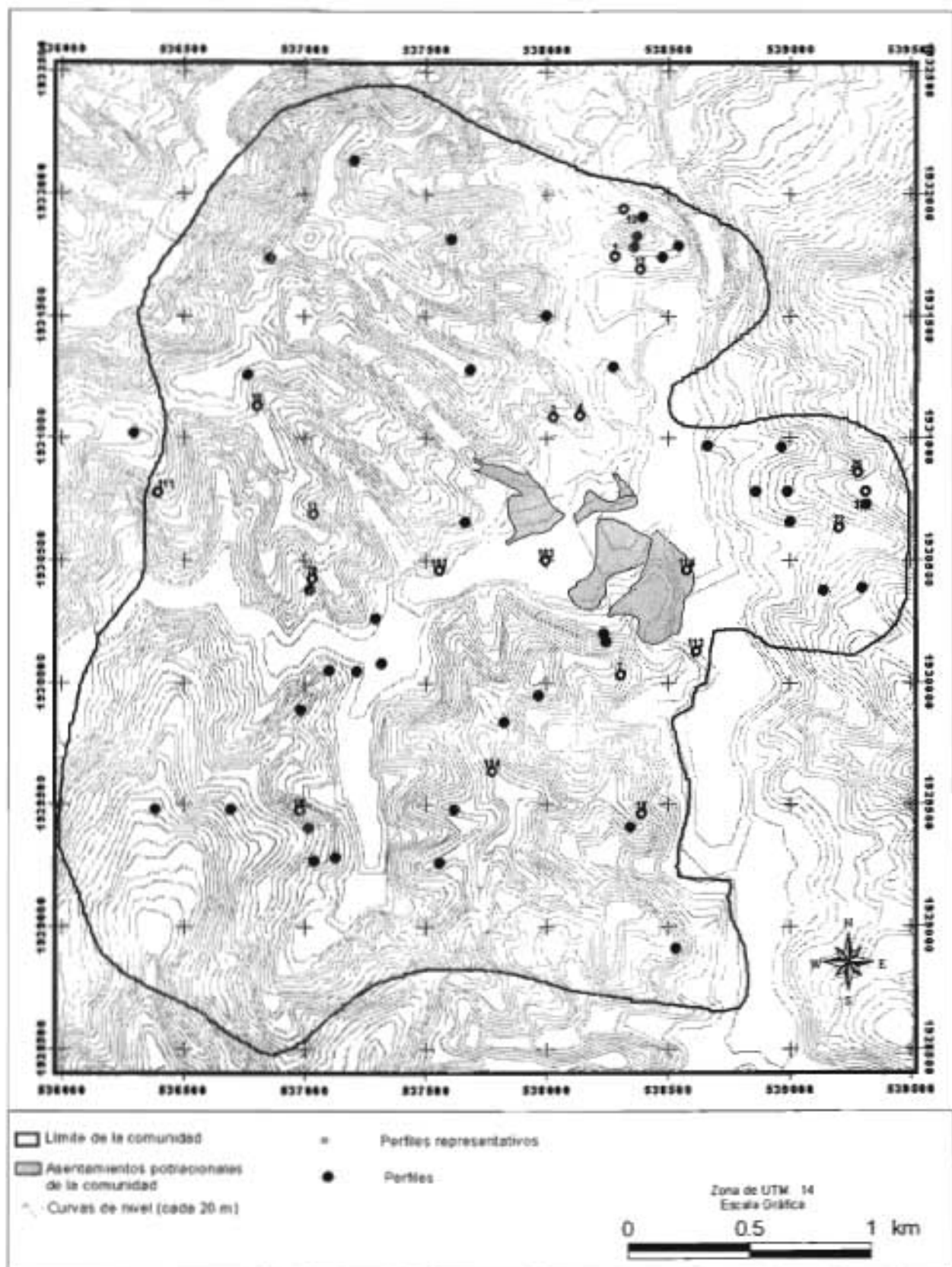


Figura IV.II.1. Ubicación cartográfica de los 73 perfiles de suelo realizados en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán. Se destacan los perfiles (representativos) utilizados para ejemplificar la metodología paramétrica elaborada.

Tabla IV.II.1. Índices paramétricos propuestos para evaluar el estado actual de los suelos de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán.

ÍNDICES PARAMÉTRICOS	CARACTERÍSTICAS DEL HORIZONTE CULTIVABLE (hc)	VALOR PARAMÉTRICO (P)
Factores Limitantes del Suelo		
Índice de Espesor del Horizonte Cultivable (IEhc) $IEhc = (Ehc \times PEhc) / 30 \text{ cm}$		PEhc
Ehc = espesor (cm) del horizonte cultivable	E: $\geq 30 \text{ cm}$, 1 capa homogénea	1
PEhc = valor paramétrico de acuerdo al número de capas del horizonte cultivable	E: $\geq 30 \text{ cm}$, 2 o más capas	0.66
30 cm = espesor estándar ideal del horizonte cultivable	E: $\geq 24 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$, 1 capa homogénea	0.33
	E: $\leq 24 \text{ cm}$, 2 o más capas	0.165
Índice de Fertilidad Potencial del Horizonte Cultivable (IFphc) $IFphc = (CIC / 100 + CIC / \%R) (PFphc) (IEhc)$		PFphc
CIC = capacidad de intercambio catiónico de la capa (s) del horizonte cultivable	CIC: $> 25 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$	1
%R = porcentaje de arcillas de la (s) capa (s) del horizonte cultivable	CIC: $\geq 11 \leq 25 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$	0.66
PFphc = valor paramétrico de fertilidad potencial de la (s) capa (s) del horizonte cultivable	CIC: $< 11 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$	0.33
IEhc = valor obtenido en el índice de espesor del horizonte cultivable		
Índice Mineral del Horizonte Cultivable (IMihc) $IMihc = \%R / CIC$		PMihc
%R = porcentaje de arcillas de la capa (s) del horizonte cultivable	$\%R / CEC < 1$	1
CIC = capacidad de intercambio catiónico de la capa (s) del horizonte cultivable	$\%R / CEC \geq 1 < 3$	0.66
PMihc = valor paramétrico (determinado en base a los valores obtenidos en el cociente $\%R/CIC$) de la capa (s) del horizonte cultivable	$\%R / CEC \geq 3$	0.33
Índice de erodabilidad del Horizonte Cultivable (IKhc) $IKhc = Khc$		PKhc
Khc = valor de erodabilidad de la primera capa ($\geq 30 < 30 \text{ cm}$) del horizonte cultivable	$Khc \leq 0.20$	1
	$Khc > 0.20 < 0.35$	0.66
PKhc = valor paramétrico determinado de acuerdo a FAO-PNUMA	$Khc \geq 0.35$	0.33

Tabla IV.II.1. Continuación

ÍNDICES PARAMÉTRICOS	CARACTERÍSTICAS DEL HORIZONTE CULTIVABLE (hc)	VALOR PARAMÉTRICO (P)
Factores de Calidad del Suelo		
Índice de Materia Orgánica del Horizonte Cultivable (IMOhc)		PMOhc
IMOhc = (MO) (PMOhc) (IEhc)		
MO = contenido de materia orgánica (%) en la capa (s) del horizonte cultivable	MO < 1%	0.1442
PMO = valor paramétrico (determinado con base en los intervalos de probabilidad del contenido de MO) de la capa (s) del horizonte cultivable.	MO > 1% ≤ 2%	0.3981
IEhc = valor obtenido en el índice de espesor de suelo.	MO > 2% ≤ 3.5%	0.2295
	MO > 3.5% ≤ 5%	0.1827
	MO > 5%	0.0455
Índice de pH del Horizonte Cultivable (IpHhc)		PpHhc
IpHhc = pH		
pH = valor de pH (H ₂ O) en la capa (s) del horizonte cultivable	pH > 6.5 ≤ 7.5	1
PpHhc = valor paramétrico (determinado con base en intervalos de valores de la medición directa del pH) de la capa (s) del horizonte cultivable.	pH > 5.5 ≤ 6.5 ó pH > 7.5 ≤ 8.2	0.66
	pH ≤ 5.5 ó pH > 8.2	0.33
Índice de Saturación de Bases del Horizonte Cultivable (ISBhc)		PSBhc
ISBhc = (SBhc / 100 + SBhc / %R) (PSBhc) (IEhc)		
SB = porcentaje de saturación de bases en la capa (s) del horizonte cultivable	(SBhc / 100 + SBhc / %R) > 5	1
%R = porcentaje de arcillas en la capa (s) del horizonte cultivable	(SBhc / 100 + SBhc / %R) > 3.5 < 5	0.66
PSBhc = valor paramétrico de la capa (s) del horizonte cultivable	(SBhc / 100 + SBhc / %R) ≤ 3.5	0.33
IEhc = valor obtenido en el índice de espesor del horizonte cultivable		
Índice de Densidad Aparente del Horizonte Cultivable (IDAhc)		PDAhc
IDAhc = Dahc		
Dahc = valor de densidad aparente en la capas (s) del horizonte cultivable	DA > 0.85 ≤ 1.10	1
PDAhc = valor paramétrico (determinado con base en intervalo de valores de la medición directa de la densidad aparente) de la capa (s) del horizonte cultivable	DA ≤ 0.85 ó DA > 1.10 ≤ 1.25	0.66
	DA > 1.25	0.33

Tabla IV.II.1. Continuación

ÍNDICES PARAMÉTRICOS	CARACTERÍSTICAS DEL HORIZONTE CULTIVABLE (hc)	VALOR PARAMÉTRICO (P)
Factores de Calidad del Suelo		
Índice de Color del Horizonte Cultivable (ICOhc)		PCOhc
ICOhc = Color en seco y en húmedo para el horizonte cultivable	seco: Hue 7.5R – 10YR; Val/Chr $\geq 2/0 \leq 5/5$ húmedo: Hue 7.5R - 10YR; Val/Chr $\geq 2/0 \leq 3/3$	1
PCOhc = valor paramétrico (determinado con base en los valores de Hue, Value -Val- y Chroma -Chr- obtenidos en seco y húmedo) para la capa (s) del horizonte cultivable	seco: Hue 7.5R – 10YR; Val/Chr $\geq 5/6 \leq 5/8$ húmedo: Hue 7.5R - 10YR; Val/Chr $\geq 3/4 \leq 3/8$	0.66
	seco: Hue 7.5R – 10YR; Val/Chr $\geq 6/0$ húmedo: Hue 7.5R - 10YR; Val/Chr $\geq 4/0$	0.33
	seco y húmedo: Hue 2.5Y, Hue 5Y	0.33
Índice de Suma de Bases del Horizonte Cultivable (IBahc)		PBahc
IBahc = (%R / \sum Ba) (PBahc) (IEhc)		
%R = porcentaje de arcilla de la capa (s) del horizonte cultivable	%R / \sum Ba ≤ 1	1
\sum Ba = suma de los cationes Ca ⁺² , Mg ⁺² y K ⁺¹ de la capa (s) del horizonte cultivable	%R / \sum Ba $> 1 < 3$	0.66
PBahc = valor paramétrico (derivado del cociente %R / \sum Ba) para la capa (s) del horizonte cultivable	%R / \sum Ba ≥ 3	0.33
IEhc = valor obtenido en el índice de espesor del horizonte cultivable		

Como fue reseñado en el Capítulo IV.I, los productores de Zoyatlán destacan al horizonte cultivable del suelo como uno de los factores determinantes para el desarrollo de la agricultura. De acuerdo con su clasificación, los mejores suelos presentan un espesor ≥ 30 cm; dicho espesor es óptimo cuando está representado de forma homogénea (una sola capa). Ambos criterios son integrados a través de la generación de un valor representativo (valor paramétrico) de las variantes existentes para el horizonte cultivable de estos suelos (la integración de esos criterios y su ponderación proporcional se demostró en la Tabla IV.I.4). Con esta base, se construyó el índice que integró paramétricamente tanto las variantes existentes para esta propiedad de la tierra, como su relación con respecto al espesor ideal del horizonte cultivable. El índice paramétrico para el espesor del horizonte cultivable (IEhc) se expresa a continuación:

$$IEhc = \frac{(Ehc \times PEhc)}{30 \text{ cm}}$$

Donde: Ehc = espesor (cm) del horizonte cultivable; PEhc = valor paramétrico de acuerdo con el número de capas presentes en el horizonte cultivable; 30 cm = espesor ideal del horizonte cultivable. Cuando la primera capa del horizonte cultivable no cumple con el espesor ideal, se adicionan las capas subyacentes hasta alcanzar, del modo más aproximado, el ideal de 30 cm (Fig. IV.II.2). La suma de los valores obtenidos resultantes de aplicar la fórmula en cada capa constituye el valor final del IEhc (Ver ejemplo numérico en Tabla IV.I.4). Un razonamiento similar se utilizó para diseñar los nueve índices restantes, como se muestra en la Tabla IV.II.1. Dependiendo de la propiedad de interés, cada índice cuenta con su respectivo valor paramétrico; además, en su diseño siempre se vincula paramétricamente el espesor del horizonte cultivable (en la Fig. IV.II.2 se ilustra el proceso). El procedimiento indicado para el IEhc fue repetido para los índices: IFphc, IMOhc, ISBhc, e IBahc. En el caso del IKhc, la erodabilidad solamente se cuantificó para la primera capa del perfil de suelo, independientemente de que ésta tuviera un espesor ≤ 30 cm (Fig. IV.II.2). En los IMihc, IpHhc, IDAhc y ICOhc, cuando el horizonte cultivable estuvo constituido por varias capas, los valores obtenidos en cada una se integraron en la definición de la categoría del índice (Fig.IV.II.2).

IV.II.3.3. Categorías de suelo

En los índices propuestos casi siempre (a excepción del IEhc y el IMOhc) se establecieron valores paramétricos en tres distintos niveles. Ello fue con la finalidad de obtener valores numéricos, a partir de las características y la aptitud de uso de los suelos de estudio (ver Capítulo IV.I), que pudieran ser incorporados de forma sencilla en la delimitación de tres categorías de suelos: 1 - Restricciones Mínimas, 2 - Restricciones Moderadas y 3 – Restricciones Severas. Con esta base se establecieron intervalos de valores paramétricos (PVi) que agruparan los resultados obtenidos

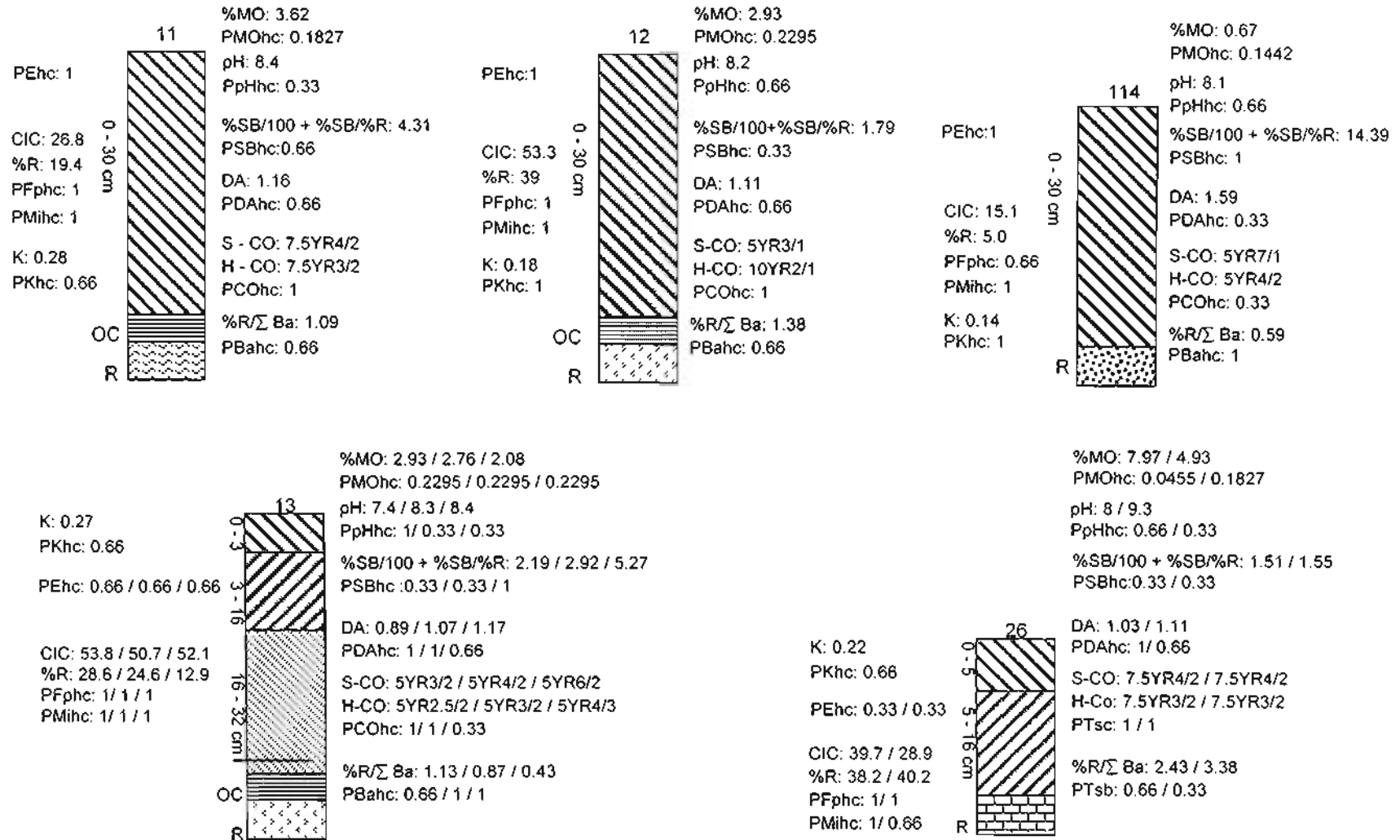


Figura IV.II.2. Asignación del valor paramétrico para los cuatro factores limitantes del suelo (derecha) y los seis factores de calidad del suelo (izquierda). El proceso se ilustra en algunos perfiles representativos de Zoyatlán, destacando sus diferencias para el número de capas del horizonte cultivable (hc) y diferencias en características físicas y químicas. P = valor paramétrico; E = espesor; Fe = fertilidad potencial; Mi = potencial mineral; K = erodabilidad; MO = materia orgánica; SB = saturación de bases; DA = densidad aparente; S-CO = color seco; H-CO = color húmedo; Ba = suma de bases. CIC = capacidad de intercambio catiónico; %R = porcentaje de arcillas; OC = Otras capas; R = roca.

en los distintos índices (Tabla IV.II.2). La asignación de categorías de suelo para los índices IEhc, IFphc, IKhc, IMOhc, ISBhc y el IBahc se realizó comparando directamente el resultado final del índice con la escala establecida para el PVi. Para los índices IMihc, IpHhc, IDAhc y ICOhc, la categoría se asignó comparando el resultado del índice de la capa del horizonte cultivable que presentó el valor más bajo (condición más limitante), con los establecidos para el PVi (Fig.IV.II.2).

Tabla IV.II.2. Asignación de Categorías y Clases de suelo en los índices paramétricos diseñados para el horizonte cultivable de los suelos de Zoyatlán. Arriba, escala adoptada para las categorías de los índices: PVi = intervalo de valores paramétricos. En la sección derecha se muestran los valores ponderados (VPct) asignados a las categorías para construir la clase de suelo. Abajo, escala adoptada para asignar la clase parcial de los factores limitantes y de calidad del suelo, además de la clase (Clase Global) que integra ambos grupos de factores. El nombre de los índices paramétricos se abrevia como en la Tabla IV.II.1.

PVi	Categoría	Valores de Ponderación de las Categorías (VPct)									
		IEhc	IFphc	IMihc	IKhc	IMOhc	IpHhc	ISBhc	IDAhc	ICOhc	IBahc
≥ 0.67	1 - mínima restricción	21	15	12	6	21	15	12	6	3	3
≥ 0.34 ≤ 0.66	2 - moderada restricción	14	10	8	4	14	10	8	4	2	2
≤ 0.33	3 - severa restricción	7	5	4	2	7	5	4	2	1	1

Clases de Suelo			
Intervalo	Clase	Promedio ± 1 D.E.	Valor Hipotético
Clase Parcial - Factores Limitantes = (VPct-IEhc) + (VPct-IFphc) + (VPct-IMihc) + (VPct-IKhc)			
> 48	1 - restricciones mínimas		54
> 35 ≤ 48	2 - restricciones moderadas	41.027 ± 7.927	36
≤ 35	3 - restricciones severas		18
Clase Parcial – Factores de Calidad = (VPct-IMOhc) + (VPct-IpHhc) + (VPct-ISBhc) + (VPct-IDAhc) + (VPct-ICOhc) + (VPct-IBahc)			
> 51	1 - restricciones mínimas		60
> 35 ≤ 51	2 - restricciones moderadas	41.068 ± 7.415	40
≤ 35	3 - restricciones severas		20
Clase Global del Suelo = (VPct-IEhc) + (VPct-IFphc) + (VPct-IMihc) + (VPct-IKhc) + (VPct-IMOhc) + (VPct-IpHhc) + (VPct-ISBhc) + (VPct-IDAhc) + (VPct-ICOhc) + (VPct-IBahc)			
> 98	I - restricciones mínimas		114
> 70 ≤ 98	II - restricciones moderadas	82.096 ± 13.714	86
≤ 70	III - restricciones severas		38

IV.II.3.4. Clases de suelo

En el diseño de las clases de suelos también se decidió establecer tres niveles. La clase es un valor integrador que resulta de incorporar las distintas categorías obtenidas en los factores limitantes y de calidad para cada uno de los perfiles de suelo. Para ello, en primer lugar se realizaron análisis exploratorios y se obtuvieron todas las posibles combinaciones de categorías. Después, se establecieron valores numéricos ponderados (VPct), con base en la importancia agronómica de la propiedad considerada en cada índice, que incluyeran las tres distintas categorías que pudieran presentarse (Tabla IV.II.2). Por una parte, estos valores de ponderación fueron asignados a las distintas categorías y se sumaron, con el fin de obtener un valor de clase representativo del grupo de factores limitantes del suelo y del grupo de factores de calidad. Por otra parte, se establecieron valores hipotéticos de clase en ambos grupos de índices, a partir de identificar los valores extremos en todas las categorías de suelo: Alto - todos los índices con Categoría 1, Bajo - todos los índices con Categoría 3, y Medio - todos los índices con Categoría 2. Finalmente, para establecer los intervalos de clase de los factores limitante, factores de calidad, y la integración de ambos conjuntos (Clase global), se tomaron en cuenta tanto los valores hipotéticos, como el promedio y la desviación estándar obtenidos en ambos grupos de índices (Tabla IV.II.2).

IV.II.3.5. Retención de agua del suelo

La elección de muestras para realizar las pruebas de retención de agua partió de la calificación "tierra fría o caliente" que los campesinos de Zoyatlán realizan. Por ello, en este capítulo sólo se abordan los resultados de las muestras elegidas en relación con el tipo de suelo indígena.

IV.II.3.6. Distribución espacial de las categorías y clases de suelo

Los mapas de categorías y clases de suelo fueron creados utilizando el método de sobreposición espacial (Borrough, 1986; Aronoff, 1986). Los mapas de factores ambientales utilizados para generar el modelo espacial de cada índice paramétrico fueron: altitud, orientación de ladera, pendiente, geoforma y litología (Fig. IV.II.3). Los mapas temáticos que representaron cada índice paramétrico fueron obtenidos a partir de la asignación de categorías en cada uno de ellos. El proceso de construcción consistió en la reclasificación de los mapas temáticos, seleccionando los valores de atributos de acuerdo con el siguiente procedimiento. En el caso de variables continuas se seleccionaron los valores mínimos y máximos; en las variables categóricas se seleccionaron sus identificadores, e.g. andesita, se identificó con el número 1. El resultado de este proceso fue la creación de mapas booleanos, los cuales describen las características ambientales, lo que a su vez permite cartografiar individualmente cada categoría de cada índice paramétrico. En una primera síntesis, la intersección de los mapas booleanos permitió obtener la distribución espacial de cada categoría (mapa para la categoría 1, para la 2 y para la 3). La combinación entre las tres categorías se obtuvo a través de una segunda intersección. El mapa que resultó de este proceso describió la interacción espacial de las tres categorías para cada índice paramétrico (Fig. IV.II.3).

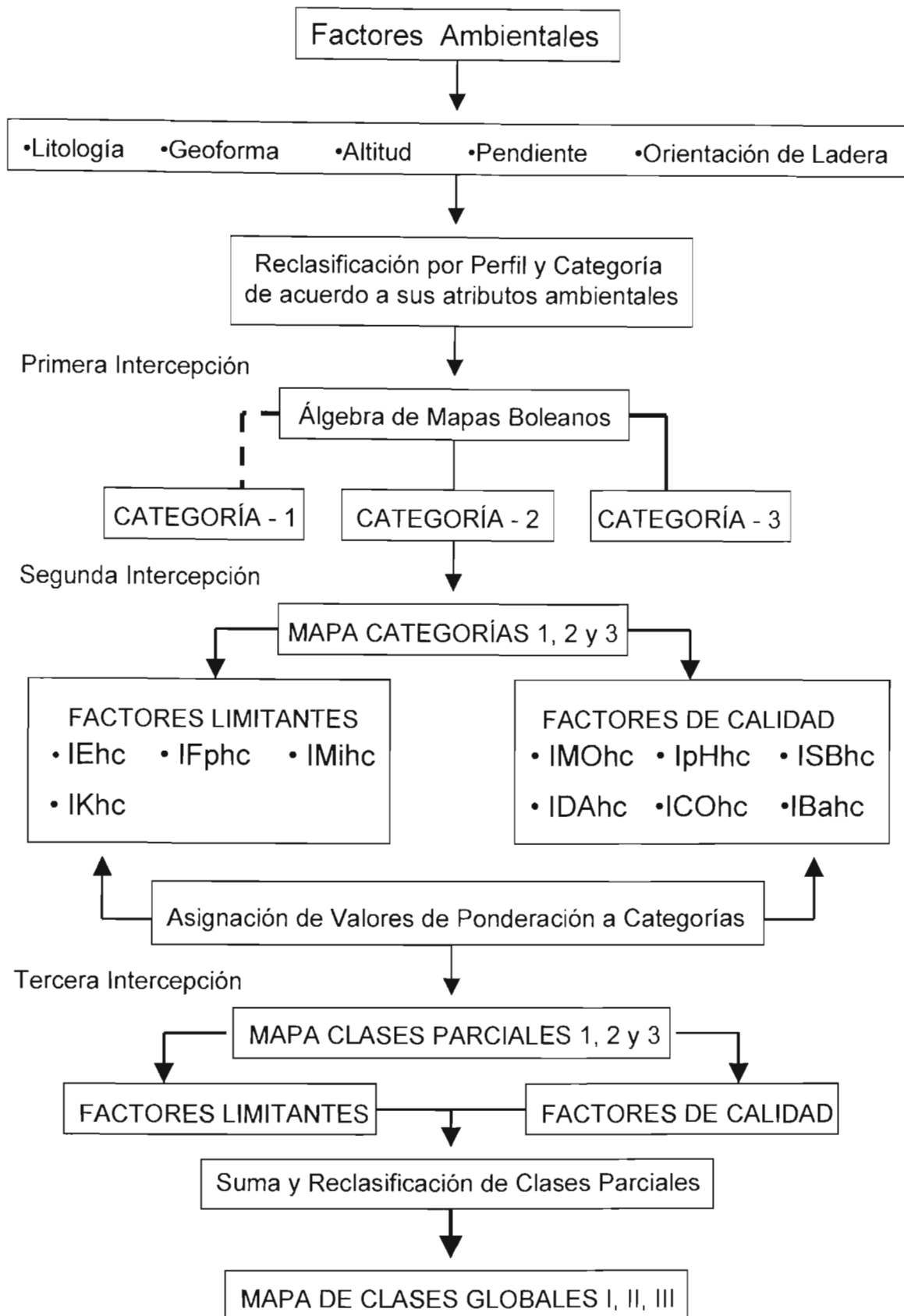


Figura IV.II.3. Proceso seguido para elaborar la cartografía de la comunidad de Zoyatlán. Las siglas de los índices de los factores limitantes y de calidad del suelo se especifican en la Tabla IV.II.1.

Para elaborar los mapas que sintetizaron el grupo de factores limitantes y el grupo de factores de calidad, se asignaron los valores ponderados (VPct) especificados para la construcción de clases de suelo (Tabla IV.II.2). El análisis espacial partió de lo particular a lo general, agregando los valores de cada categoría (VPct) por índice paramétrico. La sobreposición y la reclasificación de los mapas obtenidos del paso anterior permitió generar los mapas que sintetizaron la interacción espacial de las clases parciales para el grupo de factores limitantes y el de los factores de calidad. El mapa que resumió las Clases globales de suelos se elaboró sumando y reclasificando los mapas de clase parcial obtenidos en la etapa anterior (Fig. IV.II.3).

IV.II.4. Resultados y Discusión

IV.II.4.1. Fertilidad del horizonte cultivable y accesibilidad de los terrenos

Como ya fue mencionado (ver Capítulo IV.I), en el sistema de clasificación de tierras de Zoyatlán (SCTZ) la aptitud (S) de uso es resultado de la combinación de propiedades de la tierra y características de los tipos de tierras (facetas terrestres). Entre ellas destaca la accesibilidad, el espesor del horizonte cultivable y sus características de fertilidad, además de la disponibilidad de irrigación. También se indicó que de los siete tipos de suelo identificados en el SCTZ, los más apreciados son los suelos Tlalcapohtic – TLPCH - y Tlaltezoquitl –TLTZQ - (ambos Clase S1), los Texalli – TEXAL – (Clase S2), y los Xalli (Clase S3).

Los análisis de laboratorio para las características físicas y químicas de estos suelos (Tabla IV.II.3) mostraron que los mejores niveles de fertilidad se presentaron en los suelos TLPCH y TLTZQ. En ambos el horizonte cultivable es de color pardo muy oscuro, éste cuenta con alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), su contenido de materia orgánica es adecuado (%MO), el pH tiende a la alcalinidad, y su porcentaje de saturación de bases (%SB) es moderado. Estos dos tipos difieren entre sí por sus características texturales; en los suelos TLPCH la textura fue franco-areno-arcillosa mientras que en los TLTZQ fue arcillo-arenosa (Tabla IV.II.3.). Seguramente el contenido de arcilla en este último es la característica que los campesinos relacionan con los criterios de suelo pegajoso, barroso, muy frío, y cuya trabajabilidad es difícil (ver Tablas IV.I.1 y IV.I.2).

El tipo TEXAL compartió con los suelos TLPCH y TLTZQ el adecuado contenido de %MO (Tabla IV.II.3.), pero difirió en su color, el que varió de pardo rojizo oscuro a pardo rojizo. Aunque los valores de CIC fueron ligeramente menores, tanto el pH como el %SB mostraron valores más altos. La textura se distinguió por la menor proporción de arcilla, en tanto que la densidad aparente (DA) en los suelos TEXAL presentó valores más altos (Tabla IV.II.3). Las características de fertilidad de estos suelos contrastan drásticamente con las mostradas por los suelos Xalli. Su color varió de pardo rojizo claro a gris rojizo, y la textura fue predominantemente arenosa con muy bajos contenidos de arcilla, razón por la cual los valores de DA fueron los más altos de todos los suelos.

La CIC y el %MO fue considerablemente menor, en tanto que el %SB varió de bajo a moderado (Tabla IV.II.3).

La precaria fertilidad de los suelos Xalli se encuentra bien identificada por los productores (Clase S3). Como ya se indicó, estos suelos tienen un uso muy intenso (dos ciclos agrícolas al año), sustentado siempre por el uso de insumos químicos (ver Capítulos III y IV.I). La valoración costo-beneficio que realizan los campesinos para decidir la intensidad de uso de estos suelos incluye la ponderación de los siguientes factores: (a) disponibilidad de agua continua para el cultivo, (b) el horizonte cultivable cumple con el espesor apropiado para las actividades agrícolas, (c) son terrenos planos y su trabajabilidad es fácil, y (d) son terrenos de fácil accesibilidad pues se ubican en áreas cercanas a los asentamientos de la población (Fig. IV.II.1).

En contraste en los suelos con mejores condiciones de fertilidad (Clase S1 y S2), la dependencia de la época de lluvia para el cultivo implica que su uso por lo menos sea de un ciclo agrícola por año (ver Capítulos III y IV.I). A pesar de ello, los campesinos también combinan criterios de accesibilidad y fertilidad para determinar su aptitud de uso. Por ejemplo, en los suelos TLPCH y TEXAL los perfiles 19 y 78 presentaron condiciones de fertilidad buenas y aceptables, respectivamente; además, el primero cumple con los requisitos ideales en cuanto al espesor del horizonte cultivable. Sin embargo, las características del relieve en ambos casos restringe la aptitud de uso agrícola (Tabla IV.II.3). Por esta razón, en el contexto del Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán (SCTZ) estos sitios corresponden a la Clase Ns4b (ver Capítulo IV.I), condición que favorece la presencia de vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (ver Capítulo V).

Los seis perfiles restantes representativos de los suelos TLPCH, TLTZQ y TEXAL, además de sus adecuadas condiciones de fertilidad, son más accesibles, pues la pendiente osciló de 0 a 45% (Tabla IV.II.3). Por esta razón se encuentran bajo uso agrícola. En todos estos casos se observaron las peculiaridades identificadas por los campesinos para el espesor del horizonte cultivable. Por ejemplo, en los TEXAL la composición del horizonte cultivable por una o dos capas está representada por los perfiles 11 y 7, respectivamente. En este último la primera capa de dicho horizonte sólo alcanzó 13 cm; sin embargo, las diferencias entre ambas capas solamente fueron notorias para el %MO, que disminuyó casi en una unidad (Tabla IV.II.3). En el caso de los suelos TLPCH y TLTZQ, los perfiles 18 y 12, respectivamente, presentaron las características ideales para el espesor del horizonte cultivable (ver Capítulo IV.I). En contraste, los perfiles 133 y 2 mostraron ligeras modificaciones en el espesor de dicho horizonte. Esta aparente inconsistencia se explica si se toma en cuenta, en primer lugar, que las variaciones en el espesor de ambos perfiles son mínimas (3 a 4 cm); en el peor de los casos dicho espesor alcanzó 26 cm en una capa homogénea. En segundo lugar, se debe considerar que las variaciones en las características fisicoquímicas de las capas que complementan el espesor ideal de 30 cm casi siempre fueron inconspicuas, e incluso los cambios en %MO y %SB más bien contribuyen a mejorar la fertilidad de

Tabla IV.II.3. Características físicas y químicas del horizonte cultivable de los perfiles representativos de los suelos de Zoyatlán. Litol = litología; Pend = pendiente; OrLad= orientación de ladera; Geofor= geoforma. PrFT = profundidad total del perfil, el número en paréntesis indica el espesor de la primera capa del horizonte cultivable. A =arena; L =limo; R =arcilla; K =valor de erodabilidad; MO =materia orgánica; DA =densidad aparente; CIC = capacidad de intercambio catiónico; SB = porcentaje de saturación de bases; BQ = brecha cuarcítica; BV = brecha volcánica; AND = andesita; ALV = aluvión; CLZ = caliza. El asterisco indica que no tiene uso agrícola.

Perfil	Litol	Altitud (m. snm)	Pend (%)	OrLad	Geofor	PrFTot (cm)	Textura			K	MO (%)	pH (H ₂ O)	DA (Mgm-2)	CIC (cmol+Kg-1)	SB (%)	Color	
							(%) A	(%) L	(%) R							Húmedo	Seco
TLALCAPOCHTIC																	
18	BQ	1490	0 - 8		Cima	75 (35)	66.0	13.4	20.6	0.23	3.45	8.2	1.17	31.5	61.9	10YR 2/1	10YR 3/2
19*	BQ	1460	60	NE	Ladera	54 (30)	60.2	17.6	22.2	0.23	2.91	7.7	1.13	42.0	56.9	10YR 3/2	10YR 4/1
133	BQ	1500	23.5	NW	Ladera	73 (26)	65.0	13.4	21.6	0.23	3.10	8.2	1.15	32.5	63.9	10YR 2/1	10YR 3/2
							62.0	15.4	22.6		5.29	8.2	1.1	40.1	66.1	10YR 2/1	10YR 3/1
TLALTEZOQUITL																	
2	AND	1380	32.5	NW	Ladera	53 (27)	29.0	16.4	54.6	0.18	2.93	7.0	1.09	46.6	50.2	10YR 2/2	10YR 3/2
							45.4	14.0	40.6		3.28	7.9	1.11	38.9	58.3	10YR 2/2	10YR 3/2
12	AND	1350	45	S	Ladera	130 (30)	52.6	8.4	39.0	0.18	2.93	8.2	1.11	53.3	55.1	10YR 2/1	5YR 3/1
TEXALLI																	
7	BV	1485	0 - 10		Cima	88 (13)	67.4	13.6	19.0	0.28	3.88	8.3	1.25	24.1	85.0	5YR 3/2	5YR 4/3
							63.0	11.6	25.4		2.76	8.4	1.15	28.9	86.8	5YR 2.5/2	5YR 3/2
11	BQ	1470	45	NE	Ladera	54 (30)	65.0	15.6	19.4	0.28	3.62	8.4	1.16	27.8	70.1	7.5YR 3/2	7.5YR 4/2
78*	BQ	1400	70	NE	Ladera	33 (14)	63.1	20.0	16.9	0.21	8.47	8.0	1.17	39.4	47.2	10YR 2/2	10YR 3/3
							61.4	22.0	16.6		2.39	8.3	1.32	28.9	71.6	5YR 3/4	5YR 5/3
XALLI																	
103	ALV	1340	0 - 3.5		Vega	45 (30)	86.0	8.0	6.0	0.19	1.74	7.5	1.38	12.75	45.33	5YR 4/3	5YR 6/2
114	ALV	1326	0		Vega	30 (30)	90.0	5.0	5.0	0.14	0.67	8.1	1.59	15.1	68.54	5YR 5/2	5YR 7/1
TLALCHICHILTIC																	
4	BQ	1400	17.6	SE	Ladera	60 (8)	56.6	10.8	32.6	0.27	2.76	6.1	1.18	23.4	38.4	5YR 3/4	5YR 4/6
							43.4	8.0	48.6		0.86	5.9	1.14	28.2	46.4	2.5YR 3/6	2.5YR 3/4
102	BQ	1355	19	N	Ladera	90 (30)	56.0	18.0	26.0	0.3	1.88	5.5	1.25	23.0	26.13	5YR 3/3	5YR 4/3

Tabla IV.II.3. Continuación

Perfil	Litol	Altitud (m snm)	Pend (%)	OrLad	Geofor	PrfTot (cm)	Textura			K	MO (%)	pH (H2O)	DA (Mgm-2)	CIC (cmol+Kg-1)	SB (%)	Color	
							(%) A	(%) L	(%) R							Húmedo	Seco
TLALNEXTLI																	
104	BQ	1560	0 - 4.5		Cima	75 (30)	59.6	22.4	18.0	0.35	1.94	7.9	1.17	24.9	42.4	5YR 5/3	5YR 6/2
111*	BQ	1552	12	NW	Ladera	90 (30)	36.8	26.4	36.8	0.45	2.35	7.5	1.07	26.5	42.0	5YR 5/2	5YR 6/2
TEPETATL																	
22*	CLZ	1380	51	S	Ladera	12	54.6	20.0	25.4	0.22	15.59	7.3	0.78	34.6	73.1	10YR 2/2	10YR 3/2
							44.6	29.8	25.7		5.46	8.1	1.05	24.4	83.6	5YR 3/2	5YR 4/2
26*	CLZ	1360	40	NE	Ladera	16	43.8	18.0	38.2	0.22	7.98	8.0	1.03	39.7	42.8	7.5YR 3/2	7.5YR 4/2
							48.2	11.6	40.2		4.93	9.3	1.11	28.9	44.6	7.5YR 3/2	7.5YR 4/2
33	CLZ	1425	0 - 4		Cima	26	61.4	13.6	25.0	0.28	2.79	8.0	1.00	39.9	70.0	5YR 3/4	5YR 5/2
INTERGRADO TEXALLI/TLALCHICHILTIC																	
3	BQ	1400	10.5	NW	Ladera	100 (10)	61.4	15.6	23.0	0.26	1.08	8.0	1.28	27.9	57.3	5YR3/4	5YR4/4
							44.6	24.0	31.4		0.345	8.3	1.23	35.4	46.6	5YR3/4	5YR5/4
INTERGRADO TLALCAPOCHTIC/TLALNEXTLI																	
10*	BQ	1570	37.5	SE	Ladera	136 (10)	59.1	20.0	20.9	0.24	6.50	8.1	1.06	43.7	40.4	7.5YR 3/2	7.5YR 4/2
							58.6	26.0	15.4		2.42	8.6	1.04	33.0	97.6	5YR 4/3	5YR 5/2
							63.4	22.0	14.6		1.55	8.5	1.22	36.3	72.1	5YR 4/3	5YR 5/2
13*	AND	1330	60	N	Ladera	110 (3)	49.0	22.4	28.6	0.27	2.93	7.4	0.89	53.8	48.8	5YR 2.5/2	5YR 3/2
							51.4	24.0	24.6		2.76	8.3	1.07	50.7	57.6	5YR 3/2	5YR 4/2
							61.1	26.0	12.9		2.07	8.4	1.17	52.1	60.2	5YR 4/3	5YR 6/2

estos suelos. En tercer lugar, se encuentran los porcentajes de pendiente que presentaron estos terrenos y que favorece su accesibilidad; su valor fue mucho menor al presentado por los perfiles 18 y 12 (Tabla IV.II.3).

En el Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán (SCTZ) los tres tipos de suelo con menor interés de uso agrícola son, en orden de importancia: Tlalchichiltic –TLCHI – (Clase S3); Tlalnextli – TLNXT– y Tepetatl –TEPTL– (ambos Clase Ns4a). Como se indicó (ver Capítulos III y IV.I), las deficiencias en la fertilidad natural de los suelos TLCHI y TLNX es bien conocida por los productores, pues para la producción de básicos se aplican fertilizantes y se emplean estrategias que combinan el periodo de descanso agrícola y sistemas de siembra diferenciados. Ambos tipos difieren de los TLPCH, TLTZQ (Clase S1) y TEXAL (Clase S2), por su textura que tiende a ser más fina debido a un notorio incremento en los porcentajes de limo, y también porque en general presentaron valores más bajos en %MO, CIC y %SB (Tabla IV.II.3). Además, los suelos TCHI siempre tuvieron colores rojos, cuya tonalidad varió, entre perfiles y capas que conforman el horizonte cultivable, desde rojo oscuro hasta el pardo rojizo, mientras que en los TLNXT su color correspondió a los pardo grisáceos. Llama la atención la posición de los suelos TLNXT en el SCTZ, porque las características de fertilidad de ambos tipos son parecidas. Incluso en sentido estricto podría considerarse que los TLCHI presentan condiciones más precarias para el desarrollo del cultivo, por su pH ácido y las pronunciadas diferencias entre las capas que conforman el horizonte cultivable (Tabla IV.II.3). No obstante, tal distinción parece estar fundamentada en la combinación de factores de accesibilidad y eficiencia del trabajo agrícola. Ambos tipos de suelo presentaron pendiente moderadas (0 - 19%), e incluso los sitios representados por los TLNXT tuvieron menor inclinación. Sin embargo, las diferencias en altitud entre ambos fueron por lo menos de 150 m (Tabla IV.II.3.). Los TLNXT se ubican en altitudes superiores a 1550 m, lo que implica que los suelos TLCHI tengan mejores condiciones de acceso, no solamente porque su altitud es menor, sino también porque se ubican más cerca de los asentamientos de la población (Fig. IV.II.1). Adicionalmente se debe tomar en cuenta que el uso agrícola de los TLNXT implica mayor esfuerzo de trabajo y menor rentabilidad en cuanto a la obtención de cultivos. En estos suelos sólo se practica la siembra en mosaico de maíz y frijol, porque la calabaza champona (con valor para consumo humano, forraje para la ganadería de traspatio y venta de semilla) no prospera en estos suelos. Por esta razón no se realiza la siembra concomitante (maíz-frijol-calabaza, que implica menor esfuerzo de trabajo), mientras que en los suelos TLCHI dicha asociación es preferida (ver Capítulo III). Estos argumentos indican que la posición de los suelos TLNXT (Clase Ns4a – frecuentemente no apto para uso agrícola) en el Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán se fundamenta en la relación costo-beneficio para la producción. Por ello, en el perfil 111, cuyas características de fertilidad son similares a las del 104, un moderado incremento en la pendiente (Tabla IV.II.3) determina que no sea apto para uso agrícola (Clase Ns4b –permanentemente no apto para uso agrícola).

En los suelos TEPTL las Clases Ns4a y Ns4b (ver Capítulo IV.I) están básicamente relacionadas con el escaso espesor del horizonte cultivable, pues sus características de fertilidad son parecidas a las de los suelos TLCPCH, TLTZQ y TEXAL. En la Tabla IV.II.3 se observa que el horizonte cultivable de estos suelos no cumplió con 30 cm de espesor, aun y cuando varios perfiles presentaron dos capas. A pesar de las limitaciones en dicho horizonte en los suelos TEPTL, nuevamente los productores aplican distinciones para determinar su aptitud de uso. Por ejemplo, el limitado espesor del horizonte cultivable y condiciones de pendiente en los perfiles 22 y 26 determina que estas áreas no sean aptas para el uso agrícola (Clase Ns4b), y por ello sostienen vegetación secundaria de BTC. Por el contrario, las características denotadas por el perfil 33 para el espesor del horizonte cultivable y condiciones de pendiente (Clase Ns4a) permiten el desarrollo de la agricultura aunque esto implique un gran esfuerzo de trabajo. En las labores culturales sólo se utiliza fuerza de trabajo humano, además de la aplicación de periodos de descanso agrícola considerables (ver Capítulos III y IV.I).

Aunque las características físicas y químicas del tipo TEPTL fueron variables entre perfiles, las particularidades que mostraron con respecto a la textura, color, CIC, pH y %SB sugieren gradaciones evolutivas hacia el desarrollo de suelos del tipo TLCPH y TLTZQ. Este fenómeno también fue evidente en las intergradaciones observadas en los perfiles 3, 10 y 13. En los tres el espesor del horizonte cultivable siempre estuvo formado por varias capas (Tabla IV.II.3), pero en las características físicas y químicas de las capas es posible reconocer variantes de los tipos antes descritos. Por ejemplo, el perfil 3 es una variante entre el tipo TEXAL/TLCHI, mientras que el 10 y 13 son variantes entre el TLPCH/TLNXT. Al igual que en la unidad TEPTL, se puede observar que conforme aumentó el %MO y la presencia de colores del suelo rojos y oscuros entre las capas, se manifiestan mejores condiciones de fertilidad. Sin embargo, solamente el perfil 3 es utilizado para la agricultura, dado que en él confluyen el menor número de capas para el horizonte cultivable y un porcentaje de pendiente aceptable (Tabla IV.II.3). Todos estos argumentos indican que los siete tipos de suelo indígena están bien definidas en sus propiedades físicas y químicas. La presencia de intergradados indica procesos dinámicos que son comunes a los suelos y sugieren la presencia de etapas de evolución progresiva o regresiva del suelo. La existencia de estos procesos en Leptosoles y Regosoles ya fue documentada en algunos estudios, los que destacan que a pesar del escaso desarrollo de estos suelos, es posible identificar procesos de evolución (Duchaufour, 1984; Gama-Castro, 1996; Bockheim y Gennadiyev, 2000; Nachtergaele et al., 2000).

IV.II.4.2. Retención de agua y erodabilidad del horizonte cultivable

Los valores de retención de agua y erodabilidad obtenidos en los análisis de laboratorio para el horizonte cultivable generalmente tuvieron una buena correspondencia, con las expresiones utilizadas en el SCTZ para catalogar dichas variables (“tierra fría y caliente”, “lavado del suelo”, respectivamente) y que distinguen a cada tipo de suelo (ver Tabla IV.I.1). Por ejemplo, los tipos TLPCH y TLNXT fueron catalogados como tierra fría. Los porcentajes de retención inicial de los

perfiles TLPCH fueron cercanos a 60% (Fig. IV.II.4a), mientras que en el segundo se obtuvieron variaciones entre perfiles de 43 a 87%. La misma situación se presentó para el TLTZQ, considerado como "muy frío". Su porcentaje inicial fue cercano a 80%, inclusive hacia el día 14 éste todavía retuvo el 33% de humedad (Fig. IV.II.4a y b).

La percepción de los campesinos sobre el escaso lavado de los suelo TLTZQ y Xalli coincide estrechamente con los bajos valores de erodabilidad (K de 0.14 a 0.19) obtenidos. Esta situación se repitió para los tipos TLPCH y TEPTL los que son calificados con un "lavado de suelo" bajo y bajo a moderado, respectivamente, y cuyos valores de K fueron intermedios (Tabla IV.II.3). No obstante, se presentaron algunas excepciones. Por ejemplo, los suelos TEXAL y TLCHI se perciben como los que "más se lavan"; sin embargo, los valores de K variaron de 0.21 a 0.30. En contraste, se considera que el TLNXT presenta un "lavado de suelo" bajo, pero sus valores de K fueron los más altos de todos los suelos (Tabla IV.II.3).

Seguramente estas discrepancias están relacionadas con el valor productivo que estos suelos representan en el Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán. Como se indicó el tipo TLNXT es de los menos apreciados para la agricultura (Clases Ns4a) por restricciones en su fertilidad natural, acceso y variedad de productos agrícolas obtenidos. Por el contrario, los TEXAL y TLCHI presentan mayor interés productivo, a pesar de las diferencias en su fertilidad natural (Clase S2 y S3, respectivamente), dadas sus condiciones de acceso, trabajabilidad y productos agrícolas derivados de su cultivo. Adicionalmente, se debe considerar que en un sentido comparativo los tipos TEXAL y TLCHI se "lavan más" que los TLPCH –a pesar de que los valores de K de los tres tipos de suelo sean moderados de acuerdo a la escala establecida por FAO-PNUMA (1980)-, y que en los dos primeros el horizonte cultivable puede estar compuesto por una o dos capas, mientras que en los suelos TLPCH dicho horizonte normalmente cumple con los requisitos ideales. Por una parte, los argumentos expuestos explican porque los productores identifican a los TEXAL y TLCHI como los suelos que más se lavan. Por la otra, enfatizan que la erosión del suelo es un fenómeno bien identificado por los productores, quienes relacionan este proceso con la disminución del horizonte cultivable. Tal percepción sugiere que el proceso está relacionado indirectamente con la fertilidad, en la medida que en los suelos con mayor interés productivo disminuye el espesor de dicho horizonte. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios (Niemeier, 1995; Habarurema y Steiner, 1997; Talawar y Rhoades, 1998; Winklerprins, 1999), en los cuales se indica que las aparentes inconsistencias derivadas de las clasificaciones de uso, con respecto al vínculo entre la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo, son debidas a una selección inadecuada tanto de los factores que potencialmente limitan la producción, como la relación que ellos guardan para las áreas con mayor interés productivo.

Inconsistencias parecidas se obtuvieron en los porcentajes de retención de agua. El suelo Xalli es considerado como "tierra fría", pero el valor obtenido fue el más bajo de todos los perfiles representativos (Fig. IV.II.4a). Quizá en este caso dicho término está más bien relacionado con la cercanía del manto freático, ya que estos terrenos se ubican próximos a la vega del río. De manera

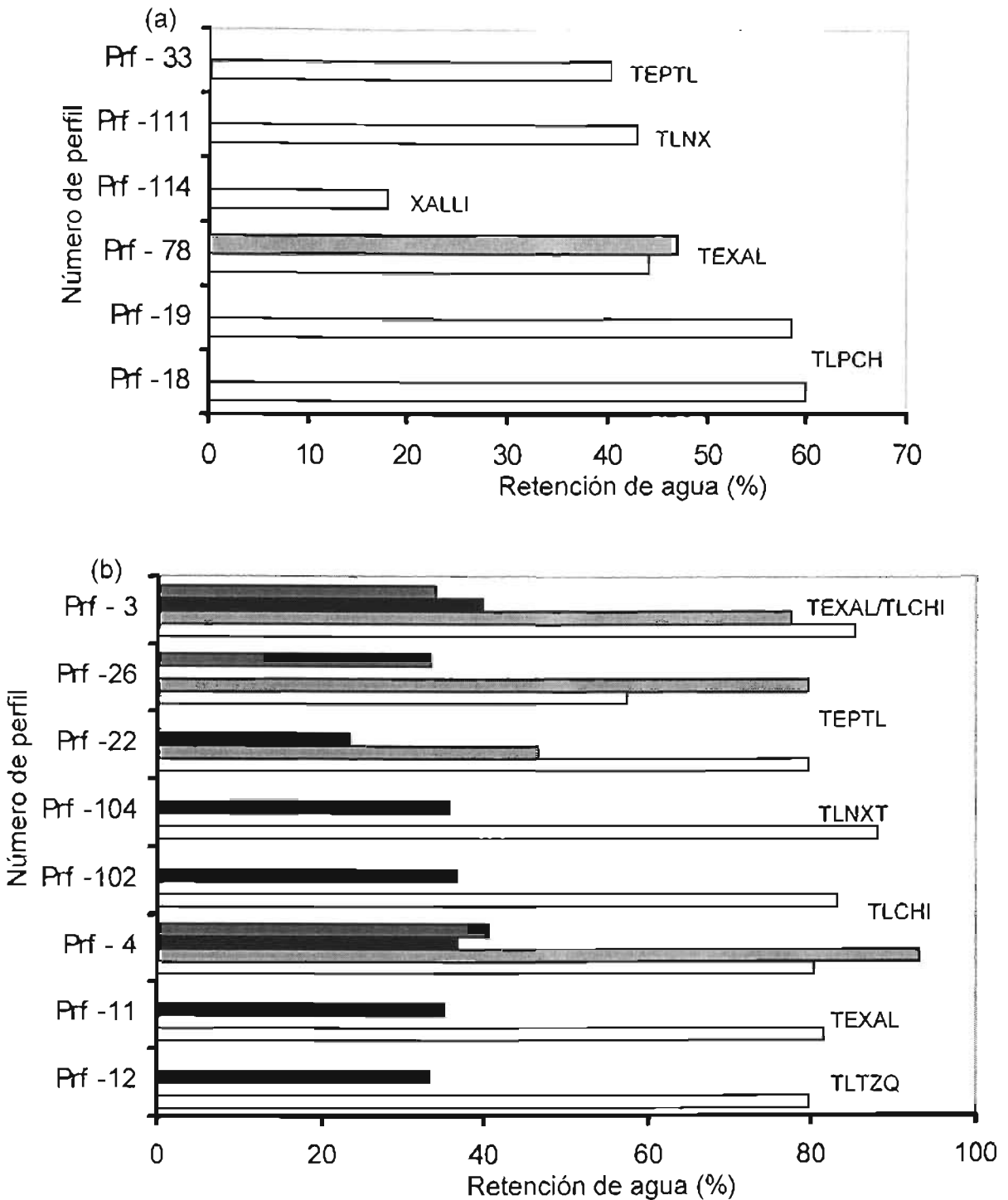


Figura IV.II.4. Porcentaje de retención de agua del horizonte cultivable en los siete tipos de suelos del Sistema de Clasificación de Tierras de Zoyatlán. (a) perfiles con 12 horas de drenado y porcentaje ≤ 60%. (b) perfiles con 12 horas de drenado y porcentaje > 60%. Barras blancas y gris claro = retención a 12 horas, primera y segunda capa, respectivamente; barras negras y gris oscuro = retención a 14 días, primera y segunda capa, respectivamente. Tipo de suelo: TLPCH = Tlalcapochtlic; TLTZQ = Tlaltezoquitli; TEXAL = Texalli; TLCHI = Tlalchichiltic; TLNXT = Tlalnextli; TEPTL = Tepetatl.

contraria, los TEXAL y TLCHI son calificados como "tierra caliente", pero su porcentaje de retención inicial varió entre 44 y 83%. Llama la atención que en algunos de los perfiles representativos de estos suelos, hacia el día 14 todavía mantenían porcentajes de agua superiores a 35%; inclusive destaca que esta tendencia también se presentó para el perfil que representó al intergrado (TEXAL/TLCHI) de ambos tipos de suelo (Fig. IV.II.4a y b).

Como se indicó en el Capítulo IV.I, la capacidad de retención de agua estos suelos es resultado de la interacción positiva de la materia orgánica y de productos no cristalinos del tipo protoalofánico y quizá ferridryta. Aunque la existencia de amorfos bien caracterizados sólo se corroboró para el perfil 4, es probable que en los perfiles 3 y 102 también se encuentren este tipo de minerales. Esto se debe a que en los tres casos se obtuvieron porcentajes de retención de agua muy parecidos, pero además en dichos perfiles siempre estuvo representado el suelo TLCHI (Fig. IV.II.4b). Aunque en otros perfiles también se obtuvieron porcentajes de retención considerables a los 14 días, la presencia de amorfos no fue verificada. No obstante, es probable que en esos suelos esté presente la ferridryta, pues se ha indicado que algunas tonalidades rojas en los suelos (Hue y Value de 5YR a 7.5YR) son indicativas de la presencia de ese mineral (Wanbeke, 1992; Schwertmann, 1993; Gama-Castro et al., 2000). Esto sugiere que el color es un reflejo del complejo mineral, pues en la mayoría de los perfiles representativos esos colores fueron dominantes y casi siempre coincidió con altos porcentajes de retención de agua (Tabla IV.II.3; Fig. IV.II.4b).

IV.II.4.3. Estado actual de los suelos de Zoyatlán – Metodología Paramétrica

Con la finalidad de ilustrar la obtención de categorías y clases con base en la propuesta paramétrica, en primer lugar se presentan los resultados obtenidos con esta metodología para los 20 perfiles representativos. Posteriormente se describen los obtenidos para los 73 perfiles, a partir de los cuales se obtuvo el diagnóstico del estado actual de los suelos de la comunidad.

IV.II.4.3.1. Perfiles representativos

De los cuatro factores limitantes propuestos para evaluar el horizonte cultivable de los suelos de Zoyatlán (IEhc, IFphc, IMihc, IKhc; Tabla IV.II.1), la mayor frecuencia de categoría 1 se presentó para los índices IFphc y IMihc, con 17 y 13 perfiles, respectivamente (Tabla IV.II.4). Las categorías 1 y 2 fueron las mejor representadas en el IKhc y IEhc. En el primero cuatro perfiles tuvieron categoría 1 y 16 categoría 2, en el segundo nueve y ocho perfiles, respectivamente, correspondieron a esas categorías.

Únicamente los suelos TLTZQ y Xalli (perfiles 12, 103 y 114) mostraron categoría 1 en los cuatro índices (Tabla IV.II.4). Los que presentaron el índice de IKhc en categoría 2 y los restantes en categoría 1 fueron los tipos TLPCH y TEXAL (perfiles 18, 19 y 11, respectivamente). Solamente en los suelos TCHI y TLNX el IMhc presentó categoría 2, independientemente de que el espesor

Tabla IV.II.4. Resultados de los índices paramétricos para el grupo de factores limitantes y de calidad en los suelos de Zoyatlán. Vp = valor paramétrico del índice; Cat = categoría, asignada con base en el intervalo de valores (PVi) presentado en la tabla IV.2.2; VPCt = valor ponderado de la categoría. Prf = número de perfil; TLPCH = Tlalcapochtlic; TLTZQ = Tlalzezoquitli; TEXAL = Texalli; TLCHI = Tlalchichiitlic; TLNXT = Tlalnextli; Asterisco = sin uso agrícola.

índice	Vp	Cat	VPCt	Vp	Cat	VPCt	Vp	Cat	VPCt	Vp	Cat	VPCt
	Prf 18 (TLPCH)			Prf 19 (TLPCH)*			Prf 113 (TLPCH)			Prf 2 (TLTZQ)		
IEhc	1	1	21	1	1	21	0,66	2	14	0,66	2	14
IFphc	1,564	1	15	2,31	1	15	2,47	1	15	1,76	1	15
IMihc	1	1	12	1	1	12	1/1	1	12	1/0,66	2	8
IKhc	0,23	2	4	0,23	2	4	0,23	2	4	0,18	1	6
Clase parcial	1	Valor = 52		1	Valor = 52		2	Valor = 45		2	Valor = 43	
IMOhc	0,792	1	21	0,67	1	21	0,68	1	21	0,88	1	21
IpHhc	0,66	2	10	0,66	2	10	0,66/0,66	2	10	1/0,66	2	10
ISBhc	2,392	1	12	1,03	1	12	3,14	1	12	0,708	1	12
IDAhc	0,66	2	4	0,66	2	4	0,66/1	2	4	1/0,66	2	4
ICOhc	1	1	3	1	1	3	1/1	1	3	1/1	1	3
IBahc	0,735	1	3	1,0	1	3	1,07	1	3	2,04	1	3
Clase parcial	1	Valor = 53		1	Valor = 53		1	Valor = 53		1	Valor = 53	
Clase global	I	Valor = 105		I	Valor = 105		II	Valor = 98		II	Valor = 96	
	Prf 12 (TLTZQ)			Prf 7 (TEXAL)			Prf 11 (TEXAL)			Prf 78 (TEXAL)*		
IEhc	1	1	21	0,66	2	14	1	1	21	0,66	2	14
IFphc	1,89	1	15	1,59	1	15	1,65	1	15	3,14	1	15
IMihc	1	1	12	1/1	1	12	1	1	12	1/1	1	12
IKhc	0,18	1	6	0,28	2	4	0,28	2	4	0,21	2	4
Clase parcial	1	Valor = 54		2	Valor = 45		1	Valor = 52		2	Valor = 45	
IMOhc	0,67	1	21	0,89	1	21	0,66	2	14	0,62	2	14
IpHhc	0,66	2	10	0,33/0,33	3	5	0,33	3	5	0,66/0,33	3	5
ISBhc	0,59	2	8	5,38	1	12	2,85	1	12	4,03	1	12
IDAhc	0,66	2	4	0,66/0,66	2	4	0,66	2	4	0,66/0,33	3	2
ICOhc	1	1	3	1/1	1	3	1	1	3	1/0,66	2	2
IBahc	0,91	1	3	1,1	1	3	0,719	1	3	1,21	1	3
Clase parcial	2	Valor = 49		2	Valor = 48		2	Valor = 41		2	Valor = 38	
Clase global	I	Valor = 103		II	Valor = 93		II	Valor = 93		II	Valor = 83	
	Prf 103 (XALLI)			Prf 114 (XALLI)			Prf 4 (TLCHI)			Prf 102 (TLCHI)		
IEhc	1	1	21	1	1	21	0,66	2	14	1	1	21
IFphc	1,49	1	15	2,09	1	15	0,981	1	15	0,74	1	15
IMihc	1	1	12	1	1	12	0,66/0,66	2	8	0,66	2	8
IKhc	0,19	1	6	0,14	1	6	0,27	2	4	0,30	2	4
Clase parcial	1	Valor = 54		1	Valor = 54		2	Valor = 41		2	Valor = 48	
IMOhc	0,69	1	21	0,09	3	7	0,499	2	14	0,748	1	21
IpHhc	1	1	15	0,66	2	10	0,66/0,66	2	10	0,33	3	5
ISBhc	8,01	1	12	14,39	1	12	0,649	2	8	0,418	2	8
IDAhc	0,33	3	2	0,33	3	2	0,66/0,66	2	4	0,66	2	4
ICOhc	0,33	3	1	0,33	3	1	0,66/0,66	2	2	1	1	3
IBahc	0,89	1	3	0,59	2	2	1,866	1	3	1,719	1	3
Clase parcial	1	Valor = 54		3	Valor = 34		2	Valor = 41		2	Valor = 44	
Clase global	I	Valor = 108		II	Valor = 88		II	Valor = 82		II	Valor = 92	

Índice	Vp	Cat	VPct	Vp	Cat	VPct	Vp	Cat	VPct	Vp	Cat	VPct
	Prf 104 (TLNXT)			Prf 111 (TLNXT)*			Prf 22 (TEPTL)*			Prf 26 (TEPTL)*		
IEhc	1	1	21	1	1	21	0,066	3	7	0,088	3	7
IFphc	1,07	1	15	0,985	1	15	0,165	3	5	0,2151	3	5
IMihc	0,66	2	8	0,66	2	8	1/0,66	2	8	1/0,66	2	8
IKhc	0,35	3	2	0,58	3	2	0,22	2	4	0,22	2	4
Clase parcial	2	Valor = 46		2	Valor = 46		3	Valor = 24		3	Valor = 24	
IMOhc	0,772	1	21	0,538	2	14	0,0632	3	7	0,111	3	7
IpHhc	0,66	2	10	1	1	15	1/0,66	2	10	0,66/0,33	3	5
ISBhc	0,917	1	12	0,51	2	8	0,335	2	8	0,09	3	4
IDAhc	0,66	2	4	1	1	6	0,66/1	2	4	1/0,66	2	4
ICOhc	0,33	3	1	0,33	3	1	1/1	1	3	1/1	1	3
IBahc	1,28	1	3	1,32	1	3	0,104	3	1	0,239	3	1
Clase parcial	2	Valor = 51		2	Valor = 47		3	Valor = 33		3	Valor = 24	
Clase global	II	Valor = 97		II	Valor = 93		III	Valor = 57		III	Valor = 48	
	Prf 33 (TEPTL)			Prf 3 (TEXAL/TLCHI)			Prf 10 (TLCPH/TLNXT)*			Prf 13 (TLPCH/TLNXT)*		
IEhc	0,286	3	7	0,66	2	14	0,66	2	14	0,66	2	14
IFphc	0,5705	2	10	1,96	1	15	5,18	1	15	6,302	1	15
IMihc	1	1	12	1/1	1	12	1/1/1	1	12	1/1/1	1	12
IKhc	0,28	2	4	0,26	2	4	0,24	2	4	0,27	2	4
Clase parcial	3	Valor = 33		2	Valor = 45		2	Valor = 45		2	Valor = 45	
IMOhc	0,204	3	7	0,316	3	7	0,975	1	21	1,176	1	21
IpHhc	0,66	2	10	0,66/0,33	3	5	0,66/0,33/0	3	5	1/0,33/0,33	3	5
ISBhc	0,33	3	4	1,091	1	12	9,073	1	12	4,59	1	12
IDAhc	1	1	6	0,33/0,66	3	2	1/1/0,66	2	4	1/1/0,66	2	4
ICOhc	0,66	2	2	0,66/0,66	2	2	1/0,33/0,33	3	1	1/1/0,33	3	1
IBahc	0,267	3	1	1,55	1	3	1,295	1	3	1,355	1	3
Clase parcial	3	Valor = 30		3	Valor = 31		2	Valor = 46		2	Valor = 46	
Clase global	III	Valor = 63		II	Valor = 76		II	Valor = 91		II	Valor = 91	

del horizonte cultivable estuviera formado por una o dos capas. Asimismo, los perfiles representativos del tipo TLNX fueron los únicos que presentaron categoría 3 en IKhc (Tabla IV.II.4). Llama la atención el resultado obtenido en el potencial mineral del suelo y la erodabilidad para los intergrados de ambos tipos de suelo. Los tres perfiles tuvieron categoría 1 en el IMihc, en tanto que para el IKhc los intergrados TLPCH/TLNX presentaron categoría 2. El tipo TEPTL se caracterizó por mostrar categoría 3 en por lo menos dos de los cuatro factores limitantes. En los tres perfiles para los índices de IKhc y IMihc dominó la categoría 2. Sin embargo, en el perfil 33 (único con uso agrícola), solamente el IEhc presentó categoría 3 (Tabla IV.II.4).

Cuando los valores de ponderación (VPCt; Tabla IV.II.2) de cada categoría fueron asignados e integrados, a través de sumarlos, se obtuvo que seis perfiles (perfiles: 11 -TEXAL, 12 - TLTZQ, 18 y 19 -TLPCH , 103 y 104 - Texalli) presentaron Clase parcial 1, es decir, restricciones mínimas. Solamente en tres perfiles (22, 26 y 33 - TEPTL) se obtuvo Clase parcial 3, es decir restricciones severas. Aunque en los once restantes se obtuvo Clase parcial 2, es decir, restricciones moderadas, porque los valores obtenidos se distribuyeron en el intervalo de clase entre 41 y 45 unidades, cabe señalar que el valor más bajo correspondió al suelo TLCHI (Tablas IV.II.2 y IV.II.4). La predominancia de categoría 1 en los cuatro índices propuestos para los tipos TLPCH, TLTZQ, TEXAL y Xalli indican que estos suelos presentan menores restricciones, que los TLCHI, TLNX y TEPTL. Además, también indican que las propiedades mineralógicas más pobres se encuentran en los suelos TLCHI y TLNX, porque en ellos el IMihc siempre presentó categoría 2.

Las categorías obtenidas en los seis factores de calidad del suelo para el horizonte cultivable (IMOhc, IpHhc, ISBhc, IDAhc, ICOhc, IBahc; Tabla IV.II.1) fueron muy variables entre los perfiles representativos. Solamente fue dominante la categoría 1 para los índices IBahc y ISBhc, cuya presencia varió de 15 a 13 perfiles, respectivamente (Tabla IV.II.4). Aunque en ninguno de los perfiles representativos se obtuvieron todos los índices de calidad con categoría 1, en los suelos TLCPCH y TLTZQ dicha categoría estuvo presente por lo menos en tres de los seis índices; además, en ninguno de éstos se presentó la categoría 3. En los perfiles restantes al menos un índice, a excepción del perfil 4 con dominancia de categoría 2, presentó dicha categoría. Solamente en cuatro perfiles se obtuvieron tres índices de calidad con categoría 3, dos de ellos correspondieron al suelo TEPTL, uno al Xalli y otro más al intergrado TEXAL/TLCHI (Tabla IV.II.4).

Cuando los valores de ponderación (VPCt; Tabla IV.II.2) para las categorías de los seis índices de calidad fueron integrados, en cinco perfiles se obtuvo Clase parcial 1 (restricciones mínimas), tres fueron representativos de los suelos TLCPH, otro de TLTZQ y otro más para Xalli (Tabla IV.II.4). En estos casos los valores de clase fueron parecidos (54 a 53) pues sólo variaron en una unidad. Las restricciones más severas (Clase parcial 3) también se presentaron en cinco perfiles, aunque en este caso los valores de clase parcial variaron en 10 unidades (24 a 34). Tres de ellos correspondieron a los suelos TEPTL, uno al Xalli y el otro al intergrado TEXAL/TLCHI. Aunque la Clase parcial 2 (restricciones moderadas) se obtuvo en 10 perfiles, al igual que en el caso anterior los valores obtenidos variaron considerablemente entre perfiles, 51 a 38 unidades (Tabla IV.II.4).

Obviamente estas acentuadas variaciones son debidas a la presencia casi constante de la categorías 2 y 3 en los seis índices de calidad.

La dominancia de las clases parciales 2 y 3 en los índices que representaron los factores de calidad, indica que este grupo está más afectado que el grupo de factores limitantes (Tabla IV.II.4). Esta diferencia era de esperar, porque los factores de calidad representan parámetros que incluyen características de los suelos que pueden ser alteradas fácilmente y a una tasa relativamente rápida. En contraste, en el grupo de factores limitantes se incluyen parámetros inherentes a los suelos que son muy difíciles de modificar en periodos de tiempo cortos. Por ejemplo, las considerables diferencias obtenidas para el grupo de factores de calidad en los perfiles que representaron a los suelos Xalli (Tabla IV.II.4) fueron debidas a que el terreno del perfil 114 se encontraba bajo uso agrícola cuando se realizó el muestreo; incluso destaca su contenido de materia orgánica porque aquí se presentó el valor más bajo de todos los perfiles representativos. Otro caso similar fue evidente en el perfil 104, donde se obtuvo uno de los valores más altos para la clase parcial 2. Tal resultado se explica porque en los suelos TLNX los periodos de descanso agrícola varían de dos a tres años; inclusive esta forma de manejo para el descanso de la tierra también es asignado a los suelos TLCHI (ver Capítulos III y IV.I). Tales diferencias también se encuentran claramente ejemplificadas para los sitios que no estuvieron bajo uso agrícola debido a su complicada accesibilidad. Así, los valores de clase parcial para los factores de calidad en los perfiles 10, 13, 19 y 111 variaron desde 53 hasta 46 (Tabla IV.II.4). Con estos elementos es posible aseverar que la tasa de cambio de los factores de calidad se encuentra directamente relacionada con la intensidad de uso agrícola de los suelos.

IV.II.4.3.2. Análisis total de los perfiles de suelo

El análisis de los 73 perfiles de estudio corrobora las tendencias indicadas para los perfiles representativos. En el grupo de factores limitantes la categoría 1 fue dominante para los índices de fertilidad potencial (Ifphc) y de potencial mineral del suelo (IMihc). Aunque en este último el número de perfiles en dicha categoría fue ligeramente menor, se debe tomar en cuenta que la categoría 3 estuvo ausente (Fig. IV.II.5). Para los índices de espesor (IEhc) y de erodabilidad (IKhc) la categoría 2 fue la mejor representada; sin embargo, en ambos casos la categoría 3 fue ligeramente mayor que la categoría 1 (Fig. IV.II.5). Estos resultados confirman, en primer lugar, que un gran número de perfiles cuenta con propiedades mineralógicas adecuadas. En segundo, que en estos suelos la erodabilidad moderada es dominante. En tercero, que el espesor del horizonte cultivable está compuesto de varias capas, generalmente dos, en poco más de 60% de los perfiles.

Con respecto a los factores de calidad, también se confirmaron las tendencias encontradas en los perfiles representativos. Casi 80% de los perfiles presentó categoría 1 y 2 en los Índices de saturación de bases (IBahc) y de suma de bases (ISBhc). Aunque estas categorías tuvieron la proporción más alta para los índices de materia orgánica (IMOhc), densidad aparente (IDAhc) y pH al agua (IpHhc), es notable que un número considerable de perfiles presentó categoría 3; inclusive

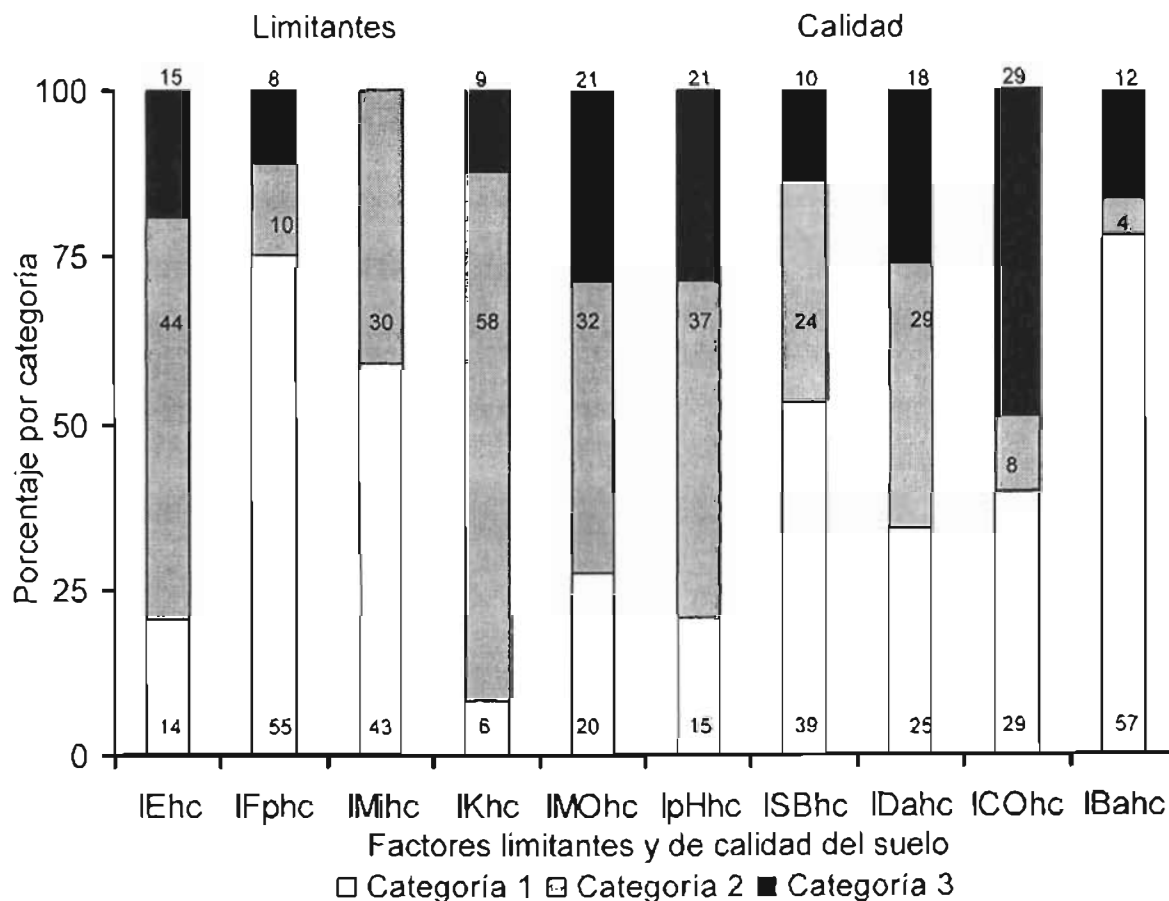


Figura IV.II.5. Proporción de las categorías por Índice (I) paramétricos para el horizonte cultivable (hc) de los suelos de Zoyatlán. Factores limitantes: E = espesor; Fp = fertilidad potencial; Mi = potencial mineral; K = erodabilidad. Factores de calidad: MO = materia orgánica; SB = saturación de bases; DA = densidad aparente; CO = color; Ba = suma de bases. Números al interior o sobre las barras indica el número de perfiles por categoría.

en el caso del Índice de color (ICOhc), casi 50% de los perfiles presentó esta categoría (Fig. IV.II.5). Aun cuando la categoría 3 siempre estuvo presente en alguno de los seis Índices de calidad, cabe destacar que únicamente en los Índices IMOhc, IpHhc, e ICOhc, la proporción de esta categoría superó a la obtenida en la categoría 1 (Fig. IV.II.5). Estos resultados muestran que el contenido de materia orgánica es el parámetro que puede ser afectado más fácilmente por la intensidad de uso agrícola. Asimismo, la dominancia de categorías 2 y 3 en los índices ICOhc, IpHhc, IDAhc, probablemente se debe a que en 60% de los perfiles el espesor del horizonte cultivable está compuesto por dos capas. Como se indicó en el Capítulo IV.I, la naturaleza física, química o mineralógica de esas capas puede ser muy variable.

La combinación de categorías obtenidas para el grupo de factores limitantes y el grupo factores de calidad en los 73 perfiles estudiados mostró, que la clase parcial 2 fue dominante en ambos grupos (Fig. IV.II.6a y b). Aunque el número de perfiles con clase parcial 3 fue similar en los dos grupos, se debe tomar en cuenta que su proporción fue mayor que la clase parcial 1. A pesar de ello, en el grupo de factores limitante la frecuencia de la clase parcial 1 fue mayor que la obtenida

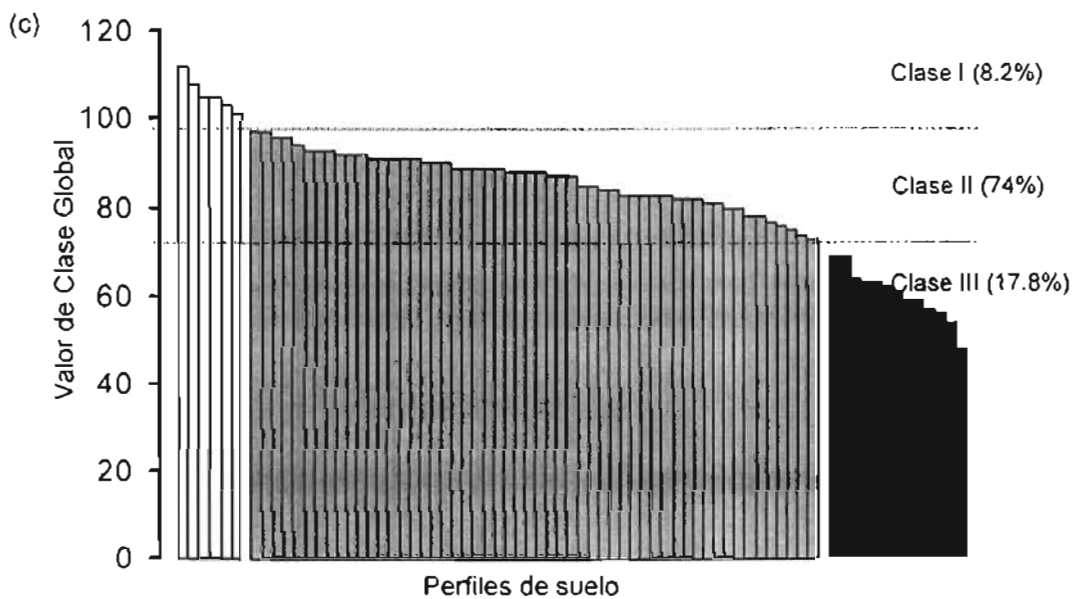
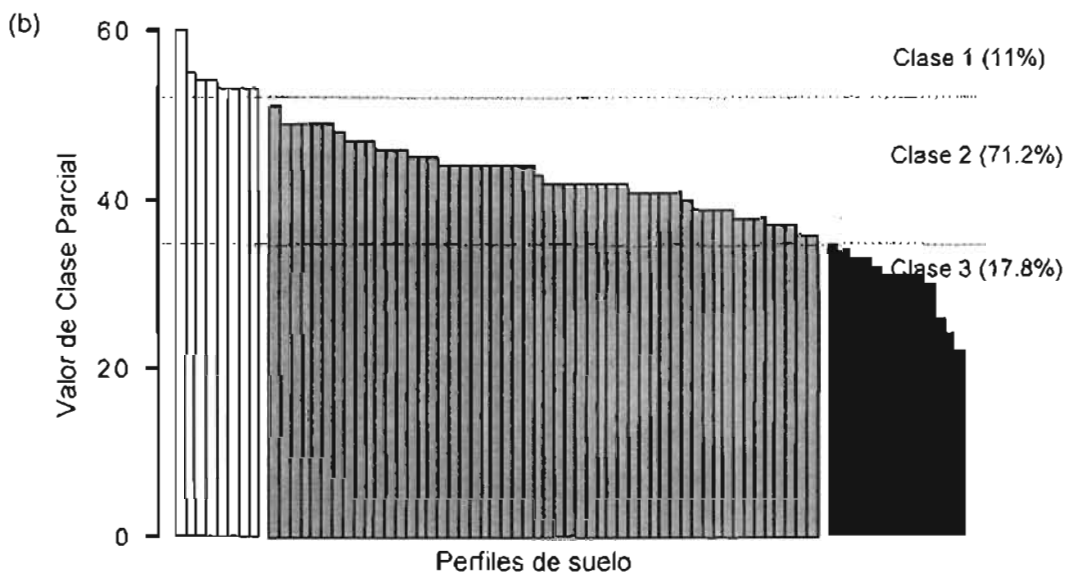
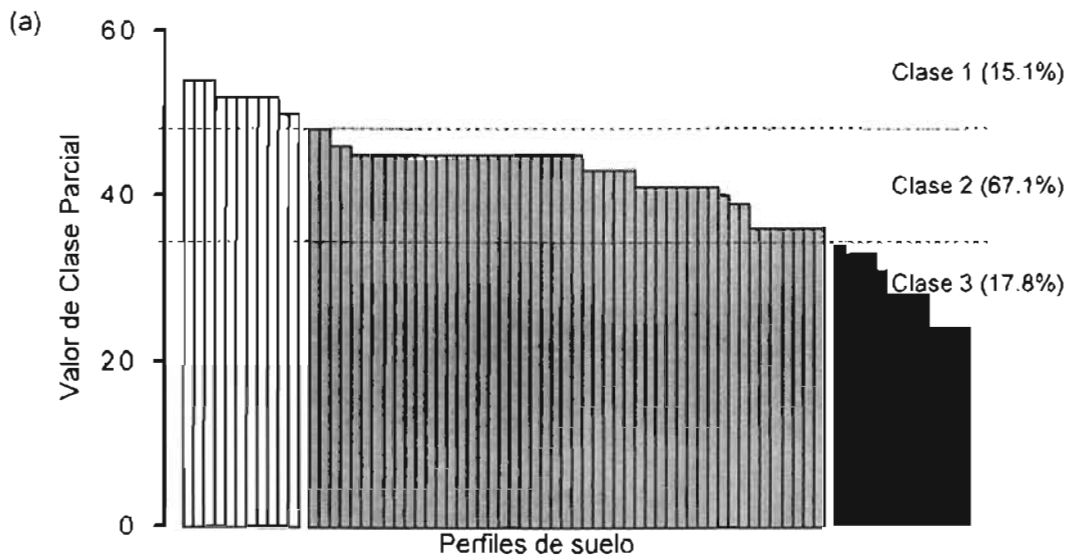


Figura IV.II.6. Valores de Clase, parcial y global, obtenidos en los suelos de Zoyatlán. (a) factores limitantes; (b) factores de calidad; (c) integración de ambos grupos de factores.

para el grupo de factores de calidad. Además, en este último no solamente se obtuvo una mayor proporción de perfiles con clase parcial 2, sino también el descenso en los valores de esta clase fue más pronunciado (Fig. IV.II.6a y b). Estos resultados corroboran que el grupo de factores de calidad del suelo presentó mayor afectación que el de los factores limitantes. La integración de las clases parciales obtenidas en ambos grupos confirmó la predominancia de la Clase Global II, es decir, que 74% de los perfiles presentó restricciones moderadas (Fig. IV.II.6c). Solamente en 8.2% de ellos se obtuvo Clase Global I (restricciones mínimas), mientras que la Clase Global III (restricciones severas) alcanzó una proporción de 17.8% (Fig. IV.II.6c).

IV.II.4.3.3. Distribución espacial de las categorías y clases de suelo

El accidentado relieve de la comunidad de estudio y la variedad de combinaciones obtenidas para las categorías de los Índices se expresó en complejos patrones de distribución espacial. Dicha complejidad se muestra en los mapas generados para el grupo de factores limitantes (Fig. IV.II.7) y de calidad del suelo (Fig. IV.II.8). Como se observa, en ambos casos se obtuvo tanto la distribución de las tres categorías de manera independiente, como la combinación espacial de dos o tres categorías a la vez. Así, la distribución de las categorías de cada índice paramétrico expresaron mayor uniformidad, cuando alguna de las categorías representó una mayor superficie en el mapa, o cuando la combinación entre categorías fue menor.

En el grupo de factores limitantes del suelo esos contrastantes se manifestaron claramente en los índices IMihc y IEhc. En el primero las categorías 1 y 2 se distribuyeron de forma independiente, pero ocuparon una superficie pequeña en relación a la combinación de categorías 1-2, condición que contribuyó a la apariencia de uniformidad (Fig. IV.II.7c). En el segundo, la distribución refleja la combinación de todas las categorías posibles, pero fue mayor la expresión de la asociación de categorías 1-2-3 (Fig. IV.II.7a). En los índices IFphc y IKhc se distinguió claramente la distribución independiente de por lo menos una categoría de suelo; sin embargo, en ambos mapas destaca que las categorías asociadas ocuparon una superficie importante en el paisaje de Zoyatlán (Fig. IV.II.7b y d).

En el grupo de factores de calidad del suelo la combinación de las categorías 1-2-3 se distribuyó ampliamente en casi todos los índices (Fig. IV.II.8), a excepción del IBahc, cuya representación espacial mostró que la categoría 1 y la asociación de categorías 1-3, ocupó la mayor superficie (Fig. IV.II.8f). Si bien la distribución espacial de las categorías asociadas fue un patrón común, en los índices IpHhc, ISBhc y IDAhc fue posible identificar la distribución independiente de las tres categorías (Fig. IV.II.8b, c y d). Por el contrario, en el caso de los índices IMOhc y ICOhc tal distinción no fue posible, porque la categoría 2 en el primero y la categoría 3 en el segundo, siempre se distribuyeron asociadas a otra (s) categoría (Fig. IV.II.8a y e).

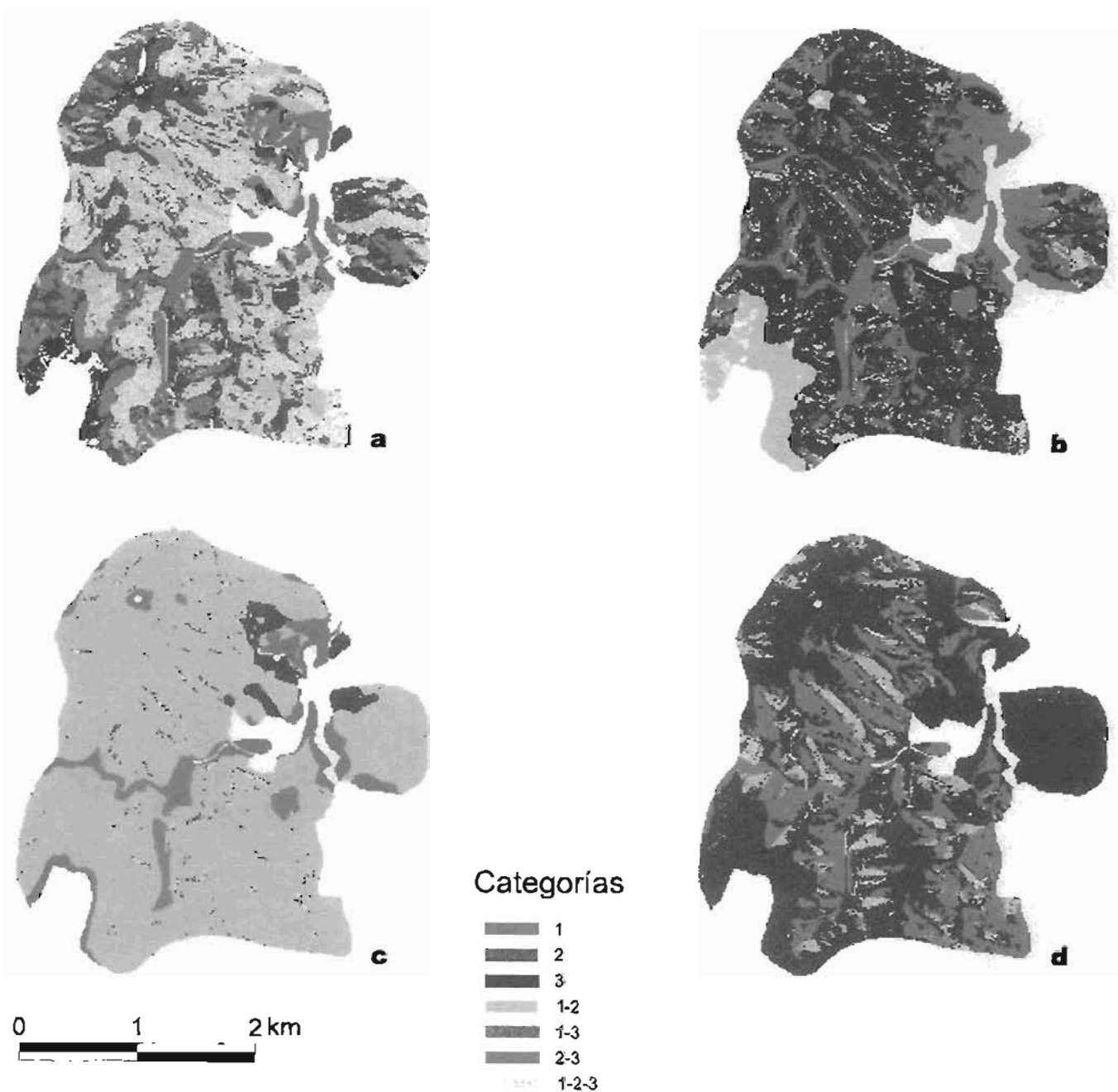


Figura IV.II.7. Distribución espacial de las categorías de suelo para los índices que representan al grupo de Factores Limitantes (1: 50,000). (a) Espesor del suelo, IEhc; (b) fertilidad potencial, IFphc; (c) potencial mineral del suelo, IMihc; (d) erodabilidad, IKhc. Categoría 1 – restricciones mínimas; Categoría 2 – restricciones moderadas; Categoría 3 – restricciones severas.

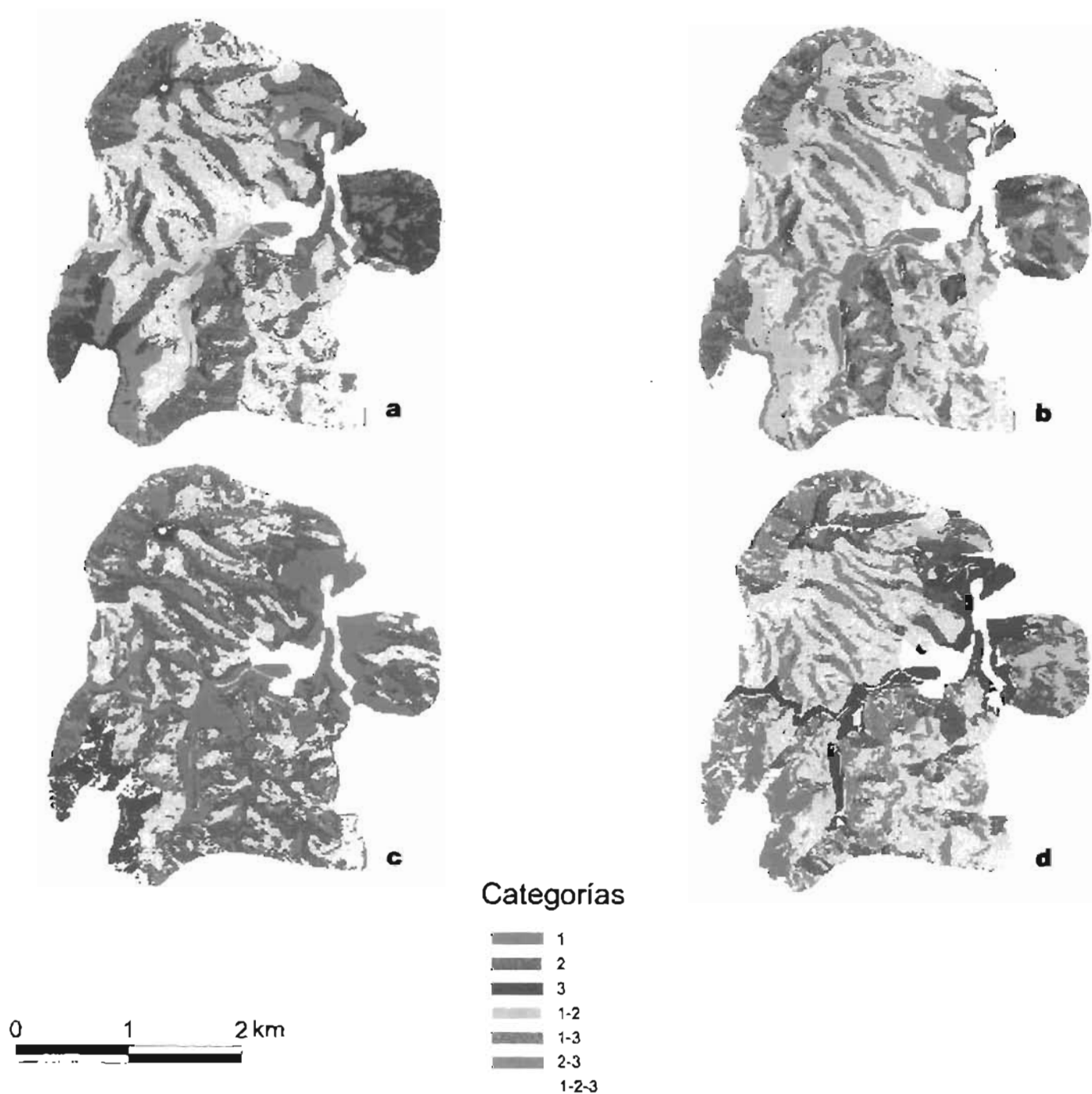


Figura IV.II.8. Distribución espacial de las categorías de suelo para los índices que representan al grupo de Factores de Calidad (1: 50,000). (a) Materia orgánica, IMO_{hc} ; (b) pH del suelo, pH_{hc} ; (c) saturación de bases, ISB_{hc} ; (d) densidad aparente, IDA_{hc} ; (e) color del suelo, ICO_{hc} ; (f) suma de bases, IBa_{hc} . Categoría 1 – restricciones mínimas; Categoría 2 – restricciones moderadas; Categoría 3 – restricciones severas.

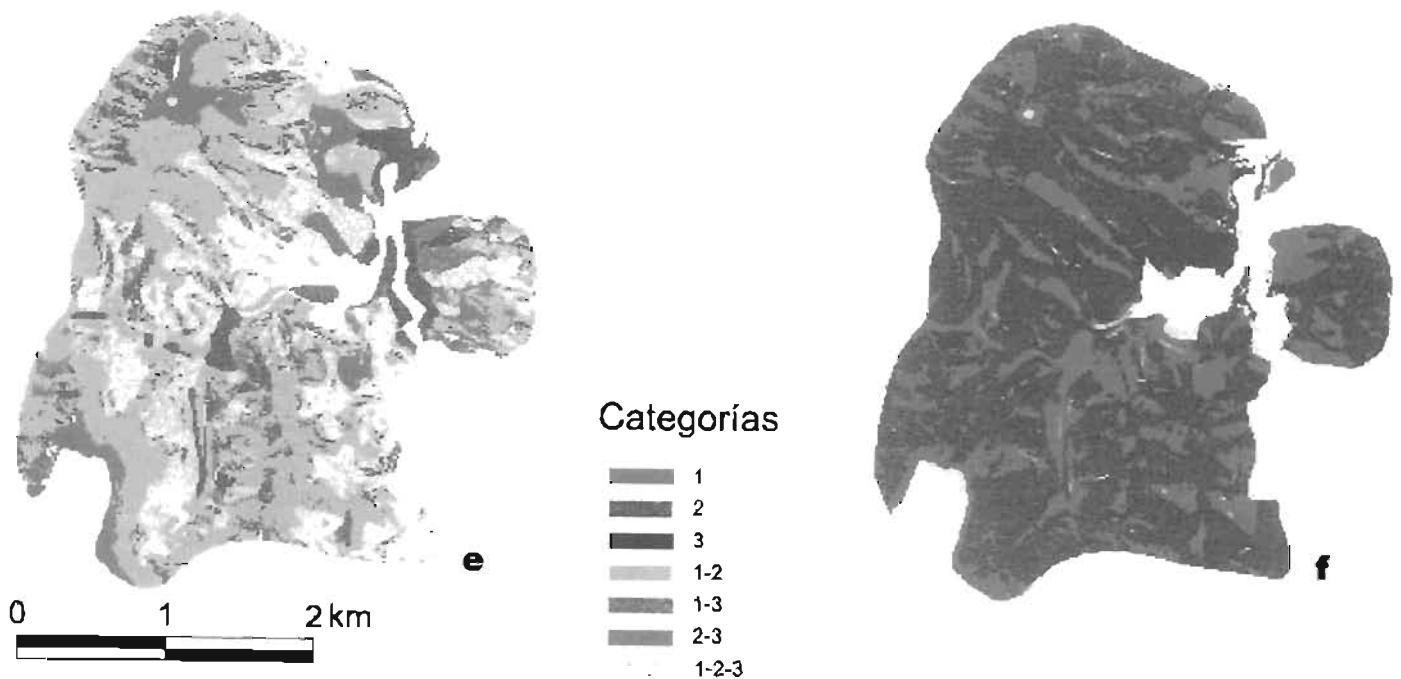


Figura IV.II.8. Continuación

Los resultados de la sobreposición y reclasificación de los mapas de categorías para el grupo de factores limitantes y de calidad mostraron que en ambos grupos la clase parcial 2 es la más ampliamente distribuida en el paisaje de la comunidad, con 74.9% y 85%, respectivamente. Sin embargo, la superficie representada por los factores de calidad para las clases parciales 2 y 3 fue mayor, ya que rebasó en casi 35 hectáreas a la ocupada por el grupo de factores limitantes en dichas clases. Esto es así a pesar de que en los factores limitantes la clase parcial 3 tuvo una mayor proporción espacial (17.7%), que la ocupada (11.5%) por el grupo de factores de calidad.

La síntesis cartográfica que integró las clases parciales de ambos grupos fue el mapa de Clases globales del suelo (Fig. IV.II.9). En él se observa la representación de las interacciones espaciales de las tres Clases globales de suelo. La Clase global II es la que abarca la mayor superficie del mapa (84.07%) lo que hace constar que las restricciones moderadas son las más representativas en el paisaje de Zoyatlán. En contraste, los suelos con restricciones mínimas, es decir, la Clase global I, únicamente representaron 4.63%, aunque destaca que estas áreas casi siempre se localizaron muy cercanas a los asentamientos de la población. Aunque la superficie ocupada por la Clase global III casi triplicó (11.30%) la ocupada por la Clase global I, es notable que los suelos con severas restricciones se ubicaron mayoritariamente en zonas alejadas a los asentamientos de la comunidad. Además, es importante notar que la mayor superficie de esas áreas coincidieron, tanto con los límites comunitarios del municipio de Xalpatlahuac (porción este de Zoyatlán), como con la zona de conflicto de tierras (porción W) con la comunidad de Ocotequila (ver Capítulo III).

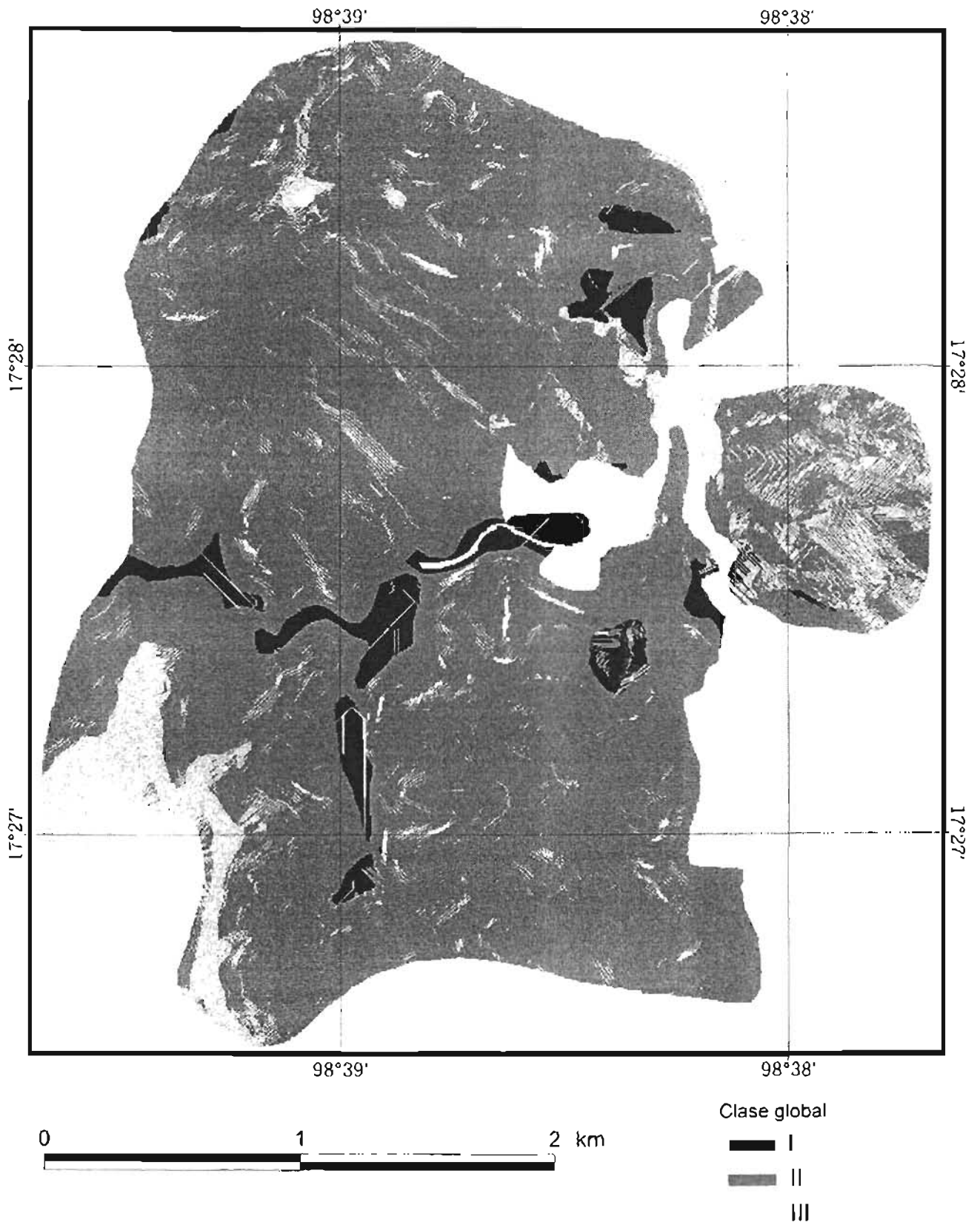


Figura IV.II.9. Síntesis de la distribución espacial de las Clases globales del suelo (integra clases parciales de factores limitantes y de calidad) obtenidas a partir de la metodología paramétrica (1: 20,000). Clase global I – restricciones mínimas; Clase global – 2 restricciones moderadas; Clase global III – restricciones severas.

Aunque la técnicas utilizadas en esta investigación para la representación cartográfica de las clases de suelo difiere de las establecidas por las clasificaciones científicas, cuya representación normalmente se basa en el uso de métodos geoestadísticos (Webster, 2000; Castrignano et al., 2000), el análisis espacial realizado en esta experiencia es adecuado porque permitió representar en superficie y en la escala apropiada (1:20,000) la distribución de las clases de suelo. Como se indicó, Capítulos II y IV.I, las bases de información que permiten generar cartografía a esa escala no existe para los suelos de México. Por esta razón, la representación de los suelos del país es muy general, 1: 4 millones (INEGI-SEMARNAP, 1998). Debido a ello, la cartografía obtenida en este estudio partió de generar *in situ* la descripción ambiental de cada perfil, la que aunada a la vertida por los análisis de suelos, permitió construir una matriz de información donde se vincularon tanto las variaciones en los factores de estación como las categorías y clases obtenidas a partir de los índices paramétricos. La escala tuvo un papel importante, ya que para definir los límites de las categorías y clases de suelos fue necesario contar con homogeneidad de escalas en los distintos factores de estación. Tal requisito fue señalado por Cressie (1998), quien destaca la importancia de estratificar procesos que sean consistentes con la escala temporal y espacial en que sucede la formación de suelo. Aunque el método puede resultar agobiante por el número de mapas booleanos que es necesario generar, es de fácil aplicación porque parte del principio de sobreposición espacial. Además, este proceso se facilita si se realiza de manera semiautomatizada a través de macros que sigan el esquema jerárquico descrito para la construcción de categorías y clases.

IV.II.5. Discusión General

Los resultados muestran que el estado actual de los suelos de Zoyatlán presenta condiciones con severas restricciones solamente en 94.99 ha, lo que indica que estas áreas son las menos apropiadas para el uso agrícola. Un hecho de gran relevancia es que 746.13 ha actualmente presenten condiciones con restricciones moderadas y mínimas; por ello, parte de esa superficie es utiliza para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Esta condición es sorprendente en primer lugar por el escaso desarrollo que caracteriza a estos suelos, condición que las clasificaciones científicas toman en cuenta para calificarlos de poco interés para el estudio de sus propiedades edáficas. En segundo lugar, porque a pesar de las limitantes en su desarrollo, los suelos de Zoyatlán no solamente han sostenido un uso continuo por más de cinco siglos, sino también porque durante todo ese tiempo han permitido que las poblaciones humanas hayan obtenido los beneficios de una producción agrícola de subsistencia.

La pertinencia de la propuesta metodológica desarrollada en este estudio adquiere sentido porque que se ha sugerido que para que los que los índices de calidad del suelo (SQI) sean de utilidad, su diseño y posterior aplicación debe partir de tomar en cuenta las siguientes premisas: (1) identificar los límites naturales de funcionalidad en cada tipo de suelo (Dumanski, 1997); (2) identificar el estado actual del suelo con base en los límites y potencialidades que determina el

medio local (Dumanski y Pieri, 2000; Sands y Podmore, 2000); (3) seleccionar las variables idóneas, porque reflejen tanto los diferentes usos del suelo, como la velocidad de cambio que en ellas ocurra a partir de dicho uso; esta condición a su vez contribuirá a construir un lenguaje común entre los usuarios del recurso y los técnicos que los asisten (Dumanski, 1997, Hurni, 1997; NRCS, 1999). Además, si los indicadores diseñados con estas bases tienen la virtud de representación cartográfica en la escala apropiada a los objetivos para los que se diseñaron, será posible lograr un mayor impacto y difusión de éstos (Hurni, 2000; Dumanski y Pieri, 2000). Todo ello favorecerá que a partir de los SQI se generen distintos escenarios, lo que ayudará a seleccionar el (los) indicador (es) con mayor relevancia. Su seguimiento continuo permitirá, a futuro, elegir y consolidar a los indicadores de calidad de la tierra (LQI) como una herramienta de evaluación y planeación de uso del recurso suelo. Esta condición permitirá encaminarse al paradigma del manejo sustentable de la tierra (Dumanski, 1997; Hurni, 1997; 2000; Dumanski y Pieri, 2000).

Las premisas indicadas fueron cubiertas en esta propuesta metodológica. En primer lugar, las clases globales obtenidas con la metodología paramétrica fueron consistentes con las propuestas en el SCTZ porque permitieron identificar particularidades de preferencia e intensidad de uso en los distintos tipos de suelo. Por ejemplo, en los perfiles representativos la Clase global I se presentó en los perfiles (12, 18, 19 y 108) que representaron a los suelos TLPCH, TLTZQ y Xalli. Aunque la Clase global II se obtuvo en nueve perfiles (no incluye cuatro sin uso agrícola), el valor ≥ 93 unidades casi siempre correspondió a los suelos más apreciados por los campesinos: TLPCH (113), TLTZQ (2), TEXAL (7 y 11;). Por el contrario, en los perfiles 3, 4 y 114 (TEXAL/TCHI, TCHI, Xalli, respectivamente) dicha Clase presentó valores de entre 76 y 88 unidades; lo que seguramente refleja diferencias en los periodos de descanso agrícola. Independientemente de las diferencias en los factores limitantes de estos perfiles (Tabla IV.II.4), es notable que el contenido de materia orgánica (IMOhc) y factores asociados (IpHhc, IDAhc) hayan presentado niveles de afectación importantes. Paradójicamente, en los perfiles 102 y 104 (TLCHI y TLNXT, respectivamente), a pesar de las limitantes inherentes a estos suelos (propiedades dísticas y baja fertilidad natural), los valores de Clase global II fueron casi de los más altos (92 y 97). Como se indicó, tales resultados son debidos a la confluencia del descanso agrícola (2 a 3 años) que favoreció la recuperación de la materia orgánica (ambos IMOhc = categoría 1), así como también el espesor del horizonte cultivable, que cumplió con los requisitos ideales; además de condiciones aceptables de accesibilidad, pues su pendiente osciló entre 0 y 12% (Tablas IV.II.3 y IV.II.4).

En segundo lugar, porque la metodología paramétrica permite identificar no solamente las limitantes propias del sistema de estudio, como es el escaso desarrollo de los suelos, sino también, facilita la descripción del estado actual del suelo a partir de sus limitantes y potencialidades. Por ejemplo, el análisis global de los perfiles indica que no existen problemas de lixiviación de bases (IBahc, ISBhc) pues su nivel y comportamiento indican la dominancia de condiciones adecuadas para el desarrollo de la agricultura. Destaca la materia orgánica (IMOhc) porque su tasa de cambio

refleja el impacto de las actividades agrícolas. Este hecho puede constituirse en un riesgo importante de degradación biológica y de erosión hídrica, a pesar de que los valores de erodabilidad sean moderados en la mayoría de los suelos (IKhc). Con respecto a los factores limitantes, el número de capas que conforman el espesor del horizonte cultivable (IEhc) es la restricción potencial más importante. Sin embargo, ésta es una característica común de los suelos coluvio-aluviales que se ubican en las zonas de montaña. Esta desventaja es compensada con las propiedades mineralógicas de los suelos (IMihc), que le confieren un valor agregado a la fertilidad potencial (IFphc) y a las peculiaridades de retención de agua observadas en estos suelos. Finalmente, el método por índices paramétricos aporta un conjunto de valores que favorece su representación cartográfica, ya sea por categorías o a través de su combinación y síntesis, clases parciales y globales, particularidades que fueron logradas a una escala de trabajo aceptable (1:20,000).

IV.II.6. Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de la metodología paramétrica diseñada son consistentes con el sistema de clasificación de tierras utilizado por los habitantes de Zoyatlán (SCTZ). En ésta se reconoce el conocimiento etnopedológico de los usuarios y se destacan las propiedades de los suelos que deberán ser evaluadas, con base en los criterios de uso y manejo preponderantes en la comunidad. Esto permite sentar las bases para construir un lenguaje común entre productores, técnicos y científicos, lo cual es primordial para diseñar apropiadamente los indicadores de calidad del suelo. Además, esta metodología brinda la oportunidad de describir el estado actual del suelo con base en las limitantes del medio local, así como en sus características potenciales. Esta condición permitirá trabajar dentro de los límites de la naturaleza y no en contra de ellos, lo que representa una premisa para transitar a una agricultura sustentable.

Como se indicó en el Capítulo IV.I, los productores poseen una clasificación congruente con su ámbito local que les facilita la solución de sus necesidades inmediatas; sin embargo, es necesario reconocer que carecen de una asistencia técnica adecuada. Aunque esta carencia se fundamenta en gran parte en aspectos de índole de potencial económico, ya que la agricultura que se realiza en Zoyatlán sólo permite cubrir las necesidades básicas de subsistencia, consideramos que la propuesta metodológica presentada en esta investigación puede contribuir a subsanar la involuntaria discriminación tecnológica que durante décadas ha resentido no solamente Zoyatlán, sino muchas otras regiones indígenas, que durante siglos han habitado el trópico seco de México y América Latina.

Las herramientas paramétricas permiten integrar los diversos criterios involucrados en el SCTZ. Su aceptación y aplicación es promisoria por que nace de una realidad ambiental y socio-cultural. Dicha condición no presupone que el método sea rígido, pues su estructura permite detectar y añadir cualquier limitante, o realizar cambios, si esto fuera necesario (e.g. un cambio en el uso del

suelo). Además, las modificaciones necesarias pueden realizarse en cualquier momento y conforme se vaya generando nueva información. Por estas razones, se puede afirmar que el método por índices paramétricos es versátil y multitemporal. La base multifactor de estos métodos es una condición que permite incluir y combinar variables de escalas de medición distintas. Por ello, sus resultados pueden ser representados de diferentes maneras (diagramas, tablas, mapas), lo que ayuda a que su interpretación sea sencilla, y que ésta pueda ser realizada por diferentes tipos de usuarios. Otra ventaja adicional, es que es un método multiescalar, por lo que puede ser aplicado a diferentes niveles de estudio. Por ejemplo, la cartografía elaborada para Zoyatlán fue presentada en una escala semi-detallada (1:20,000). Aunque el método no es perfecto, actualmente resulta una buena herramienta para integrar el conocimiento etnopedológico de los productores y coadyuvar en la solución de sus necesidades. No obstante, su aplicación a una escala de planeación y su extrapolación en áreas social y ecológicamente similares, actualmente presenta dos desventajas importantes. La primera está relacionada con la calidad y detalle de la información que va a enriquecer la base de datos. En México esto sólo se puede lograr a través de generar directamente y de modo interdisciplinario esa información. La segunda desventaja se refiere a la infraestructura que se requiere para analizar y representar la información, esto aun y cuando los índices propuestos incluyan atributos del suelo que son de fácil medición. A pesar de ello, consideramos que ambas desventajas son superables; baste recordar que a nivel internacional se reconocen los aportes que el conocimiento etnopedológico ha brindado a la ciencia del suelo. Sin embargo, habría que preguntarse, ¿cuáles son los beneficios que este tipo de comunidades ha recibido por los especialistas del medio ambiente?

REFERENCIAS

- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Ottawa.
- Barrera-Bassols, N. y J. A. Zinck. 2000. Ethnopedology: the soil knowledge of local people. 11–42 pp. En: N. Barrera-Bassols y J.A. Zinck (eds.). *Ethnopedology in a Worldwide Perspective: an Annotated Bibliography*. ITC Publication Number 77. Enschede, Holanda.
- Bindraban, P.S., J.J. Stoorvogel, D.M. Jansen, J. Vlaming y J.J.R. Groot. 2000. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 103-112.
- Blakemore, L. C., P. L. Searle and B. K. Daly. 1981. *Methods for Chemical Analysis of Soils*. Soil Bureau Scientific Report No 10. Department of Scientific and Industrial Research, New Zealand. New Zealand.
- Braimoh, A.K. 2002. Integrating indigenous knowledge and soil science to develop a national soil classification system for Nigeria. *Agriculture and Human Values*, 19: 75-80.
- Bockheim, J.G. y A.N. Gennadiyev. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and World Soil Reference Bases. *Geoderma*, 95: 53-72.

- Borrough, P. A. 1986. Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Oxford University Press. Oxford.
- Castrignano, A., L. Giugliarini, R. Risaliti y N. Martinelli. 2000. Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. *Geoderma*, 97: 39-60.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. CONABIO/ Instituto de Biología, UNAM/ Sierra Madre, S.C. México, D.F.
- Cressie, N. 1998. Aggregation and interaction issues in statistical modelling of spatiotemporal processes. *Geoderma*, 85: 133-140.
- Dialla, B.E. 1993. The Mossi indigenous soil classification in Burkin Faso. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, 1. ikdm@nuffic.nl
- Duchaufour, P.H. 1984. Edafología. 1. Edafogénesis y Clasificación. Masson. Barcelona.
- Dumanski, J. 1997. Criteria and indicators for land quality and sustainable land management. *ITC Journal*, ¾: 216 –222.
- Dumanski, J. y Pieri, C. 2000. Land quality indicators: research plan. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 93-102.
- FAO - UNESCO. 1994. Soil Map of the World. Revised Legend: World Soil Resources. Report 60. FAO. Roma.
- FAO - PNUMA. 1980. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. FAO/ PNUMA/ UNESCO. Roma.
- FIRA. 1987. Serie Agricultura, Suelos. Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. México, D.F.
- Gama-Castro, J.E. 1996. Los Suelos Tropicales de México. Génesis, Dinámica y Degradación. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gama-Castro, J.E., E. Solleiro-Rebolledo y E. Vallejo-Gómez. 2000. Weathered pumice influence on selected alluvial soil properties in west Nayarit, México. *Soil & Tillage Research*, 55:143-165.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Edición de la autora. México, D.F.
- Gregory, P.J. y J.S.I. Ingram, 2000. Global change and food forest production: future scientific challenges. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82: 3-14.
- Habarurema, E. y K.G. Steiner. 1997. Soil suitability classification by farmer in southern Rwanda. *Geoderma*, 75: 75-87.
- Hurni, H. 1997. Concepts of sustainable land management. *ITC Journal*, ¾: 210 – 214.
- Hurni, H. 2000. Assessing sustainable land management (SLM). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 83-92.

- INEGI-SEMARNAP. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Kirkby, M.J., Y. Le Bissonais, T.J. Coulthard, J. Daroussin y M.D. McMahon. 2000. The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 125-135.
- Lefroy, R.D.B., H.D. Dieter y M. Rais. 2000. Indicators for sustainable land management bases on farmer survey in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 137-146.
- Munsell. 1992. Soil Color Chart, Soil Survey Manual. Handbook No. 18. U.S. Dept. Agriculture. Baltimore.
- Murphy, P. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-88.
- Nachtergaele, F.O., O. Spaargaren, J.A. Deckers y B. Ahrens. 2000. New developments in soil classification. *World reference base for soil resources. Geoderma*, 96: 345-357.
- Niemeijer, D. 1995. Indigenous soil classifications: complications and considerations. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, 3. ikdm@nuffic.nl
- NRCS. 1999. Soil Quality Institute. National Resource Conservation Service. Department of Agriculture. United States. <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQL/sqw.html>
- Oldeman, L.R., R.T.A. Hakkeling y W.G. Sombroek. 1990. World map of human-induced soil degradation. ISRIC/ Wageningen/ UNEP. Holanda.
- Papadakis, J. 1980. El Suelo. Con referencia especial a los suelos de América Latina, Península Ibérica y Ex – colonias Ibéricas. Albatros. Buenos Aires.
- Rajasekaran, B. y D.M. Warren. 1995. Role of indigenous soil health care practices in improvising soil fertility: Evidence from South India. *Journal Soil Water Conservation*, 50: 147-149.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial. Atlas Nacional de México. Sección Naturaleza. Hoja V.8.2, Vol: II. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Sanchez, P.A. 2000. Linking climate research with food security and poverty reduction in tropics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82: 371-383.
- Sands, R.G. y T.H. Podmore. 2000. A generalized environmental sustainability index for agricultural index for agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 29-41.
- Schwertmann, U. 1993. Relation between iron oxides, soil color, and soil formation. 51- 69 pp. En: Bigham, J.M., Ciolkosz, E.J. (Eds.). Soil Color. SSSA. Special Publication Number 31. Madison, Wisconsin.
- SCS-USDA. 1984. Procedures for Collecting Soil Samples and Methods for Analysis for Soil Survey. US Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Investigations, Report No. 1 (revised), Washington, DC.
- Soil Survey Staff. 1995. Claves para la Taxonomía de Suelos, versión 1994. Traducción de Carlos Ortiz Solorio, Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena y Jorge Luis García Rodríguez. 1ª ed.

- en español. Publicación Especial 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS). Chapingo, México.
- Soil Survey Division Staff. 1994. Soil Survey Manual. Handbook No.18. United State Department of Agriculture. Washington, D.C.
- Steel, R. y J. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw-Hill. Interamericana de México. México, D.F.
- Tabor, J.A. 1993. Soil surveys and indigenous soil classification. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, 1. ikdm@niffic.nl
- Tabor, J.A. y C.F. Hutchinson. 1994. Using indigenous knowledge, remote sensing and GIS for sustainable development. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, 2: 2-6.
- Talawar, S. y R.E. Rhoades. 1998. Scientific and local classification and management of soils. *Agriculture and Human Values*, 15: 3-14.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la Selva Baja Caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM (número especial)*, 4: 95-110.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation*, 94: 133-142.
- USDA-SSS. 1994. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations, Report 42. US Department of Agriculture/ National Resources Conservation Services/ National Soil Survey Center. Washington, D.C.
- Wambeke, A. Van. 1992. Soils of the Tropics. Properties and Appraisal. McGraw-Hill. Nueva York.
- Webster, R. 2000. Is soil variation random? *Geoderma*, 97: 149-163.
- Winklerprins, A.M.G. 1999. Insights and applications. Local soil knowledge: a tool for sustainable land management. *Society and Natural Resources* 12: 151-161.
- WRB. 1998. World Reference Base for Soil Resources. *World Soil Resources*. FAO, Report 84. Roma.

Estos antecedentes fueron la base para considerar la pertinencia de realizar un estudio específico para los suelos de montaña del trópico seco, que se encuentran representados en la comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlán. Por una parte, la investigación pretende documentar el conocimiento tradicional de uso y manejo de los suelos que los usuarios del recurso han realizado a través del tiempo; por la otra, pretende identificar las propiedades específicas de estos suelos, que permitan explicar su uso ancestral (ver Capítulo III), además de las limitantes y potencialidades inherentes a éstos. Esta información se describe y discute en la primera Sección del presente Capítulo, y constituye un artículo que se encuentra en prensa en la Revista *Human Ecology Review*.

La Segunda Sección del Capítulo tiene como objeto integrar el conocimiento etnopedológico de los campesinos de Zoyatlán con el derivado de las ciencias del suelo, esto a través de la creación de una metodología paramétrica. Esta propuesta retoma como base metodológica la información obtenida en la sección anterior y a partir del diseño de índices paramétricos se evalúa el estado actual de los suelos. Finalmente, el conjunto de esta información será utilizada para conocer y establecer la relación que existe entre el estado del suelo y la vegetación que sustenta (ver Capítulo V); dichos elementos en un análisis posterior serán utilizados para diseñar las estrategias de restauración ambiental.

REFERENCIAS

- Duchaufour, P. 1984. Edafología. Edafogénesis y Clasificación. Vol. 1. MASSON. Barcelona.
- Fassbender, W.H. y E. Bornemisza. 1987. Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica.
- FitzPatrick, E.A. 1984. Suelos. Su Formación, Clasificación y Distribución. Compañía Editorial Continental. México D.F.
- Gama-Castro, J.E. 1985. Taxonomía de Suelos. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Gama-Castro, J.E. 1996. Los Suelos Tropicales de México: Génesis, Dinámica y Degradación. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gordillo, G. 1994. El campo mexicano en la definición de una nueva agricultura. pp: 177-222. En: Pascual, P. y J. Woldenberg (Cords.). Desarrollo, Desigualdad y Medio Ambiente. Cal y Arena. México, D.F.
- Hewitt, C. 1978. La Modernización de la Agricultura Mexicana, 1940 - 1970. Siglo XXI Editores. México, D.F.
- Lévi-Strauss, C. El Pensamiento Salvaje. 1964. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- McRae, S.G. y Burnham, C.P. 1976. Soil Classification. *Classification Society Bulletin*, 3:56-64

- Papadakis, J. 1980. El Suelo. Con referencia especial a los suelos de América Latina, Península Ibérica y Ex – colonias Ibéricas. Albatros. Buenos Aires.
- Ortiz-Villanueva, B. y Ortiz-Solorio, C.A. 1984. Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Rello, F. 1986. El Campo en la Encrucijada Nacional. Secretaría de Educación Pública / Foro 2000. México, D.F.
- Soto, C., L. Fuentes y A. Coll-Hurtado. 1992. Geografía Agraria de México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Wambeke, A. Van. 1992. Soils of the Tropics: Properties and Appraisal. McGraw-Hill. Nueva York.

CAPÍTULO IV SECCIÓN I

The Land Classification System of the San Nicolás Zoyatlán (S Mexico) Nahuatl Indigenous Community : a Basis for a Suitable Parametric Soil Use Proposal

Cervantes, V.^{1,4}, J. E. Gama-Castro², G. Hernández³, and J. A. Meave¹

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México 04510 D.F., México.

² Departamento de Edafología. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 04510 D.F., México.

³ Laboratorio de Manejo de Recursos Naturales. Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina. México 09340 D.F., México.

⁴ Author for correspondence. Mailing address: Departamento de Ecología y Recursos Naturales; Facultad de Ciencias, UNAM; Cd. Universitaria; México 04510 D.F.; México. E-mail:vcg@hp.fciencias.unam.mx

IV.I. Abstract

The incorporation of ethnopedological knowledge to soil science and the inclusion of indigenous communities as beneficiaries of the agricultural technology, are indispensable premises to make a better use of soil. However, to achieve this, it is necessary to have a clearer communication and understanding between peasants and soil specialists. This paper proposes to contribute to the understanding of the way in which the ethnopedologic knowledge of the community of Zoyatlán (Mexico) has been used in making decisions on soil management and production; and to propose a methodological alternative that will contribute to the communication among land users and soil specialists.

Our results show that Zoyatlán peasants identify seven soil types grouped in four classes according to their agricultural suitability. These classes are determined by distinctive land properties that enclose six agronomic characteristics of the topsoil and four specific characteristics of the work area. Based on this criteria, we designed a parametric method assuming that the agricultural suitability of the land is determined by several characteristics of the topsoil; among them topsoil thickness was outstanding. This characteristic was susceptible of being represented parametrically by numerical values (obtained from a mathematical model), which is a single numerical expression of topsoil thickness performance. The application of this methodology provided information that is useful and can be easily interpreted by both the peasants and the soil specialists. Furthermore, this information can be represented at different cartographic scales.

Key Word: Indigenous classification, Geographical information systems, Land use suitability, Parametric method, Topsoil.

IV.I.1. Introduction

For over 4000 years, people have tilled, drained and irrigated soils for agricultural use. At the same time, they have classified them in accordance with their appearance, characteristics and productivity. The Chinese book titled *Yugond* (2,500 years B.P.) is probably the first text ever on soil classification, and in fact, most ancient civilizations produced effective interpretative classifications (Tabor and Krasilnikov 2002). The Nahuatl (Aztec) classification is an example of this, and currently such classification continues being used by the indigenous communities of Mexico and the northern part of Central America (Williams and Ortiz-Solorio 1981).

On the other hand, in most developed countries, vernacular classifications have been replaced by scientific taxonomic and agrolological systems, and have been theoretically designed to meet both basic and practical objectives; for example the selection of the best soil for a certain land use (Seymour-Fanning and Balluff-Fanning 1989). However, according to WRB (1994), in developing

countries soil science lacks credibility and acceptance regarding the systems it has proposed for practical soil use. This situation probably has been caused by three major limiting factors.

The first one is related to the large soil diversity existing in different regions of the world. Many of these soils are still unknown as to their morphology and characteristics by soil science (Nachtergaele et al. 2000). A second important factor is the statistics used to define and establish soil quality parameters and soil limitations. To generate this type of information specialized personnel is required as well as an efficient logistic and technical infrastructure. All this requires extraordinary economical resources which are hardly available to developing countries (Tabor and Hutchinson 1994; Braimoh 2002). The third factor, refers to the limited use that the peasants make of the documents and cartography available about soils. This happens mainly because of the purpose for which the published information is generated. For example, in many developing countries, Mexico included, the institutions in charge of elaborating soil maps make them with the purpose of having an inventory and a taxonomic classification of this resource. Maps thus produced are characterized by having a complex terminology which is unknown to non-specialist users (Ettema 1994; Tabor and Hutchinson 1994; Braimoh 2002; Krasilnikov and Tabor 2003). Another distinctive characteristics of this maps, is the very general scale of cartographic representation (i.e. regional level 1:250,000). This condition, technically prevents the peasants from using those maps with the level of detail that they need for improving use and management of their soils (Habarurema and Steiner 1997).

All these factors apparently show a lack of sensitivity from soil science towards the users' interests and needs. However, we consider that this is not so, since great part of the limitations mentioned above, happen because of the almost inexistent communication between the users of soil as a resource and the soil scientists. Other factors that make communication and exchange of experiences harder are: the heterogeneity of local knowledge, the difficulty to correlate local and scientific knowledge, and the approach used to document ethnopedological knowledge (Niemeijer 1995).

The synergy of these factors has consolidated an unwilling, albeit negative effect of "technological discrimination", which globally affects the indigenous-peasant communities of developing countries. Yet, in the face of such an irregular situation, these communities have traditionally made use of their ethnopedological knowledge to classify and manage their soils. This fact points out the need to integrate local knowledge to soil sciences; however, to achieve this, it is first indispensable to establish a dialogue that may allow to identify coincidences and differences between both bodies of knowledge. Based on these considerations, our main goals during the research realized in the indigenous community of San Nicolás Zoyatlán were following: (1) to gather information on the ethnopedological knowledge of this community, and to examine its relationship to socio-environmental conditions prevailing in the study area; (2) to analyze and synthesize the way in which that knowledge and set of conditions have been used in the current management of soils for subsistence productivity; (3) to propose a methodological alternative feasible for Zoyatlán,

contributing to create a communication bridge between land users, extension workers and researchers.

To achieve these goals, methodological tools employed by social and environment sciences were applied. The various approximations used are described in this article in four sections. In the first one we present the most relevant environmental and social characteristics of the research area. later on, we explain in detail the methodological tools used to gather and synthesize the information. In the third section, the ethnopedological knowledge used by the peasants of Zoyatlán for classifying and managing their soils is described. We discuss the differences and coincidences between this local knowledge and scientific knowledge of soils. Some of the soils properties that reflect the long process of antropization are highlighted. In the fourth section we present a methodological proposal that presents various advantages that favor communication between peasants and soils specialists;. The application of this methodology is exemplified and discussed for the soils of the research area.

IV.1.2. Regional Setting

San Nicolás Zoyatlán (hereafter referred simply as Zoyatlán) is located in the Southern Sierra Madre, in the eastern part of the state of Guerrero (Mexico), and it covers an area of 924 hectares (Fig. 1). From the physiographic point of view, the area is a toposystem mainly characterized by slope eroding land forms, which show a morphometry of great contrasts. Elevation varies from 1300 to 1750 m, while slopes, generally complex and of great length, have gradients ranging from 0 to 100% (Cervantes and Hernández submitted). The topography of Zoyatlán causes a wide variety of climates. In general terms a tropical, semi-warm, sub humid climate prevails, with an average annual temperature of 27.5°C and a total average annual rainfall of 781 mm. From November to April, drought is severe (García 1988). Lithology is very complex but considered to be made up mainly of metamorphic rocks of the quartzite type, volcanic rocks, limestone outcrops, as well as alluvial and coluvial materials.

Zoyatlán has a long history of use of its natural resources (Vega 1991; Dehouve 1995). It is estimated that at least since 1490 till a few years after the Spanish conquest, the land use of the community was mainly agriculture. However, since 1550, grazing was introduced (Cervantes and de Teresa 2004). In 1998 its population amounted to 681 inhabitants, most of them belonging to the Nahuatl ethnic group. Twenty four percent of the population speaks its mother tongue and the remaining 76% are Nahuatl and Spanish-speaking. The main activities are agriculture, cattle farming and collection of forest products. Agriculture is basically for subsistence and it takes place through five different production systems. Roughly, the main difference among them lies in the availability of water for the culture and the frequency of the use of the soil (Cervantes and de Teresa 2004). According to the criteria established by some authors (Warman et al. 1982; Boserup 1984; Montañez and Warman 1985; Rojas 1985) most of these agricultural systems correspond to

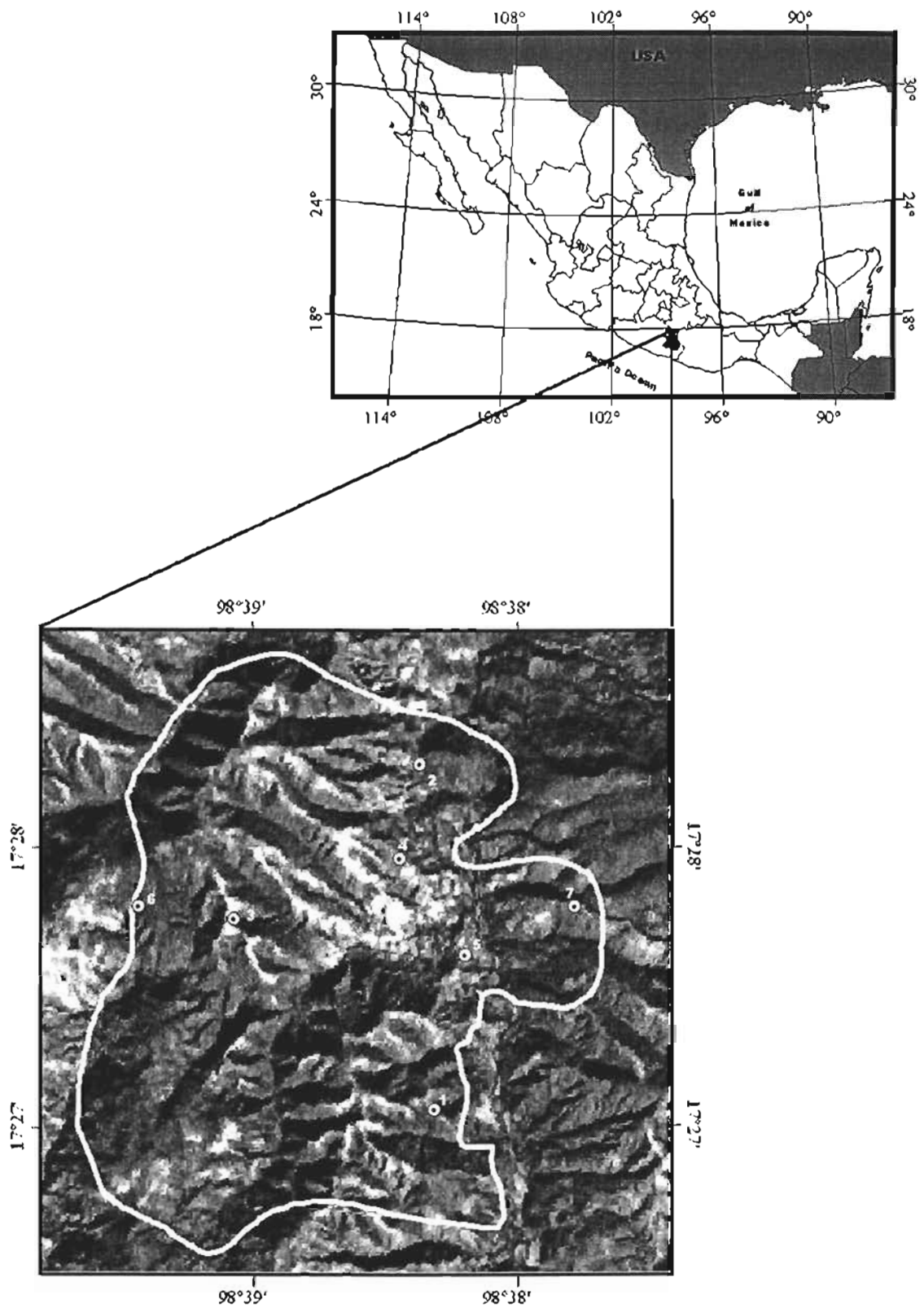


Figure IV.1.1. Geographic location of San Nicolás Zoyallán, Guerrero state, Mexico. Numbered points depict the location of the representative profiles of the indigenous soils types. 1 = Tlalcapohtic; 2 = Tlaltezoquilt; 3 = Texalli; 4 = Tlalchichiltic; 5 = Xalli; 6 = Tlalnextli; 7 = Tepetatl.

intensive and semi-intensive use. The main agricultural products cultivated in the region are corn, beans and pumpkins. In 1998 the production of maize fluctuated between 550 and 1500 kg/ha (Cervantes and de Teresa 2004).

According to Cervantes and de Teresa (2004), the ancient agricultural and grazing use and the conflicts of invasion of land that the community suffered at the beginning of the XX century are the factors that have contributed to the fact that the natural vegetation of Zoyatlán is now reduced. In 1998, the distribution of soil use and plant cover was as follows: human settlements (3.2%) irrigation agriculture (2.3%), rain-fed agriculture and free grazing stockbreeding (23.7%). According to Rzedowski's (1978) classification, the different vegetation types were distributed as follows: conifer (*Juniperus*) forest (2.4%), gallery forest (3.3%), primary tropical deciduous forest (0.9%) and secondary tropical deciduous forest (64.2%) (Cervantes and Hernández submitted).

From an agronomic view point, the most important soil units in this region are Regosols and Leptosols. These soils show different physical phases that in some cases make it difficult to work with, and always prevent the use of agricultural machinery.

IV.1.3. Methods

Peasants of Zoyatlán took part in this research, especially those considered in the community to be the most experienced ones regarding soil characteristics, properties and management. The study began in 1993 and ended in 1999. The methodological design comprised three stages: (1) the use of interviews and surveys; (2) soil field research and laboratory analyses of soil samples; and (3) soil mapping. Interviews and Surveys.

IV.1.3.1. Interviews and Surveys

Field prospecting and free interviews with authorities and "principales" (old men council) of Zoyatlán were undertaken. The interviews were focused on the following subjects: (a) community boundaries; (b) land ownership; (c) agricultural activities; (d) preferred areas for agriculture; (e) farming system variants; (f) preferred soils for agriculture and soils with the highest agricultural production. Afterwards, open interviews were structured in accordance with the Nahuatl classification of soils. At this stage, peasants ("principales" and most experienced peasants) specified the different types of indigenous soils existing in Zoyatlán. During the field prospecting, the morphologic, productive and management characteristics of soils were specified, especially those they consider to be the most representative. This allowed us to record and interpret the different concepts they use in their soil classification and the criteria used to identify the advantages and limitations of each soil type.

With the information obtained from the interviews a survey with different topics was designed for 36 families. The most most relevant topics for this study were the following: (a) cultivation systems and soil properties according to the indigenous classification, and (b) use and management history of the plots pertaining to each family. In the first case, the survey was addressed at the heads of

family. In the second, the information came from both heads of family and their wives, as the plots ownership comes frequently from a dowry or inheritance.

IV.1.3.2. Soil Field Research and Laboratory Analyses

Cartographic information available for the research area was used to create the database. It included a topographic map at a 1: 50,000 scale, and an aerial panchromatic photo at a 1: 80,000 scale (INEGI 1983). Both were initially used as the base map on which the environmental information obtained in the field was represented. The supplementary information required to carry out this study was gathered in situ.

During the field study of soils, 73 soil profiles were described and sampled, from their surface horizons till those in the subsoil which limited roots growth. The goals were the following: (a) to describe their morphology, properties and limitations; (b) to establish, as far as possible, the soil spatial distribution and variability within the landscape, as well as the originating factors; and (c) to select soil profiles which were representative of the community and then to analyze them. Soil profiles were described following the guidelines established by the SCS-USDA (1984). Later these soils were classified according to the criteria established by the WRB (1998). Laboratory techniques used for the analysis of the soil samples are summarized in the Appendix. In this paper, we selected seven representative Zoyatlán's soil profiles for discussion (Fig. 1).

IV.1.3.3. Soil Mapping

Maps were created using an overlay approach (Borrough 1986). The thematic maps considered to the space model were altitude, exposure, slope, land form, and lithology.

IV.1.4. Results and Discussion

IV.1.4.1. An Overview about Zoyotlan's Indigenous Knowledge of Land and Soils

Field observations together with the interpretation of the information obtained from the interviews, allowed us to select some of the relevant principles upon which the ethnopedological knowledge of the producers of Zoyatlán is based.

Peasants know intuitively that the formation and diversity of their lands and resources, including soils and their productivity characteristics, are conditioned by environmental factors; those standing out are relief and climate. Peasants realize that when these factors change (e.g. changes of elevation, land forms, slopes) the characteristics of lands and the resources related to them also change. Similarly, the peasant community of Zoyatlán possess a detailed and accurate knowledge about the spatial distribution and extension of the land and soils in the landscape. This is of great ethnographic interest, as such knowledge was used by their pre-Columbian ancestors to produce different types of soil cartography (Ortiz-Solorio and Gutiérrez-Castorena 2001). This knowledge

enables them to identify lands according to their spatial distribution and quality, which is basic for their classification into different soil type regarding quality, suitability and management.

As observed in Figure 2, local residents consider their habitat to be composed of different land systems ("Lands"). The term "Land" is locally used in an integrating sense to refer to a certain physical environment and its biophysical dynamics. In this dynamics, all human activities are included (both present and past, as well as future) which are associated to the use of their natural resources. However, for practical purposes, local farmers subdivide land systems into different land facets ("Types of Lands"). Each land facet is a variable surface area which is defined by certain environmental factors and specific natural resources, as well as land quality properties and specific use limitations.

Peasants view soil quality as an attribute of both land facet and topsoil for a specific type of use, either generated by man or by the natural elements prevailing in a land facet. Empirically, this trait is measured mainly in terms of the following characteristics: (a) the natural availability of nutrients for crops (criterion: crop growth and yield); (b) water availability; (c) resistance to soil degradation; (d) spatial variability of soil characteristics; and (e) size, shape, and access to the land facet. The results of such evaluation influence peasants' decisions on the use and management of the soil type present in the land facet (Fig. 2). They are also the basis for them to establish the different levels used in their land classification system.

These findings closely match the information of several authors (Tabor 1993; Agrawal 1995; Ettema 1994; Habarurema and Steiner 1997; Talawar and Rhoades 1998; Winklerprins 1999), about local soil classifications being fundamentally contextual. Such classifications are a reflection of an integrated knowledge of the potentialities and limitations that the environment imposes to production. This knowledge, in turn, is expressed through the different forms of soil management. It is therefore possible to say that the principles and criteria used by the Zoyatlán peasants to evaluate their lands and associated resources, is similar in many aspects to the "Land Use Management System" concept defined by Rhoades (1994).

IV.1.4.2. Zoyatlán Soil Types and Terminology

Our results show that the peasants of Zoyatlán recognize in their community seven different types of soils. These soils are locally named: (1) Tlalcapochtlic ("capulín" [fruit of *Prunus capullii*] colored soil); (2) Tlaltezoquítli (clayey stony soil); (3) Texalli (sandy soil); (4) Tlalchichiltic (chilli-colored soil); (5) Xalli (sand originated by the action of water); (6) Tlalnextli (ash-colored or grey soil), also known as Tlalitzac (white soil); and (7) Tepetatl (mountain land, thin cover or thin mantle). As it can be seen, the terminology used for these names incorporates some of the main morphogenetic characteristics of each soil type: color, texture, thickness, stoniness, spatial distribution and the process of soil formation. Moreover, these soil types differ among them in their degree of fertility (Table 1).

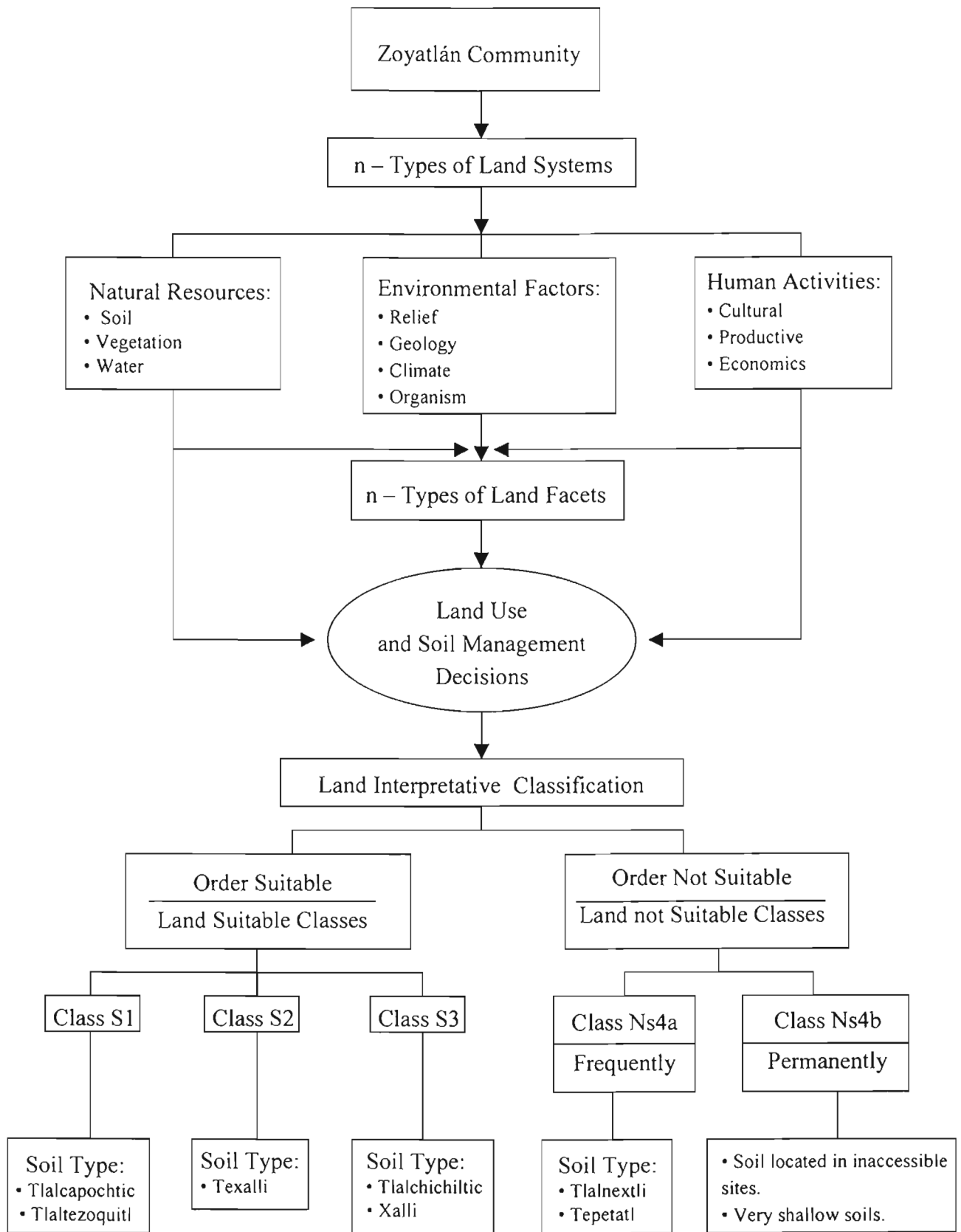


Figure IV.1.2. Synopsis of the principles and local factors upon which Zoyatlán Land Classification System is based.

Table 1. Ethnolinguistic terminology used in Zoyatlán for diagnostic soil features and designation of the distinct properties of topsoil.

NS = not specified.

Soil Type	Soil Features			Topsoil Properties					
	Soil depth	Soil color	Stoniness	Fertility	Thickness and layers	Consistency	Texture	Water retention	Soil washing
Tlalcapohtic	Deep	Black	Moderate	High	≥ 30 cm, 1 layer	Loose "suelta"	Not clayey, not sandy "ni barrosa ni arenosa"	Cold soil "suelo frío"	Low
Tlaltezoquitl	Deep	Black, brown, red	High	High	≥ 30 cm, 1 layer	Very sticky "muy pegajoso"	Clayey "barrosa"	Very cold soil "suelo muy frío"	Very low
Texalli	Moderate to shallow	Brown, red	Moderate	Good	30 cm, 1 or 2 layers	Very loose "muy suelta"	Sandy "arenosa"	Hot soil "suelo caliente"	High
Tlalchichiltic	Moderate	Red	Low	Low	30 cm, 1 or more layers	Loose "suelta"	Not clayey, not sandy "ni barrosa ni arenosa"	Hot soil "suelo caliente"	High
Xalli	Moderate to shallow	Grey	Very high	Low	30 cm, 1 or more layers	Very loose "muy suelta"	Sandy "arenosa"	Cold soil "suelo frío"	Very low
Tlalnextli or Tlaliztac	Deep	White, ashy	Low	Very low	30 cm, 1 or more layers	Loose "suelta"	Sandy to loam "arenosa a suave"	Cold soil "suelo frío"	Moderate
Tepetatl	Very thin	Red, black	High	Very low	< 30 cm, 1 or more layers	Loose to firm "suelta a dura"	Sandy and clayey "arenosa y barrosa"	NS	Moderate to low

Translation and interpretation of this terminology allowed us to infer that the terms used by the peasants makes it possible to semi-quantitatively designate several differentiating properties of soils that are useful for their agronomic classification. For example, the peasants deem a soil to be "deep" (e.g. Tlalcapochtic, Tlatezoquitl and Tlalnextli soils; Table 1) when there is not a rock or a hard and continuous layer within the first 60 cm from the surface (Table 2). In contrast, a soil is "very thin" when its total depth is less than 30 cm (e.g. Tepetatl soil; Tables 1 and 2). They use the term "stony soil" to indicate the presence of stones, gravel or pebbles on or in the soil (e.g. Tlatezoquitl and Xalli soils; Tables 1 and 2). Regarding fertility, they consider that soils showing horizons and/or superficial dark layers (topsoil) are generally the best for agricultural use (e.g. Tlalcapochtic and Tlatezoquitl soils; Tables 1 and 2).

With respect to the topsoil, there is also a precise terminology to designate its differentiating characteristics (Table 1). However, the ethnolinguistic terms employed to its characterization, differ substantially from those used in the scientific classification of soils. A good example of the latter is the expression "loose consistency" (e.g. Tlalcapochtic, Tlalchichiltic and Tlalnextli soils; Table 1). According to USDA-SSDS (1992), the term "loose consistency", in a general sense, refers to a soil material which is neither coherent nor adhesive. In contrast, from a micromorphological analysis performed on Tlalcapochtic topsoil sample, we found that such term indicates the presence of individual grains (primary minerals) and very stable organic-mineral aggregates, of fine (< 1.0 mm) and very fine (< 0.25 mm) size. These aggregates are soft in dryness and moderately friable in moisture (Fig. 3). The term "very loose" consistency (e.g. Texalli and Xalli soils; Table 1) indicates the presence of fine and very fine soil aggregates, mixed with non structural units (mineral grains) which all together are not cohesive and show an erodability ranging from light to moderate. The terms "very sticky" (e.g. Tlatezoquitl soil; Table 1) and "loose to firm" (e.g. Tepetatl soil; Table 1) indicate, respectively: (a) the presence of a topsoil of an adhesive consistency in moisture, and (b) that the topsoil is made up primarily of sand and very fine pebbles (> 2 mm, but < 4 mm).

Other examples of a similar nature are the following. The term "sandy texture" (e.g. Texalli and Xalli soil; Tables 1 and 2) only indicates a low clay content in the topsoil. When the clay content increases lightly, the texture of topsoil is often called "sandy to loam" (e.g. Tlalnextli soil; Tables 1 and 2). "Non clayey, non sandy" is a local term to refer to a topsoil with a sandy loam (e.g. Tlalcapochtic soil; Tables 1 and 2) to loamy texture (e.g. Tlalchichiltic soil; Tables 1 and 2). "Clayey" is only applied to those topsoils that because of their content and type of clays, it is difficult to work with them (e.g. Tlatezoquitl soil; Tables 1 and 2).

The expressions "cold soil" and "hot soil" are local agroclimatic terms which point to the capacity of the topsoil to water retention. A "cold soil" (e.g. Tlalcapochtic, Xalli and Tlalnextli soils; Tables 1 and 2) preserves humidity temporarily for agriculture, whereas a "hot soil" loses it rapidly (e.g. Texalli and Tlalchichiltic soils; Tables 1 and 2). When such soils accumulate a significant amount of humidity, it is called "very cold soil" (e.g. Tlatezoquitl soil; Tables 1 and 2). The term "soil washing" refers to the loss of the topsoil caused by water erosion (Tables 1 and 2).

Table 2. Physical and chemical characteristics of representative soils at Zoyatlán. S = stoniness; R = rocks; BD = bulk density; PD = particle density; OM = organic matter; CEC = cation exchange capacity; BS = bases saturation; TN = total nitrogen; TP = total phosphorus. Number in parentheses besides to thickness cultivation horizon indicate total depth of soil profile. 1a and 2a show the number of layers that constitute the cultivation horizon.

Characteristics	Class S1		Class S2	Class S3		Class Ns4a		
	Tlalcapohtic	Tlaltezoquitl	Texalli	Tlalchichiltic	Xalli	Tlalnextli	Tepetatl	
Land Facet								
- Elevation (masl)	1490	1350	1470	1400		1326	1552	1480
- Slope gradient (%)	0 – 8	45	45	17.6		0	12	0 – 4
- Surface fragments (%)	S: 20 R: 0	S: 90 R: 10	S: 15 R: 0	S: 80 R: 0		S: 80 R: 20	S: 60 R: 10	S: 80 R: 10
Cultivation Horizon Properties								
Thickness (cm)	35 (75)	30 (130)	30 (54)	1a: 8 2a: 22 (60)		30 (30)	30 (90)	26 (26)
Color (moist)	Black (10YR2/1)	Black (10YR2/1)	Dark brown (7.5YR3/2)	1a: dark reddish brown (5YR3/4) 2a: dark red (2.5YR3/6)		Gray reddish (5YR5/2)	Gray reddish (5YR5/2)	Dark reddish brown (5YR3/4)
Texture (%)								
- Sand	66.0	52.6	65.0	1a: 56.6	2a: 43.4	90.0	36.8	61.4
- Silt	13.4	9.4	15.6	1a: 10.8	2a: 8.0	5.0	26.4	13.6
- Clay	20.6	39.0	19.4	1a: 32.6	2a: 48.6	5.0	36.8	25.0
BD	1.17	1.11	1.16	1a: 1.18	2a: 1.14	1.59	1.07	1.0
PD	2.49	2.41	2.61	1a: 2.64	2a: 2.60	2.56	2.50	2.43
Porosity (%)	53.01	53.94	55.6	1a: 55.30	2a: 56.15	37.86	57.31	58.85
Water retention (%)								
- 12 hrs	60.0	79.64	81.53	1a: 80.12	2a: 93.05	17.92	42.89	40.32
- 14 days		33.19	35.20	1a: 36.69	2a: 40.57			
PH								
- H ₂ O	8.2	8.2	8.4	1a: 6.1	2a: 5.9	8.1	7.5	8.0
- NaF	8.3	8.6	8.4	1a: 9.5	2a: 9.8	8.4	9.0	8.3
Erodability value	0.23	0.18	0.28	1a: 0.27		0.14	0.45	0.28
OM (%)	3.45	2.93	3.62	1a: 2.76	2a: 0.86	0.67	2.05	2.79
CEC (cmol ⁽⁺⁾ Kg ⁻¹)	31.5	53.3	27.8	1a: 23.4	2a: 28.2	15.1	26.5	39.9
BS (%)	61.9	56.1	70.1	1a: 38.4	2a: 46.4	68.54	42.03	70
TN (%)	0.16	0.12	0.16	1a: 0.12	2a: 0.03	0.07	0.08	0.16
TP (ppm)	850	1156	1531	1a: 234.5	2a: 140.5	825.0	450.0	592.12

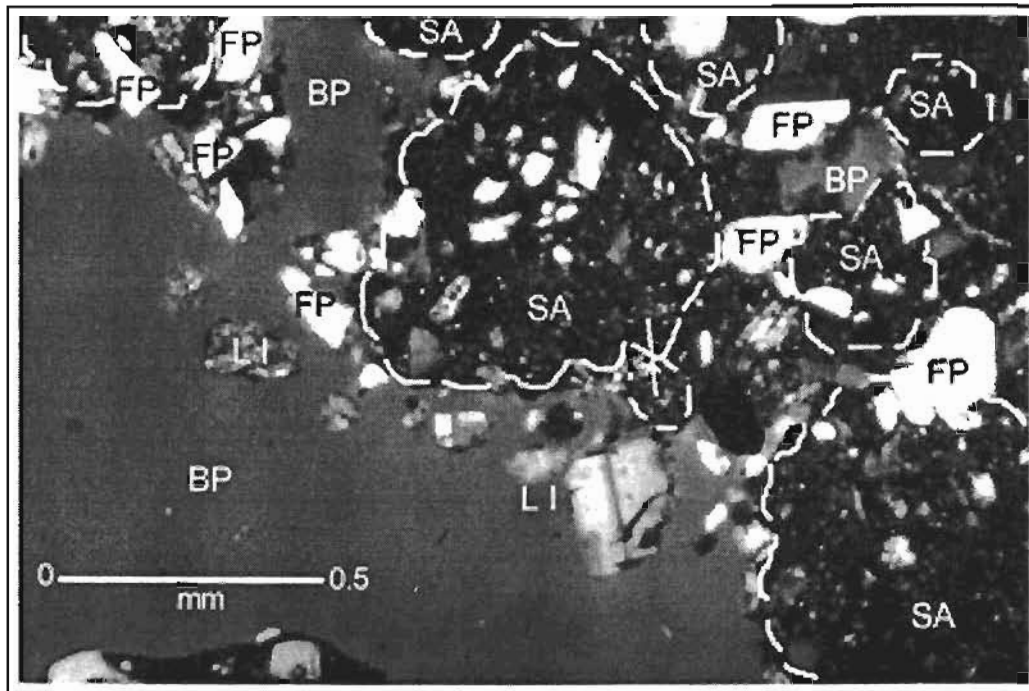


Figure IV.1.3. Microstructure of the topsoil of a Tlalcapoctic soil, showing the distribution of spaces and solids in the soil matrix. Note the presence of biopores (BP), sand-size grains, both lithic (LI) and those composed of feldespars (FP), as well as structural aggregates (SA). These aggregates are characterized by their very fine to fine size, a spherical shape, and a very high stability to dispersion in water.

The analysis of the terminology presented above, as well as the understanding about their context shows that the local knowledge is based in principles similar to those used worldwide in other indigenous classifications (Dialla 1993; Etemma 1994; Habarurema and Steiner 1997; Braimoh 2002; Ericksen and Ardón 2003; Birmingham 2003). In all these classifications, the perception about the agronomic quality of the characteristics that differentiate the soil is summarized in conspicuous criteria. Their ponderation varies according to most limiting factors (such as salinity) or of greater interest to users (such as productivity). Furthermore, these criteria are always directed to characterizing the topsoil even when the depth of the soil might be a well identified variable, as is the case of the peasants of Zoyatlán.

In agreement with different authors (Etemma 1994; Habarurema and Steiner 1997; Talawar and Rhoades 1998; Braimoh 2002; Ericksen and Ardón 2003; Birmingham 2003), we consider that the characterization of the topsoil is a constant principle in most indigenous classifications; representing also, one of the core differences between local and scientific classifications. The former describes and evaluates only the topsoil whereas the latter are based in the pedogenetic study of the soil, that is, the development and evolution of the different horizons of the soil (topsoil and subsoil). This fundamental difference is based in the fact that local producers and scientists pursue different goals and therefore apply different principles. Peasants try to define and assess the natural suitability of the land for the production systems that are viable in the soils of the region and allow them to meet

their basic needs. In turn, scientists attempt to characterize soils in accordance with universal patterns (Tabor 1993; Ettema 1994; Habarurema and Steiner 1997; Talawar and Rhoades 1998).

Nevertheless, we consider that the various criteria empirically used by peasants to characterize soils must be taken into account in the agronomic studies to be able to make a diagnosis of the productive potential of the soil. In addition, some of the research that has compared the physical and chemical characteristics of the soils, obtained through laboratory analysis, with the criteria used by local classifications, point out a great similarity between both sources (Williams and Ortiz-Solorio, 1981; Bellon, 1990, Habarurema and Steiner, 1997). The same was obtained for the soils of Zoyatlán, where the differences in properties identified by the peasants for the seven types of soil (i.e.: fertility level, "soil washing", "cold soil", color, texture, etc; Table 1), were often consistent with the characterization obtained from the laboratory analysis (Table 2). Because of those similarities, researchers such as Barrera-Bassols and Zinck, (2000, 2003) and Krasilnikov and Tabor (2003), among others, have suggested that the principles upon which ethnopedological knowledge is based are similar or supplementary to those used by the modern soil science.

IV.1.4.3. Formalization of the Zoyatlán Land Classification System and Hierarchical Characterization

From the information described in the two previous sections, we were able to realize that the Zoyatlán land classification system (ZLCS) fulfills many of the taxonomic requirements of a formal interpretative classification (Fig. 2). This means that the knowledge of the indigenous community about their lands and soils is used and agreed upon by the indigenous group, and can be organized at different hierarchical levels (Tabor 1990; Ettema 1994; Krasilnikov 2002). This information allowed to understand that the ZLCS is founded on the natural suitability of the land for a certain use, and from its design it is possible to identify the limitations and risks intrinsic to the system (mountainous relief, poorly developed soils, and the climatic seasonality characterizing the dry tropics). It is worth mentioning that the concept of suitability in this paper was built on the basis of the technology and consumables criteria that are specifically and traditionally used by local peasants. This assessment included a basic inventory of the land resources, the understanding of the requirements of each land facet and associated soils for their use, a database of the socioeconomic characteristics of peasants, in addition to learning about their goals. Based on this, we consider that the Zoyatlán land classification system can be structured in three main classification levels: (1) Order, (2) Class, (3) Soil Type (Fig. 2).

The order distinguishes the suitability (S) or not suitable (Ns) for a specific land use type (Fig. 2). Due to the small cultivation land surface occurring in the study area, most of the soils used in the land facets are considered to be suitable for agricultural use in the different classes. Only those soils located in extremely steep slopes or those occurring in rock areas with outcrops and very thin soils were excluded by the peasants as suitable (Fig. 4). These areas preserve a tropical deciduous forest vegetation and are included in class Ns4b (Fig. 2).

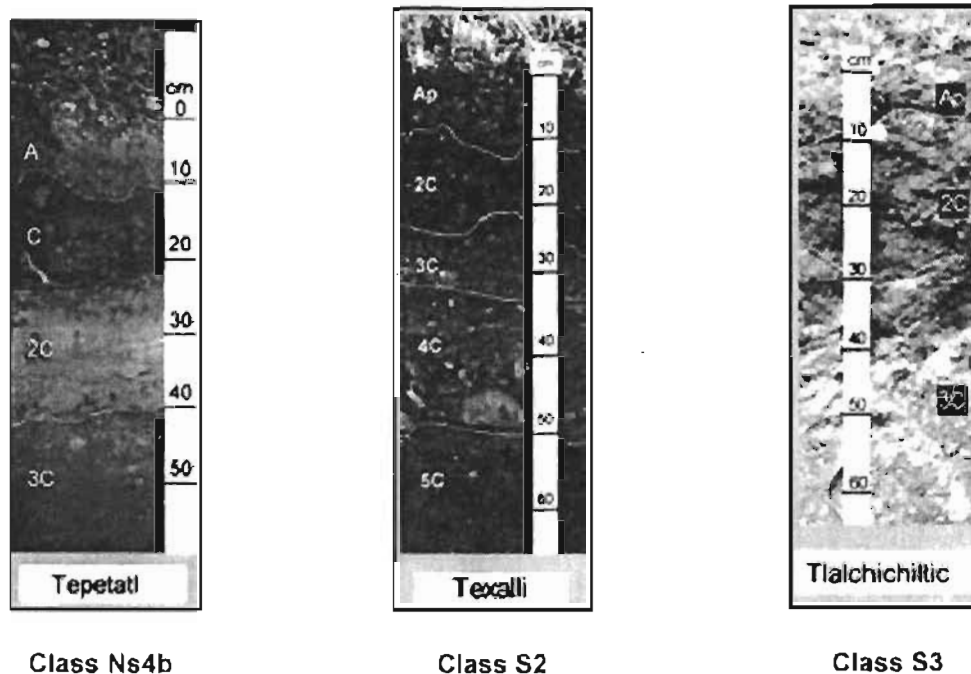


Figure IV.1.4. Macromorphologic features diagnostic of the profiles of some representative soils at Zoyatlán. Soil typogenesis is characterized by a small effective soil depth due to the presence of gravel, pebbles, stones, or hardened layers, in addition to the presence of textural and lithologic discontinuities (indicated by numerical prefixes), which cause very sharp limits between profiles layers.

The classes reflect the gradation of land suitability, not just suitable versus not suitable (Fig. 2). This is determined by four characteristics related to the land facet (Table 3) and six differentiating properties, inherent to the topsoil of each soil type (Table 1). The characteristics belonging to the work area (land facet) are: (a) access to the site; (b) limitations to work in it; (c) type of viable crops; and (d) consumables required to obtain agricultural products. Accessibility is related both to physical effort necessary to reach the working area (e.g. surface morphometry), and to distance from settlements. Workability is related to weed density, physical obstacles and the use of the tools needed by peasants for sowing and cropping. Regarding cultivation type, peasants differentiate those seeds providing the best yields in relation to soil fertility and its propensity to pests. These two criteria determine the use of consumables, such as fertilizers and insecticides, to favor crop growth (Table 3). Regarding the six differentiating characteristics of the cultivation horizon, peasants underline thickness and the number of layers present in the cultivation horizon, and its fertility.

Peasants conceive fertility of the topsoil as a feature providing nutrients to crops. Empirically, they recognize the existence of two types of fertility, which are measured in terms of the production of their basic crops (corn, beans and pumpkins). The first type of fertility is associated to the nutrients budget contained naturally in the soil, and to its physical condition (Table 1); in turn, the second type of fertility is considered to be a dynamic soil characteristic, which can be manipulated

Table 3. Characteristics of land facet for soil use, according to Zoyatlán's land classification system. Hybrid seed = improved varieties (corn and beans) introduced by governmental programs; "criolla" seed = several varieties (corn, beans and pumpkin) native to the area.

Land facet properties	Tlalcapoctic	Tlaltezoquitl	Texalli	Tlalchichiltic	Xalli	Tlalnextli	Tepetatl
Accessibility	Variable	Variable	Variable	Variable	Easy	Difficult	Difficult
Workability	Moderate	Difficult	Easy	Easy	Easy	Easy	Difficult
(a) Weedy	High	Very high	Low	Low	Very low	Very low	Low
(b) Stoniness	Moderate	High	Moderate	Low	Very high	Low	High
(c) Tools employed	Plough (animal traction). The soil "is light".	Plough (animal traction). The soil "is heavy"	Plough (animal traction). The soil "is light".	Plough (animal traction). The soil "is light".	Plough (animal traction). The soil "is very light"	Plough (animal traction). The soil "is very light"	Zero tillage, sowing is performed with a stick ("coa").
Viable crops	Very good yield of corn, bean and pumpkin (hybrid and "criolla" varieties).	Very good yield of corn, bean and pumpkin (hybrid and "criolla" varieties).	Good yield of corn, bean and pumpkin (hybrid and "criolla" varieties).	The yield is improvable with hybrid seed use.	The yield is improvable with hybrid seed use.	The yield is improvable with "criolla" seed use. The pumpkin is not successful.	Always to make use of corn, bean, and pumpkin "criolla" seed
Plague incidence	Low	Moderate	Very low	Low	High	Very low	Very low
Input							
(a) Fertilizer	None	None	Nitrogenated fertilizer	Nitrogenated and phosphorated fertilizer	Nitrogenated and phosphorated fertilizer Always is used	Nitrogenated and phosphorated fertilizer	Nitrogenated fertilizer
(b) Pesticide	None	None	None	Some times is used		None	None

and enriched. This is achieved by using different techniques, such as the use of organic and chemical fertilizers (Table 3).

Thickness and number of layers of the topsoil represent an important basis upon which the Zoyatlán land classification system is structured. The optimum is a cultivation horizon with a thickness of 30 cm or more and comprising a single one layer, as was the case of Tlalcapoctic and Tlaltezoquitl soil (Tables 1 y 2). This criterion is probably based on the fact that often the physical, chemical and mineralogical nature of the layers making up the cultivation horizon is very heterogeneous (e.g. abrupt changes in permeability and moisture retention, as well as in texture, bulk density, erodability, organic matter percent, exchangeable bases, phosphorus retention capacity, etc.). Peasants know that in tilling the land these layers get mixed, which could negatively affect both the capability of operating in such horizon (Williams and Ortiz-Solorio 1981; Johnson 1983; Bellon 1990), as well as the agricultural production. As observed in Table 1, Xalli soil is represented by a topsoil of 30 cm minimum thickness, which may have one or two layers (Fig. 4). Tlalchiciltic, Xalli and Tlalnextli soils refer to the presence of a topsoil made up of one or several layers; the latter being the most common case (Fig. 4).

Table 2 shows the main physical and chemical characteristics of these soils. According to peasants, Tlalcapoctic, Tlaltezoquitl, Texalli and Xalli are the most valued soils from the agricultural perspective. Due to their quality (thickness, fertility and accessibility), we included the first two in Class S1 (no significant limitations for its agricultural sustained use), and the third one in Class S2 (has some limitations for its agricultural sustained use, which can reduce productivity to an acceptable level). Class S3 is represented by Tlalchichiltic and Xalli (has substantial limitations in its natural fertility for agricultural sustained use; Tables 1 and 2). However, Xalli, because of its spatial distribution in the land facet (restricted to alluvial terraces) shows favorable conditions for irrigation, which increases its productivity and thus, changes its aptitude class, although this always mean the use of external inputs (Table 3). Class Ns4a (generally not suitable in its present condition, either because of its low natural fertility and difficulties of access, or due to the topsoil thickness) includes the Tlalnextli and Tepetatl soils (Tables 2 and 3). Peasant consider the latter soil to have the lowest interest for agriculture due to greater difficulties in its management.

IV.1.4.4. Soil Management Generalities

Notwithstanding that between users consumable use and soil management are variable and complex, we were able to recognize that the most relevant aspects of soils management is the frequency of agricultural use for a certain soil. This aspects are not only conditioned by the soil class, but also by socioeconomic factors such as the cultivable surface available for the peasants and the size and demographic structure of their family.

Examples of the interactions between these factors are those extreme cases occurring when the farmer's family is small (families newly formed, made up by old people, or having migrant

members). When a family of this type owns a small cultivation surface area, they are forced to use Class Ns4a soils more frequently, e.g. some Tepetatl. In this case, an agricultural cycle is implemented and then lands are left in fallow for a four-year period. In contrast, there are families owning sufficient number of plots of different qualities but without enough workforce for agricultural activities. Therefore, the use of Tepetatl soils is substantially less frequent, and the fallow period can be of up to 8 years. There is also another group of peasants who, in addition to owning sufficient plots, the soils in them are in general of good quality. In this case, plots in use are only those allowing to meet their family's consumption needs (Cervantes and de Teresa 2004).

However, under ideal conditions peasants cultivate the Tlalcapoctic and Tlaltezoquitl soils (Class S1) every year (a system locally known as "anual de secano"). The Texalli soils (Class S2) are cultivated every other year with alternation of 1-yr fallow periods (a system locally known as "año y vez"). In the case of Tlalchihiltic (Class S3) and Tlalnexli soils (Class Ns4a), fallow periods are longer. In the former type the most common system is one year of cultivation followed by two of fallow; in the latter, fallow periods vary between three and four years.

There is an exception regarding this traditional management of the use-fallow cycle of Zoyatlán soils. This exception is the presence of some low fertility soils under rain-fed agriculture conditions, but they are easy to work with and are located close to population settlements and water reservoirs (Tables 2 and 3). The most common example is the intensive use of Xalli soils (Class S3). These soils have been subject to irrigation as well as fertilizers and pesticide, which makes it possible to have two annual harvests with a practically inexistent fallow period. However, even in these irrigated areas the socioeconomic factors prevail in plot management. Families with few members in productive age or a small number of plots, always cultivate the basic local products during the two cycles. If the family has several working age members and a sufficient number of plots, they use Xalli soils during the first cycle for sowing corn and beans. In the second cycle, they grow chilies, onions, tomatoes, peanuts, squash or "jícama", an edible tuber. In this case, the destiny of production is both the market and family consumption.

In addition to the variants of use-fallow practices in the different soil classes, the Zoyatlán peasants also carry out activities aimed at the conservation of soil productivity. For example, in the case of Tepetatl soil, peasants are aware of the fact that the layer for cultivation they can use is very thin. Therefore, they try as far as possible to preserve that thickness by avoiding cultivating in slopes steeper than 20%. Also, soil removal is minimum as sowing is done manually with a "coa" (sowing stick or cane). In addition, they always establish large cover crops such as the corn-bean-pumpkin combination (Table 3). Together all these strategies help to reduce erosion risks and preserve soil fertility. In the best class soils, when the area available for cultivation shows variable slopes steepness, peasants combine different sowing systems. These include, depending on the slope, the use of the "coa" or the animal traction plow. Despite the differences among the sowing systems, fallow periods traditionally assigned to each soil type are maintained constant.

A further example related to plot productivity conservation is the rotation of crops in space and time. With the exception of the Tepetatl and Tlalnexthli soils, in the remaining ones it is possible to observe rotation between the combined crop (corn-bean-pumpkin) and the corn monoculture or "mata" beans, a sturdier variety, monoculture and/or peanuts. This rotation can be made within the sowing cycle (spatial rotation) or in consecutive cycles, i.e. between years.

IV.1.4.5. Physical and Chemical Characteristics of the Agricultural Soils at Zoyatlán

Conceptually, the Zoyatlán soils represent the initial stages of soil evolution, in which few or no clearly expressed soil characteristics have developed (Table 2). According to these characteristics, they meet the requirements to be classified as Anthropic Regosols (they always show evidences of profound modifications by human activity) and Mollic Leptosols (WRB, 1998).

From a morphological point of view, some of these soils, like Tlalcapochtic, Tlaltezoquitl, and Tlalnexthli, commonly reach a considerable soil depth (Table 2). However, in all these soils the thickness of the topsoil frequently oscillates between thin (< 26 cm) to moderate (35 cm), due to the presence of different physical and chemical barriers (soil limitants). For example, the gravelly and stony layers that may underlie the first layer of the topsoil in the Tlalchichiltic soil (Fig. 4), are poor or very poor in organic matter and total nitrogen. Besides, in these layers the percentage base saturation is less than 50%. A similar situation is observed for the Tlalnexthli soil, although the topsoil thickness in this soil comprises a single homogeneous layer (Table 2). According to FAO-UNESCO (1994), such percentage generates a low fertility level which may be ameliorated by using a high dosage of fertilizers. Moreover, as suggested by particle density values (Table 2), primary minerals in these soils are mostly poor in ferromagnesians and alkaline-earth bases (Ca^{++} and Mg^{++}), necessary elements for the development of crops.

With the exception of Tlaltezoquitl, Tlalchichiltic and Tlalnexthli, the texture of the other soils is apparently mostly coarse (Table 2), although in some cases this may be somewhat different. For example, petrographic microscopy observations of the textural elements content in the Tlalcapochtic soil matrix (Fig. 3), show that its textural elements not only comprises simple loose mineral grains. In this soil, there are also stable structural sand-size aggregates (0.25-2 mm). Such aggregates show a complex organic-mineral composition that confer to soil a great erosion resistance and does not favor its biological and physical degradation (FAO-PNUMA 1980). In addition, the presence of stable aggregates in the topsoil, indicates an appropriate soil management.

Table 2, shows that bulk density values tended in general to be low, probably because the presence of numerous spaces existing between those particles, forming the soil matrix (Fig. 3). Therefore, soil porosity is high, mainly in the topsoil, which allows a good aeration and water flow, thus facilitating root growth. Only in soils such as Xalli, and sometimes Tepetatl, those porous spaces tend to consolidate and become compact when the soil loses humidity.

Laboratory analyses show that with the exception of the Xalli soil type, the other soils show some physical and chemical characteristics which are unique. Such characteristics have a direct and positive influence on soil fertility. Among them, the most outstanding are: (1) a very high water retention capacity; (2) high values of cation exchange capacity (CEC), (3) high organic matter contents in the topsoil; and (4) low erodability (Table 2).

The large soil water retention capacity (Fig. 5), high CEC, and low erodability values (Table 2) are mainly due to the large specific surface characterizing the mineralized organic matter (Maeda et al. 1978). These soil properties, also suggest the presence of non crystalline products (Jongmans et al. 1994) resulting from the weathering of the volcanic materials present in the soil (ashes, pumice, volcanic glass). So far, the performed analyses (not reported in this article) indicate the presence of amorphous minerals of proto-alophane type, as well as ferrihydrite. Only in the case of Tlalchichiltic soils, the pH-NaF value showed that alophane is present in well characterized mineralogical terms (Table 2). All these amorphous minerals, have a large specific surface and a great absorption capacity (Gama-Castro et al. 2000). When combined, all these characteristics also contribute considerably to the natural fertility that characterizes many of the soils at Zoyatlán.

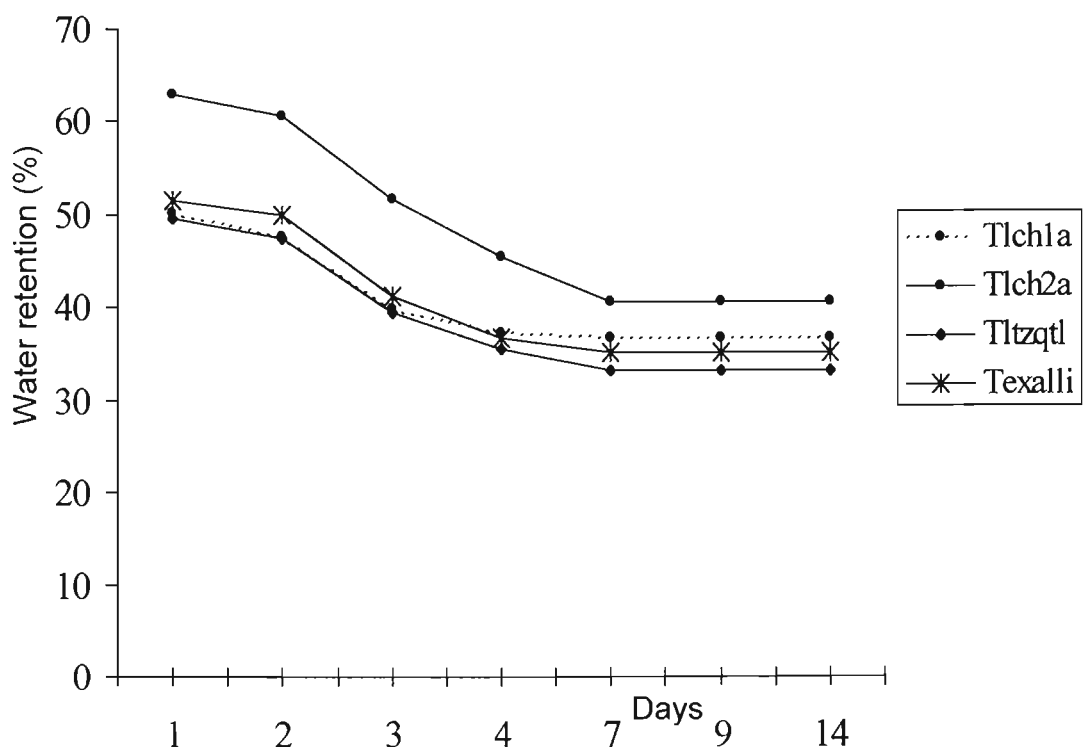


Figure IV.1.5. Percent water retention of the topsoil of some soils at Zoyatlán. Those representative profiles with a percent retention values above 60% after 12 h of draining are depicted. Tlch1a and Tlch2a = first and second layer of the topsoil of a Tlalchichiltic soil, respectively; Tltzqtl = Tlalzezoquitl soil.

Further advantages of organic matter content in the study soils are related to the availability of phosphorus and the regulation of pH. In most soils of Zoyatlán, total phosphorus (TP) shows considerable accumulation in the topsoil (Table 2). However, due to the fact that alkaline pH (pH-H₂O) prevails in such horizon, it is reasonable to conclude, in accordance with Lindsay and Moreno (1960), that this element is generally accumulated in forms which are not available for crops (e.g. hydroxiapatite, fluorapatite). Moreover, there seems to be a direct relationship between TP retention and the alkaline condition level of the cultivation horizon. In contrast, in the case of Tlalchichiltic, where pH is acidic, TP contents are considerably lower. This is probably due to the lixiviation of this element, as a result of its pH values (Table 2). These results suggest that there are potential deficiencies of assimilable phosphorus in the topsoil (retention – lixiviation), but these deficiencies may also be attenuated by the organic matter content of such horizon. Thus, besides a tendency to regulate pH, organic matter is the main source of phosphorus immediately available to crops. This is likely the explanation as to why the peasants of Zoyatlán use phosphatized fertilizer to till the Xalli, Tlalchichiltic and Tlalnextli soils (Table 3). In these soils, organic matter contents were lower (Table 2).

Finally, we consider that some of the data shown on Table 2 are “atypical” for non cultivated Regosols (i.e. characteristics of topsoil, high water retention, presence of alophane). However, it is possible that they are fully acceptable for soils deeply transformed by the intensive and prolonged anthropogenic processes, as it is the case of Zoyatlán. Anthropogenic Regosols are the most important soils in the community, and they have been used for agricultural production since ancient times (Dehouve 1995; Cervantes and de Teresa 2004). The large variety of characteristics that these soils possess render them complex for their detailed study and definition. Similarly, they pose a great challenge in terms of future technical recommendations of soil science regarding their use and conservation.

IV.1.5. An Alternative Methodological Approach

IV.1.5.1. A Multifactor or Parametric Proposal

Based on our results, we believe that to achieve the integration of ethnopedological knowledge to soil science requires the use of different methodological tools. At first, these should be aimed at retrieving and understanding local ethnopedological knowledge. However, the systematization of such information must necessarily establish a link between environmental and socioeconomic factors used by peasants in their soil classification. Therefore, we consider that to integrate the variety of criteria used by the peasants of Zoyatlán in their interpretative classification of their soils as well as to facilitate the construction of a common language among the users and the soil specialists, it is necessary to use a parametric method for establishing the land use agricultural suitability.

This is because parametric methods allow to integrate different kinds of information; they are easy to apply and to interpret by soil specialist and non-specialist; and they give one single number for taxation in order to rate land from "good" to "bad". The basic idea of these methods consists of single numeric factors, usually values of land and soil characteristics, which are combined to reach a final single numeric rating. Thus all land is rated from excellent (100) to useless (0), and this is assumed to be a ratio scale. For example, land rated 80 is "twice as good as" land rated 40. Thus it would be a fair basis for taxation. Factors can be combined by adding or multiplying, and possibly normalizing, depending on the system (Rossiter 1994).

In the case of Zoyatlán, as in many other indigenous communities, the use of parametric methods allows the peasants to trustfully define the criteria for selection of key land and soil properties. From there, this properties can be easily correlated with production by agronomic experts. It is important to restate that the peasants are the ones who must select the land and soil properties that must be used in the creation of this system, otherwise, the results obtained would be subjective and not reliable for technical decision making.

Other advantages that parametric methods offer are the following. In general, they require data and information that are cheap to generate for most of the countries. Also, according to the characteristic of the data used, it is possible to generate cartographic information at various scales. Besides, the use of parametric methods is familiar to most of the technicians and agronomy students from developing countries. An example of this, is the parametric methodology proposed by FAO-PNUMA (1980) to estimate soils degradation. Furthermore, methods of this nature are currently being used to generate indices and indicators of land and soil quality, as well as environmental sustainability (INEGI-SEMARNAP 1999; Segnestman et al. 2000; SEMARNAP 2000). In the following paragraphs an example for designing and implementing a parametric index for the soils at Zoyatlán is given.

IV.1.5.2. Example of a Single Land Characteristic

As pointed out before, peasants of this locality stress the importance of the topsoil, considering it as one of the essential agricultural factors. According to their classification, we know that the best agricultural soils have a topsoil thickness ≥ 30 cm, and that such thickness is optimal when it is homogeneous (i.e. comprising one single layer). These two criteria may be integrated in a representative (parametric) value of the existing variants of the topsoil of these soils. Such integration is demonstrated in Table 4a, where it is also shown how these criteria were weighted proportionally. On this basis, the index combines parametrically both the existing variants for this land characteristic and its relationship with the ideal thickness of the topsoil. The parametric index for the topsoil thickness (TsT) is expressed as follows:

$$TsT = (T \times PvTs) / 30 \text{ cm}$$

where T = thickness (cm) of topsoil; PvTs = parametric value according to number of layers present in the topsoil; 30 cm = ideal standard thickness for the topsoil. When the thickness of the first layer in the topsoil does not meet the ideal standard, underlying layers of the subsoil are added until the ideal 30-cm standard is approximately reached. The addition of values resulting from applying the formula to each layer corresponds to the TsT final value. In Table 4b a numerical example is provided.

The results obtained with this index have the advantage of summarizing the topsoil characteristics regarding the ideal expected condition in a single value. In turn, they also represent the suitability hierarchies or categories for this land characteristic: TsT = 1, Ideal Condition; TsT = 0.66, Acceptable Condition; TsT ≤ 0.33, Deficient Condition (without including its variants; Table 4). The values of this index are consistent with the valuation of the same factor in Zoyatlán land classification system. In the case of Tlalcapohtic soil, its category for TsT = 1 was optimal; in contrast, in Tepetatl soil, the value for this category was the lowest, TsT = 0.286 (Tables 1, 2 and 4).

Table 4. a) Parametric values established in order to relate number of soil layers and thickness (T) of the topsoil (Ts); b) worked example showing the calculation of the parametric index, for three soil types at Zoyatlán.

a)		
Soil Factor	Thickness (T)	Parametric Value (PvTs)
Topsoil Thickness	T: ≥ 30 cm, 1 homogenous layer	1
	T: ≥ 30 cm, 2 or more layers	0.66
	T: ≥ 24 < 30 cm, 1 layer	0.33
	T: ≤ 24 cm, 2 or more layers	0.165
b)		
Topsosil thickness parametric index		
$TsT = (T \times PvTs) / 30 \text{ cm}$		
Soil type	Topsoil thickness	Parametric index
Tlaltezoquitl	30 cm – one homogenous layer	$TsT = (30 \times 1) / 30 = 1.0$
Tlalchichiltic	30 cm – two layers: 1a layer - 8 cm; 2a layer - 22 cm	$TsT = (8 \times 0.66) + (22 \times 0.66) / 30 = 0.66$
Tepetatl	26 cm – one homogenous layer	$TsT = (26 \times 0.33) / 30 = 0.286$

IV.1.5.3. Representation of Parametric Information

As mentioned above, the parametric method provides a set of values that can be represented in cartographic terms. This may be achieved if the categories (values) obtained through the TsT index are expressed in terms of thematic maps: altitude, exposure, slope, landform, and lithology (Fig. 6). This process may be easily performed with geographical information systems, and consists of the reclassification of the thematic maps, in terms of the environmental factors defining the categories of the parametric index; this process results in the creation of Boolean maps. The interception of Boolean maps allows to know the spatial distribution of each category (category-1, category-2, category-3). As to a second interception, the combination of three categories is obtained. The resulting map of this process allows us to describe the spatial interaction of the various TsT categories (Fig. 6).

Following a similar reasoning, it is possible to build parametric indices by incorporating the complexity of the peasants' ethnopedologic criteria used in land management. Their advantage lies in the fact that the selected criteria may be adequately synthesized, provided the relationship between each of them is known and the hierarchies established by the users are respected. For example, for the soil fertility factor, the parametric index would have to relate both the differences identified by peasants regarding soil natural and potential fertility, as well as topsoil thickness. An additional advantage is that cartographic representation of the indices proposed can be made independently (as illustrated in the previous example for the topsoil thickness index), or can be the result of combining different indices of interest.

With the use of a parametric method of soil use aptitude, it is possible describe and incorporate, with great accuracy, the complexity of Zoyatlán peasants' ethnopedologic knowledge. Through their use, it has even been possible to gain peasants' trust since they can easily interpret the cartographic information offered and they are able to focus on the factors that interest them. Due to its content and interpretation, the cartography produced can be accessible not only to peasants but also to extension workers and researchers. This situation may contribute to filling in the existing gaps regarding concepts, language and communication that currently prevail among land users and soil specialists.

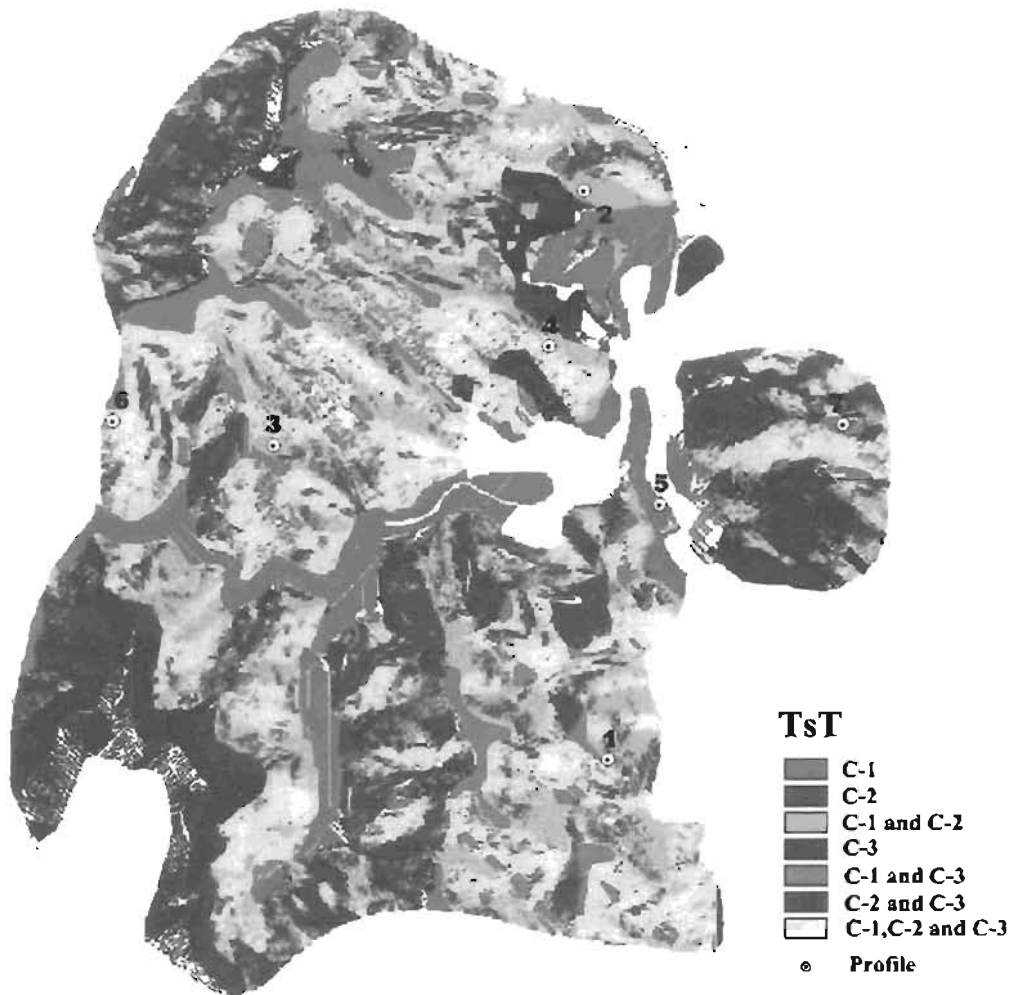
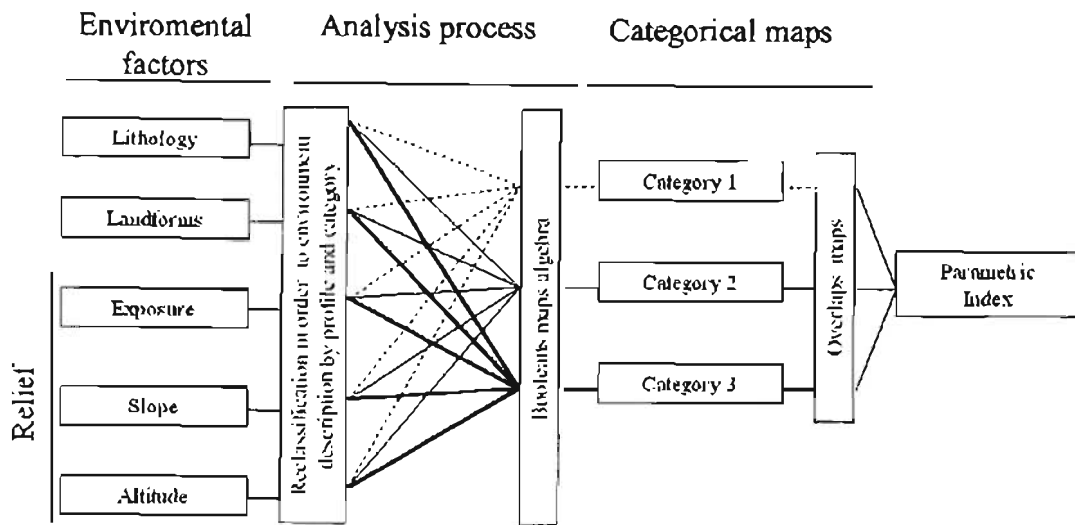


Figure IV.1.6. Diagram illustrating the elaboration process of the cartography that shows the spatial distribution of the parametric index for topsoil thickness (TsT). The map illustrates the spatial distribution of representative soil profiles at Zoyatlán (1 = Tlalcapochtlic; 2 = Tlatzezoquitl; 3 = Texalli; 4 = Tlalchichiltic; 5 = Xalli; 6 = Tlalnextli; 7 = Tepetatl). Their correspondence to those categories that summarize the topsoil thickness characteristics of each soil type are also shown.

IV.1.6. Conclusions

The combination of methodological tools used by social and environmental sciences allowed us to know and interpret the ethnopedological knowledge of the indigenous community of Zoyatlán, as well as to relate the environmental, social and cultural factors upon which such knowledge is based.

Ethnopedologic knowledge is synthesized in a classification on the aptitude of the land natural use. This classification is orderly expressed in different hierarchical levels, which are assigned to specific land uses in terms of the most important limitations for the production of basic crops. This management reflects the natural limitations of community's soils and also highlights those factors which are particularly interesting for local residents.

Although the socioeconomic factors usually affect the management traditionally assigned to each soil type, it is worth mentioning that in several cases the topsoil showed a set of pedological physical and chemical properties indicative of adequate soil management. This is likely to be a result of the knowledge and rational use of the soil, which, as far as possible, recognizes its suitability and natural limitations.

Local soils are characterized by some unique properties that are little known to soil science classifications. All these properties are related with topsoil fertility, and they likely to be the result of a positive anthropization process that has taken place for centuries in the community lands.

The parametric tools allow to integrate the various criteria involved in the indigenous classifications. Their acceptance and implementation is feasible because they have emerged from an environmental and sociocultural reality. The multifactorial basis of these methods is a condition that allows to include and combine variables measured on different scales (e.g. social, economic, environmental). Moreover, its results can be represented in different ways (diagrams, tables, maps), which help simplify its interpretation by different users. The use of parametric methods could be an ideal of favoring the dialogue between peasants and soil science specialists, leading to the construction of a common language between primary resource users, extension workers and soil scientists. Such condition will allow to establish conceptual and methodological basis that in the future can facilitate the integration of local and scientific knowledge of soils.

Acknowledgments

We wish to thank Ana Paula de Teresa for her orientation to design and apply the surveys and interviews. We are grateful to Victor Linares for providing advice in Nahuatl soil nomenclature, and to Nuri Trigo Boix for her assistance translating the present version into English. We are indebted to the people of San Nicolás Zoyatlán for their invaluable and continuous assistance, as well as by their patience. This study was funded by the Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. and the Rockefeller Foundation.

REFERENCES

- Agrawal, A. 1995. Indigenous and scientific knowledge: some critical comments. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 3, 3-5.
- Barrera-Bassols, N. and J. A. Zinck. 2000. Ethnopedology: the soil knowledge of local people. In N. Barrera-Bassols and J. A. Zinck (eds.), *Ethnopedology in a Worldwide Perspective: An Annotated Bibliography*, 11- 42. Enschede, the Netherlands: ITC Publications No. 77.
- Barrera-Bassols, N. and J. A. Zinck. 2003. Ethnopedology: a worldwide view on soil knowledge of local people. *Geoderma* 111, 171-195.
- Bellon, M.R. 1990. *The Ethnoecology of Maize Production under Technological Change*. Non-published Ph.D. Thesis. Davis: University of California.
- Birmingham, D. M. 2003. Local knowledge of soil: the case of contrast in Côte d'Ivoire. *Geoderma* 111, 481-502.
- Blakemore, L. C., P. L. Searle and B. K. Daly. 1981. *Methods for Chemical Analysis of Soils*. Soil Bureau Scientific Report No 10. New Zealand: Department of Scientific and Industrial Research, New Zealand.
- Borrough, P. A. 1986. *Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Boserup, E. 1984. *Población y Cambio Tecnológico. Estudio de las Tendencias a Largo Plazo*. Barcelona: Grupo Editorial Grijalbo.
- Braimoh, A. K. 2002. Integrating indigenous knowledge and soil science to develop a national soil classification system for Nigeria. *Agriculture and Human Values* 19, 75-80.
- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerijs, G. Stoops, T. Tursina and U. Babel. 1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Wolverhampton, UK: Waine Research Publications.
- Cervantes, V. and A. P. de Teresa. 2004. Historia del uso del suelo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. *Alteridades* 27, 57-87.
- Dehouve, D. 1995. *Hacia una Historia del Espacio en la Montaña de Guerrero*. México, DF: Centro de Estudios Mexicanos y Centro Americanos / Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Dialla, B. E. 1993. The Mossi indigenous soil classification in Burkina Faso. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 1, 17-18.
- Eriksen, P. J. and M. Ardón. 2003. Similarities and differences between farmer and scientist views on soil quality issues in central Honduras. *Geoderma* 111, 233-248.
- Ettema, C. H. 1994. *Indigenous Soil Clasification. What is their structure and function, and how do they compare to scientific soil classifications?* Athens: Institute of Ecology, University of Georgia. <http://www.nrel.colostate.edu:8080/simbobn/rkn.3b.SOIL.TEK.04.CHE.html#anchor1>
- FAO-PNUMA. 1980. *Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos*. Roma: FAO / PNUMA / UNESCO.

- FAO-UNESCO. 1994. *Soil Map of the World: Revised Legend: World Soil Resources*. Report No. 60. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gama-Castro, J.E., E. Solleiro-Rebolledo and E. Vallejo-Gómez. 2000. Wheathered pumice influence on selected alluvial soil properties in west Nayarit, Mexico. *Soil and Tillage Research* 55, 143-165.
- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México, DF: 4ª ed. Author's edition.
- Habarurema, E. and K. G. Steiner. 1997. Soil suitability classification by farmers in Southern Rwanda. *Geoderma* 75, 75-87.
- INEGI. 1983. *Carta topográfica 1:50,000. Tlapa E14D22*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI-SEMARNAP. 1999. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática / Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Johnson, A. 1983. Machiguenga gardens. In B. Hams and W. T. Vickers (eds.), *Adaptive Responses of Native Amazonians*, 29- 63. New York: Academy Press.
- Jongmans, A.G., F. van Oort, P. Buurman, A. M. Jaunet and J. D. J. van Doesburg. 1994. Morphology, chemistry and mineralogy of isotropic aluminosilicate coating in a Guadeloupe Andisol. *Soil Science Society American Journal* 58, 501-507.
- Krasilnikov, P.V. 2002. Soil classifications and their correlation. In P. V. Krasilnikov (comp.), *Soil Terminology and Correlation*, 7-41. Petrozavodsk: Karelian Research Centre / Russian Academy of Sciences / Institute of Biology.
- Krasilnikov, P. V. and J. A. Tabor. 2003. Perspective on utilitarian ethnopedology. *Geoderma* 111, 197-215.
- Lindsay, W. L. and E. C. Moreno. 1960. Solubility diagram for phosphorus determination at 25°C. *Soil Science Society American Procceding* 24, 177-182.
- Maeda, T., S. Tsutsumi and K. Suma. 1978. The characteristics of the physical properties of Kuroboku soils in Japan as farmland. *Translation JSIDRE* 61, 9-17.
- Montañez, C. and A. Warman. 1985. *Los Productores de Maíz en México: Restricciones y Alternativas*. México, DF: Centro de Ecodesarrollo.
- Munsell. 1992. *Soil Color Chart, Soil Survey Manual*. Hanbook No. 18. Baltimore: U.S. Dept. Agriculture.
- Nachtergaele, F. O., O. Spaargaren, J. A. Deckers and B. Ahrens. 2000. New developments in soil classification world reference base for soil resources. *Geoderma* 96, 345-357.
- Niemeijer, D. 1995. Indigenous soil classifications: complications and considerations. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 3, 20-21.
- Ortiz-Solorio, C. A. and M. C. Gutiérrez-Castorena. 2001. La Etnoedafología en México una visión retrospectiva. *Etnobiología* 1, 44-62.

- Rhoades, R. E. 1994. *Tailoring soil, water, and nutrient management to farmers needs*. Proceeding of a DSE/IB SRAM International Workshop on Soil, Water, and Nutrient Management Research: Enviromental and Productivity Dimensions. Zschortau, Germany.
- Rojas, T. 1985. La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. In T. Rojas and W. T. Sanders (eds.), *Historia de la Agricultura Época prehispánica – Siglo XVI (Vol I)*, 129-231. México, DF: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Rossiter, D. G. 1994. *Land Evaluation. Non-FAO Land Classification Methods*. Cornell University: College of Agriculture and Life Sciences, Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences. http://wwwscas.cit.cornell.edu/landeval/le_notes/s494ch7p.htm
- Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. México, DF: LIMUSA.
- SCS-USDA. 1984. *Procedures for Collecting Soil Samples and Methods for Analysis for Soil Survey*. Report No. 1 (revised) US Department of Agriculture. Washington, DC: Soil Survey Investigations / Soil Conservation Service.
- Segnestman, L., M. Winagrand and A. Farrow. 2000. *Desarrollo de Indicadores. Lecciones Aprendidas de América Central*. Washington, D.C.: CIAT / Banco Mundial / PNUMA.
- Seymour-Fanning, D. and M. C. Balluff-Fanning. 1989. *Soil: Morphology, Genesis and Classification*. New York: John Wiley and Sons.
- SEMARNAP. 2000. *Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental*. México DF: Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.
- Tabor, J. A. 1990. Ethnopedology: using indigenous knowledge to classify soil. *Arid Land Newsletter* 30, 28-29.
- Tabor, J. A. 1993. Soil survey and indigenous soil classification. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 1, 28-29.
- Tabor, J. A. and C. F. Hutchinson. 1994. Using indigenous knowledge, remote sensing and GIS for sustainable development. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 2, 2-6.
- Tabor, J. A. and P. V. Krasilnikov. 2002. Ethnopedology and folk soil classifications. In P. V. Krasilnikov (comp.), *Soil Terminology and Correlation*, 208-214. Petrozavodsk: Karelian Research Centre / Russian Academy of Sciences / Institute of Biology.
- Talawar, S., and R. E. Rhoades. 1998. Scientific and local classifications and management of soils. *Agriculture and Human Values* 15, 3-14.
- USDA-SSDS. 1992. *Soil Survey Manual*. Agriculture Handbook No 18. Washington, D.C.: Department of Agriculture / Soil Survey Division Staff.
- USDA-SSS. 1994. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations, Report 42. Washington, D.C: US Department of Agriculture/ National Resources Conservation Services/ National Soil Survey Center.
- Vega, C. 1991. *Código Azoyú 1. El Reino de Tlachinollan*. México, DF: Fondo de Cultura Económica.

- Warman, A., C. Montañez, E. Camou, J. L. Andrade, E. Peña, R. Arias, E. Velázquez and S. Chávez. 1982. *El Cultivo del Maíz en México: Diversidad, Limitaciones y Alternativas. Seis Estudios de Caso*. México, DF: Centro de Ecodesarrollo.
- Williams, B. J. and C. A. Ortiz-Solorio. 1981. Middle american folk soil taxonomy. *Annals of the American Geographers* 71, 335-358.
- Winklerprins, A. M. G. A. 1999. Local soil knowledge: a tool for sustainable land management. *Society and Natural Resources* 12, 151-161.
- Wischmeier, W. H., and D. D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning*. Agricultural Handbook 537. Washington, D. C.: U.S. Department of Agriculture.
- WRB. 1994. *World Reference Base for Soil Resources* (draft). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Soil Resources.
- WRB. 1998. *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources, Report 84. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Appendix Soil Analyses

All the physical and chemical analyses were performed to air-dried samples, sieved through a 2 mm mesh.

Soil Analyses	Method
Physical	
Soil colour (moist and dry)	Determined by comparison to Soil Color Charts (Munsell 1992)
1.- Soil texture 2.- Soil particle density (PD) 3.- Soil bulk density (BD)	Determined by the USDA-SSS method (1994)
Soil porosity	Based on the BD and PD values (%Porosity = $1 - \text{BD}/\text{PD} \times 100$)
Soil erodability	Assessed in accordance with Wischmeier's nomogram (Wischmeier and Smith 1978)
Soil water retention	Determined through a semi-quantitative method, through the loss of weight of the soil sample, initially saturated and then air-dried (SCS-USDA 1984).
Chemical	
Soil pH (H ₂ O 1:1; KCl 1:1; NaF 1:50)	Determined by the SCS-USDA method (1984)
Soil total organic matter	Determined with the procedure described by Blakemore et al. (1981).
Soil total nitrogen	Determined with the procedure described by Blakemore et al. (1981).
1.- Cation exchange capacity 2.- Extractable Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ²⁺ and K ¹⁺	Both determined by the SCS-USDA method (1984), extracted with 1M NH ₄ OAc to pH 7
Soil total phosphorus	Determined with the procedure described by Blakemore et al. (1981).
Micromorphological	
Soil micromorphology	Thin sections were prepared with the soil samples impregnated with the Crystal MC-40 resin, and later examined under the petrographic microscope (Bullock et al. 1985).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS EN LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA EN LA MONTAÑA DE GUERRERO

V.1. Introducción

Actualmente en todo el mundo existe un gran interés por la restauración de los ambientes que han sido intervenidos o devastados por las actividades humanas. A pesar de ello, desde hace varias décadas diversas instituciones internacionales han llamado la atención sobre el alarmante incremento de las áreas degradadas (Mattheus, 1983; Strong, 1994; Preston, 1999). Sobre esa base, posteriormente se establecieron legislaciones en donde se incluyeron los lineamientos para mitigar o contrarrestar los impactos negativos sobre el ambiente. En sus inicios dicha normatividad estuvo dirigida a tratar de aminorar los impactos ambientales que afectaban directamente la salud de la población (González-Márquez, 1994; Urquidí, 1994, 1997; Brañes, 2000). Por una parte, dicho enfoque obedeció a la necesidad de solucionar de manera expedita problemáticas particulares, y por la otra, porque desafortunadamente es hasta fechas relativamente recientes (países desarrollados finales de la década de 1970 y Latinoamérica finales de 1980) que el sector científico mostró interés en el mejoramiento de dichos ambientes (CEPAL et al., 1986; Naredo y Parra, 1993; Brañes, 2000; Young, 2000).

En México, la problemática de la degradación ambiental ha sido atendida por diversas instituciones gubernamentales. Sin embargo, el rezago en la información necesaria para tratar de solucionar esta situación es muy grande (SEMARNAP, 2000). Aunque actualmente se cuenta con estudios que hacen un diagnóstico del estado del suelo, el agua y la vegetación, la escala de trabajo generalmente es pequeña (e.g. 1:250,000 por lo menos). Además, desafortunadamente el estado de esos recursos y la interacción con los factores que han promovido y promueven la degradación es por lo general una información ausente o poco desarrollada (SEDUE, 1986; 1988; CONADE, 1992; INE, 1993; 1994; CONAZA, 1994; INEGI-SEMARNAP, 1998). Esta situación es aún más complicada si se considera que el mejoramiento de ese tipo de ambientes involucra objetivos de muy diversa índole. Así, éstos pueden incluir desde aquellos que se enfocan a la resolución de problemas que afectan de manera inmediata la calidad de vida de la población (contaminación, erosión del suelo, productividad de terrenos agropecuarios, áreas de esparcimiento, etc.), hasta los relacionados con el entendimiento causal y científico de las comunidades ecológicas que estuvieron presentes antes del disturbio (Bradshaw 1989; Harper, 1989; Gilbert y Anderson, 1998).

A pesar de la compleja problemática y diversidad de intereses relacionados con el mejoramientos del ambiente, se ha sugerido que los principios básicos de la restauración de tierras y de los ecosistemas, son los mismos en los que se fundamenta la sucesión ecológica (Bradshaw, 1989). Esto es cierto siempre y cuando los factores biofísicos del sistema no hayan sido afectados (Anderso, 1995; Gilbert y Anderson, 1998; Hobbs y Harris, 2001). Con estas bases se ha propuesto que para desarrollar de manera exitosa el restablecimiento o mejoramiento de la cubierta vegetal, es primordial identificar a los factores causantes de la degradación o el

empobrecimiento del sistema, y cuál es el estado de "salud" o integridad a partir del cual se pretenden iniciar las actividades de mejoramiento (Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Rapport et al., 1998; Hobbs y Harris, 2001). Se parte de la premisa que a partir de dicha información será posible identificar y ponderar los factores que limitan el desarrollo de la vegetación, y también de manera indirecta será posible estimar el esfuerzo que tendrá que invertirse, para atenuar o revertir la degradación del sitio de interés. En gran medida, la carencia de esta concepción, aunada a la complejidad ambiental y sociocultural existente en México, es lo que ha propiciado la ausencia de metodologías que permitan incidir de manera eficiente en el mejoramiento de estos ambientes.

El presente capítulo pretende contribuir a atenuar dicha problemática, a través de una propuesta metodológica y de análisis, que parte de la premisa de consolidar una base de información que da cuenta de la relación existente entre la vegetación, el suelo (ver Capítulo IV) y los factores que propician su degradación (ver Capítulo III). Aunque anteriormente se especificó el estado actual de la cubierta vegetal de San Nicolás Zoyatlán (ver Capítulo II), en este capítulo se detallan las características estructurales y de composición de los diferentes parches de vegetación presentes en la comunidad. Sus resultados se analizan y discuten con base en los factores ambientales y sociales que han determinado y actualmente determinan dicha condición. También se identifican los factores que artificialmente son posibles de solucionar, y con esta base se proponen algunas estrategias que pueden contribuir a mejorar la cobertura y composición de la vegetación de la comunidad.

V.2. Métodos

V.2.1. Sitios de muestreo

La elección de los sitios se realizó en dos etapas. La primera consistió en el análisis cartográfico de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán. Con base en la carta topográfica del área de estudio (1:50,000; INEGI, 1983) se distinguieron las principales características del relieve (cimas, laderas, valles, pendiente y altitud). A la vez, con base en fotografías aéreas (1:80,000; 1979) se identificaron *a priori* las diferentes asociaciones vegetales. A través de la fotointerpretación se identificaron diferentes unidades de vegetación distribuidos en las distintas litologías y características del relieve. Se reconocieron tres unidades básicas: selva baja caducifolia, vegetación arbustiva y vegetación herbácea. La segunda etapa consistió en la realización de recorridos de campo para verificar la información obtenida en la etapa de gabinete (ver Capítulo II). Durante la verificación se observó que varios de los sitios seleccionados habían sido transformados debido a cambios en el uso del suelo. También se corroboró que algunos sitios identificados *a priori* como selva baja caducifolia correspondían a vegetación secundaria con diferentes grados de desarrollo. Con base en esta verificación finalmente se seleccionaron 36 sitios para realizar el muestreo (Fig. V.1).

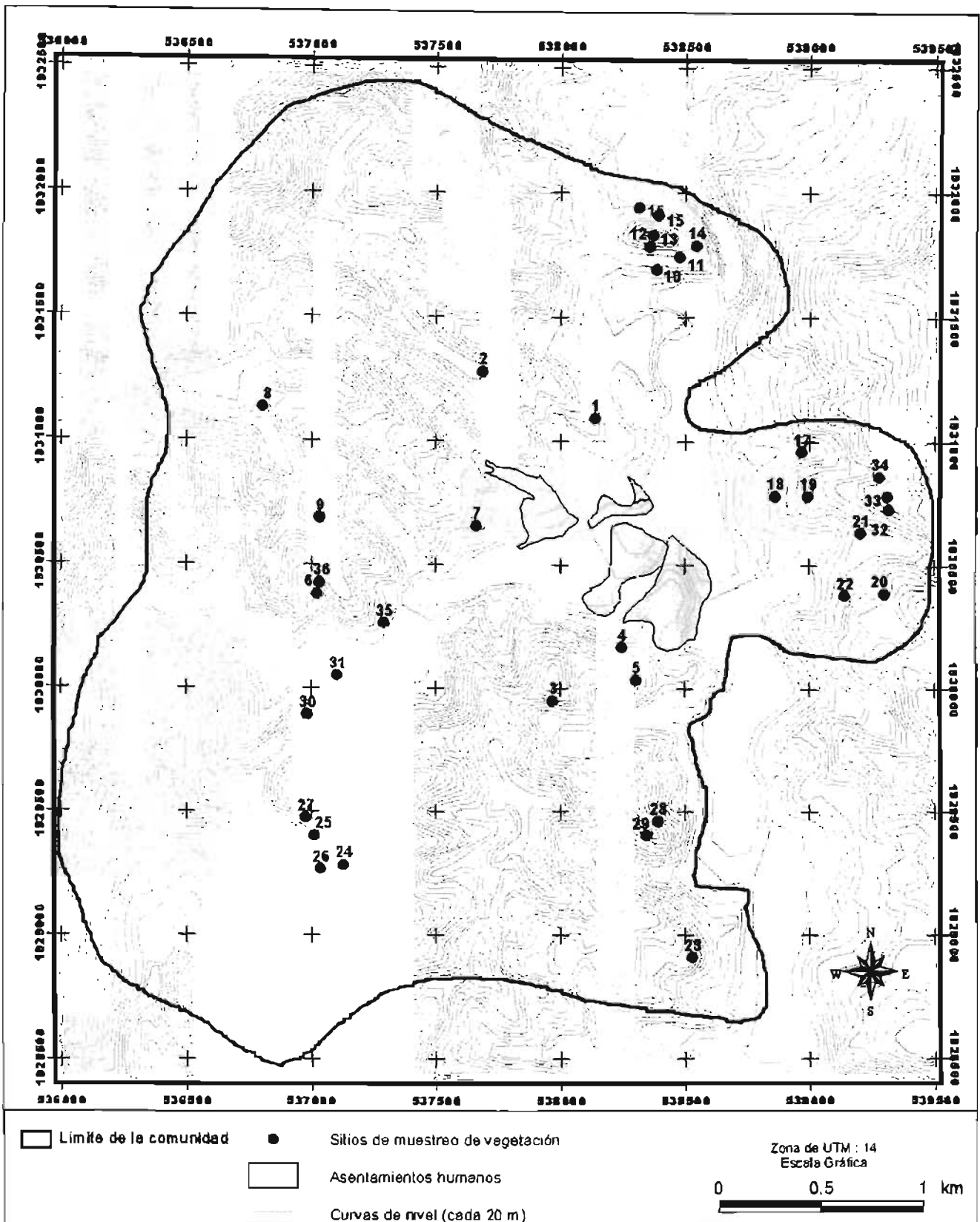


Figura V.1. Ubicación y número de sitios en donde se realizó el muestreo de la vegetación en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero, México).

V.2.2. Muestreo de vegetación

En cada sitio seleccionado se determinó la litología, la altitud, la geofoma, la orientación, la pendiente y su longitud, además se realizó un perfil de suelos (Tabla V.1). Para describir la vegetación se obtuvieron muestras estratificadas con área; en cada sitio se trazó un cuadro de 513 m² (27 × 19 m). Con base en la fisonomía de la vegetación se distinguieron dos estratos; el estrato alto incluyó árboles y arbustos, así como individuos adultos de especies con crecimiento en roseta. En el estrato bajo se incluyeron a las hierbas y los pastos, además de plántulas y juveniles de especies con formas de vida arbórea o arbustiva.

Para caracterizar el estrato alto, en la superficie previamente determinada se trazaron 12 cuadros de 3 × 3 m, con 5 m de separación entre cada uno. Al interior de esos cuadros se trazaron otros más pequeños (1 × 2 m), para describir el estrato bajo; estos últimos se ubicaron en el extremo superior derecho. Cada sitio de muestreo contó con 108 m² para el estrato alto y 24 m² para el bajo (dimensiones establecidas con base en la superficie promedio de los distintos fragmentos de vegetación). En cada uno de los 12 cuadros se registró, para ambos estratos, la composición florística, el porcentaje de cobertura por especie y la altura modal por especie; además, para el estrato alto se registró el número de individuos por especie. La identificación taxonómica de las especies fue realizada por personal del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME).

V.2.3. Análisis de datos

La sistematización de datos para cada sitio y estrato consistió en el cálculo por especie de la frecuencia (absoluta y relativa), el porcentaje de cobertura (promedio y relativa), la altura promedio, y el valor de importancia relativa (VIR). Además, para el estrato alto se calculó la densidad total de individuos (DaT). A continuación se presentan las fórmulas utilizadas.

$$\text{VIR} = \text{FrSP}_i + \text{CobrSP}_i$$

donde:

VIR = valor de importancia relativa de la especie *i*

FrSP = frecuencia relativa de la especie *i*

CobrSP = cobertura relativa de la especie *i*

$$\text{DaT} = \frac{\text{No. total de individuos}}{108 \text{ m}^2}$$

donde:

DaT = densidad total de individuos

Tabla V.1. Características ambientales de los sitios del muestreo de vegetación realizado en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán (Guerrero). BQU = Brecha cuarcítica; BVL = Brecha volcánica; AND = Andesita; ANZ = Andesita-Caliza; CLZ = Caliza; CAR = Conglomerado de areniscas; TBQ = Toba volcánica. FLim = Factores limitante (Clase I > 48, Clase II > 35 ≤ 48; Clase III ≤ 35); FCal = Factores de calidad (Clase I > 51, Clase II >35 ≤ 51; Clase III ≤ 35); Global = Integra factores limitantes y de calidad (Clase I > 98, Clase II > 70 ≤ 98; Clase III ≤ 70).

Sitio	Litología	Altitud (m s.n.m.)	Pendiente (%)	Geoforma	Orientación	Factores Edáficos		
						FLim	FCal	Global
M1	BQU	1402	17.6	Ladera suave	SE	II	II	II
M2	BQU	1520	0 a 4.4	Cima prolongada		III	III	III
M3	BQU	1515	33.0	Ladera fuerte	S	II	II	II
M4	BQU	1428	65.0	Ladera abrupta	N	II	II	II
M5	BVL	1453	0 a 10	Cima prolongada		II	II	II
M6	BQU	1420	50.0	Ladera abrupta	N	II	II	II
M7	BQU	1408	55.0	Ladera abrupta	SE	II	II	II
M8	BQU	1522	37.5	Ladera fuerte	SE	II	II	II
M9	BQU	1470	45.0	Ladera abrupta	NE	I	II	II
M10	AND	1348	45.0	Ladera abrupta	S	I	II	I
M11	AND	1372	54.0	Ladera abrupta	SE	I	II	I
M12	AND	1410	80.0	Ladera abrupta	SE	III	III	III
M13	AND	1440	40.0	Ladera fuerte	S	III	III	III
M14	ANZ	1392	34.0	Ladera fuerte	E	III	II	III
M15	AND	1380	55.0	Ladera abrupta	N	I	III	II
M16	AND	1365	60.0	Ladera abrupta	N	II	II	II
M17	CAR	1380	65.0	Ladera abrupta	NO	II	II	II
M18	CLZ	1470	30.0	Ladera fuerte	O	II	II	II
M19	CLZ	1358	0 a 8	Cima prolongada	-	II	II	II
M20	CLZ	1452	13.0	Terraza	NO	I	I	I
M21	CLZ	1440	51.0	Ladera abrupta	S	III	III	III
M22	CLZ	1440	35.0	Terraza	SO	I	I	I
M23	BQU	1475	40.0	Ladera fuerte	E	II	II	II
M24	BQU	1442	54.0	Ladera abrupta	NE	II	I	II
M25	TBQ	1485	45.0	Ladera abrupta	NE	II	III	II
M26	BQU	1468	50.0	Ladera abrupta	SE	II	II	II
M27	BQU	1460	60.0	Ladera abrupta	NE	I	I	I
M28	BQU	1350	0 a 8	Cima prolongada	-	II	I	II
M29	BQU	1490	70.0	Ladera abrupta	NE	II	I	II
M30	BQU	1460	16.0	Ladera suave	N	III	III	III
M31	BQU	1413	0 a 4	Terraza	-	II	II	II
M32	CLZ	1480	40.4	Ladera fuerte	S	III	II	III
M33	CLZ	1484	0 a 4	Cima prolongada	-	III	III	III
M4	CLZ	1468	40.0	Ladera fuerte	NE	III	III	III
M35	BQU	1377	80.0	Ladera abrupta	NE	II	II	II
M36	BQU	1450	70.0	Ladera abrupta	NE	II	II	II

Con esta información se obtuvieron variables para caracterizar de manera global cada sitio de muestreo. Para ello se obtuvo el porcentaje de cobertura total en ambos estratos, el número de familias, géneros y especies para ambos estratos, y el índice de diversidad de Shannon-Wiener $\log_2 (H')$ en ambos estratos, por medio de la fórmula:

$$H' = \sum (Cobi / CobT) \log_2 (Cobi/CobT)$$

donde:

Cobi = cobertura total de la especie i

CobT = cobertura total del sitio

Con la finalidad de contar con una estimación de la estructura vertical que caracterizó a cada sitio de muestreo por estrato, se diseñó el índice de altura (IA), de la siguiente manera:

$$IA = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \text{ (cm)} \times Cobi \text{ (\%)}}{CobT \text{ (\%)}}$$

donde:

a_i = altura promedio de la especie i

Cobi = cobertura promedio de la especie i

CobT = cobertura total del sitio por estrato

Para sistematizar la información referente a la presencia de las especies en cada sitio de muestreo, se establecieron cinco categorías de presencia: (1) Raras – 1 a 3 sitios, (2) Escasas – 4 a 8 sitios, (3) Poco Frecuentes – 9 a 18 sitios, (4) Frecuentes – 19 a 27 sitios, y (5) Fieles - 28 a 36 sitios.

El análisis estadístico de los datos se realizó a dos niveles. El primero consideró la comparación de los sitios de muestreo con respecto a las variables ambientales, y el segundo su comparación con respecto a la composición florística.

Para valorar la relación entre las variables de la vegetación y las variables ambientales se realizaron análisis de regresión (Montgomery, 1991; Steel y Torrie, 1988). Las variables de la vegetación utilizadas en estos análisis fueron: (1) el porcentaje de cobertura total para el estrato bajo (CobEb), para el estrato alto (CobEa) y la suma de ambos porcentajes (CobT); (2) la riqueza total de familias por estrato (RfEb, RfEa) y la suma de ambas (RfT); (3) la riqueza total de especies por estratos (ReEb, ReEa) y el conjunto de ambas (ReT); (4) el índice de diversidad de Shannon-Wiener para ambos estratos ($H'E_b$, $H'E_a$); (5) el índice de altura (IA) para ambos estratos (IAEb,

IAEa); (6) la densidad total de individuos del estrato alto (DaT). Las variables ambientales utilizadas fueron litología, altitud, pendiente, orientación y características edáficas del sitio. En este último caso, los modelos de ajuste se realizaron a tres niveles, pues se incluyeron los valores de Clase obtenidos para los factores limitantes del suelo (integrados por la profundidad del suelo, fertilidad potencial, potencial mineral y erodabilidad), los factores de calidad del suelo (integrados por materia orgánica, pH, bases intercambiables, saturación de bases, color y densidad aparente), así como los valores obtenidos en la Clase que integra ambos tipos de factores (ver Capítulo IV.II).

Sobre el conjunto de variables ambientales y de vegetación mencionadas anteriormente, se realizaron análisis de conglomerados utilizando la técnica de agrupación jerárquica de Ward (Everitt y Dunn, 1991; Johnson, 2000). Para identificar diferencias significativas entre los grupos formados por el análisis de clasificación, se realizaron análisis de varianza multivariados (MANOVA) o univariados (ANOVA). En ambos casos se utilizó como variable independiente a los grupos obtenidos por el método de Ward, y como variable dependiente a las variables de vegetación o de los factores ambientales. En el caso de los MANOVA, para conocer la conformación de los grupos que se diferenciaron estadísticamente, con la información arrojada por el análisis se construyeron gráficas "biplot" (canonical centroid plot; SAS, 1989) en un espacio canónico de dos dimensiones. Posteriormente, con la información de los grupos formados para cada variable se realizaron los MANOVA entre las variables ambientales y las de vegetación. En este caso se utilizó como variable independiente los grupos obtenidos y verificados en el paso anterior para las variables ambientales, y como variable dependiente los datos de vegetación. Para conocer la conformación de los sitios de muestreo en cada grupo, nuevamente se realizó el análisis del espacio canónico de dos dimensiones (Ignacio Méndez, com. pers.).

Para comparar la composición florística entre sitios se utilizaron los porcentajes de cobertura promedio por especie, obtenidos en el estrato bajo y alto. En este análisis solamente se incluyeron las especies que estuvieron presentes en por lo menos cuatro muestras de vegetación, es decir, se excluyeron las especies catalogadas como Raras. Los porcentajes de cobertura para ambos estratos fueron procesadas a través del método de agrupación no jerárquico de K-medias, el cual está diseñado para agrupar muestras más que variables, dentro de un conjunto de K grupos (Afifi y Clark, 1997; SAS, 1989). Para corroborar la existencia de diferencias significativas en la composición florística entre los grupos formados, se realizaron análisis de varianza de una vía (ANOVA). En este caso se utilizó como variable independiente los grupos formados, y como dependiente las distancias euclidianas, entre y dentro, de los grupos obtenidas en el análisis de K-medias (Afifi y Clark, 1997; SAS, 1989).

V.3. Resultados

V.3.1. Análisis Descriptivo

V.3.1.1. Descripción general

Se encontraron en total 322 morfoespecies, de las cuales 57.1% (184) fueron determinadas hasta el nivel de especie, 26.7% (86) a nivel de género y 10.9% (35) a nivel de familia. Únicamente 17 (5.3%) no pudieron ser determinadas a ninguno de estos niveles taxonómicos. El total de taxa determinados abarcó 64 familias, 170 géneros y 184 especies (Anexo V.1).

En todas las familias encontradas, casi la mitad estuvo representada por una sola especie; únicamente en 13 se presentaron cinco o más, y en éstas se concentró 63.5% (108) del total de géneros y 71.1% (217) de las especies (Fig. V.2a). Las familias mejor representadas, tanto por el número de géneros como de especies, fueron Leguminosae, Asteraceae y Poaceae. Con respecto a la riqueza de especies por género, se encontró que solamente en 11 se presentaron cuatro o más especies, entre los que destacan *Bursera*, *Euphorbia*, e *Ipomoea* por presentar el mayor número de especies (Fig. V.2b).

V.3.1.2. Riqueza de familias por sitios de muestreo y estrato

De las 64 familias determinadas, 22 estuvieron presentes en ambos estratos, 36 fueron exclusivas del estrato bajo y solamente seis del alto. Las que representaron a este último y que estuvieron en el mayor número de sitios (4 a 8 sitios) fueron Amaryllidaceae y Palmaceae, en tanto que las cuatro restantes (Annonaceae, Rutaceae, Sapotaceae y Ulmaceae) solamente se encontraron en un sitio. Para las exclusivas del estrato bajo, únicamente siete familias (Acanthaceae, Poaceae, Malvaceae, Polemoniaceae, Polygalaceae, Rubiaceae y Scrophulariaceae) estuvieron presentes en 15 o más sitios de muestreo, destacando Poaceae y Malvaceae por encontrarse en 30 o más sitios (Anexo V.1). Con respecto a las 22 familias compartidas entre estratos, únicamente cuatro (Burseraceae, Convolvulaceae, Leguminosae y Verbenaceae) estuvieron presentes en 15 o más sitios.

La riqueza de familias en los sitios de muestreo varió considerablemente. En el estrato bajo, cuatro sitios presentaron menos de diez familias y solamente en diez sitios se encontraron más de 20 familias (Fig. V.3a). Las diferencias fueron más grandes para el estrato alto; únicamente en diez sitios se encontraron diez o más de familias, mientras que en tres sólo se registró una (Fig. V.3b).

V.3.1.3. Cobertura de la vegetación

La cobertura total (CobT) entre sitios varió considerablemente. En seis sitios se obtuvieron valores entre 53 y 74%, y solamente en cuatro sitios se encontraron coberturas superiores a 200%. En varios casos porcentajes cercanos a 100% se presentaron en sitios carentes de estrato alto; por el contrario, en otros el porcentaje registrado fue muy bajo, incluso cuando ambos estratos estuvieron presentes (Tabla V.2).

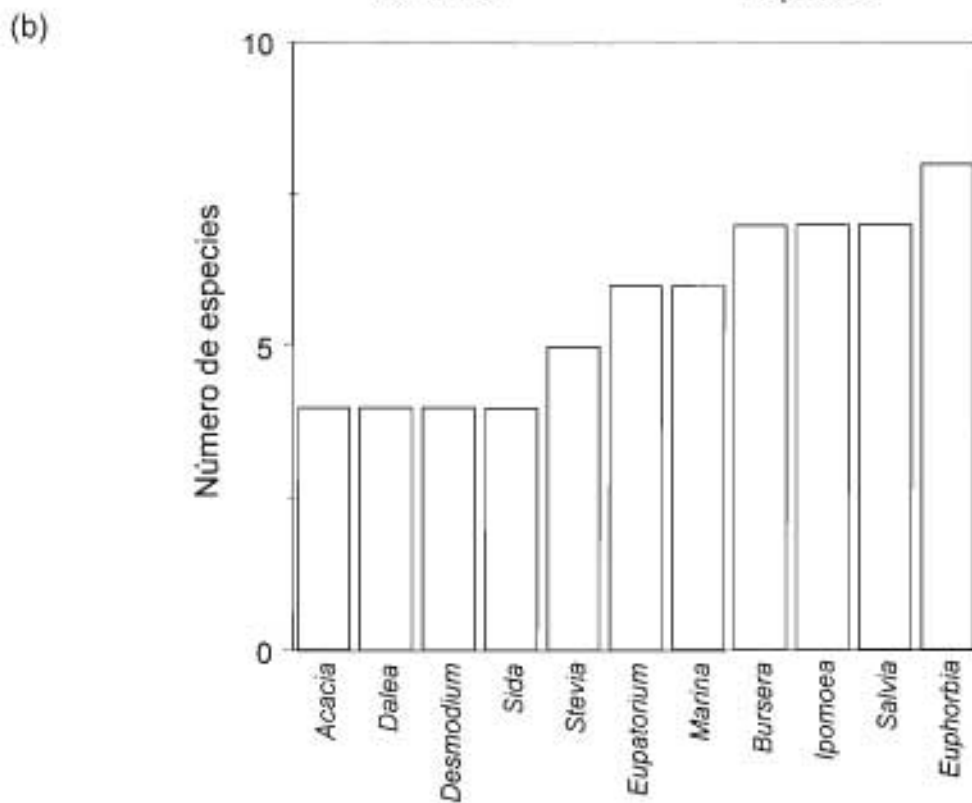
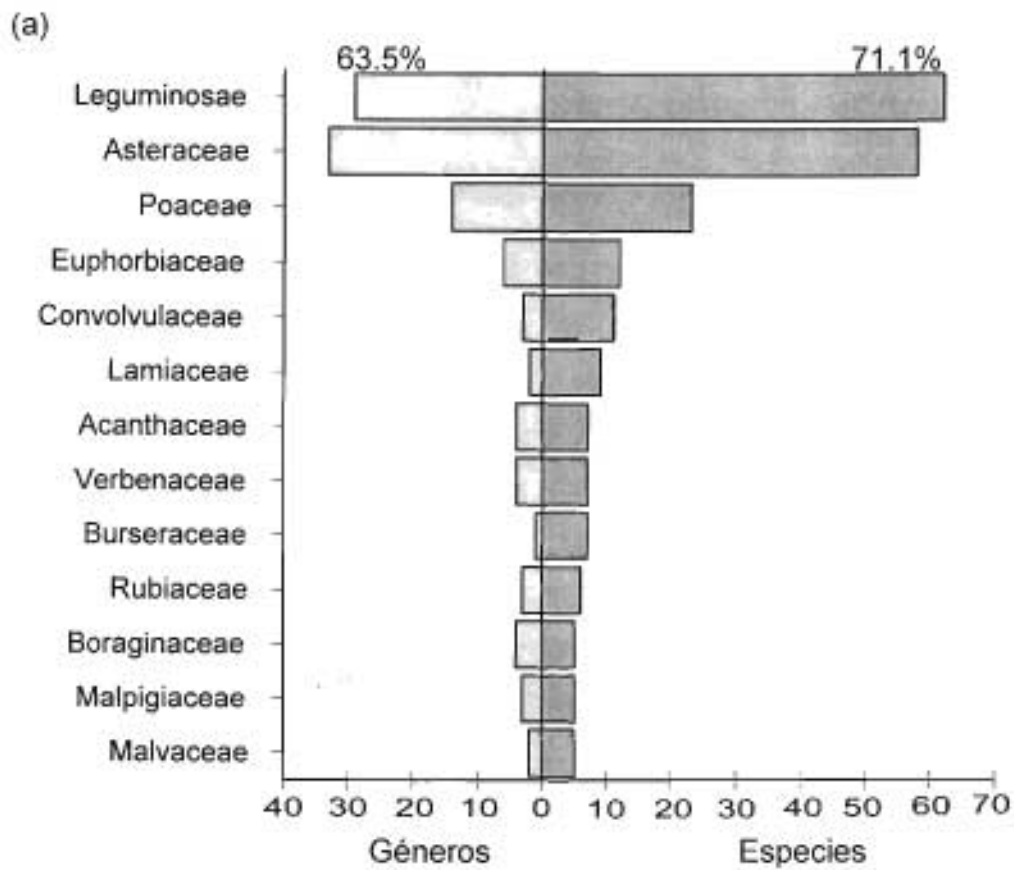


Figura V.2. Resumen del análisis florístico de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. (a) familias taxonómicas que presentaron cinco o más especies; (b) géneros con el mayor número de especies.

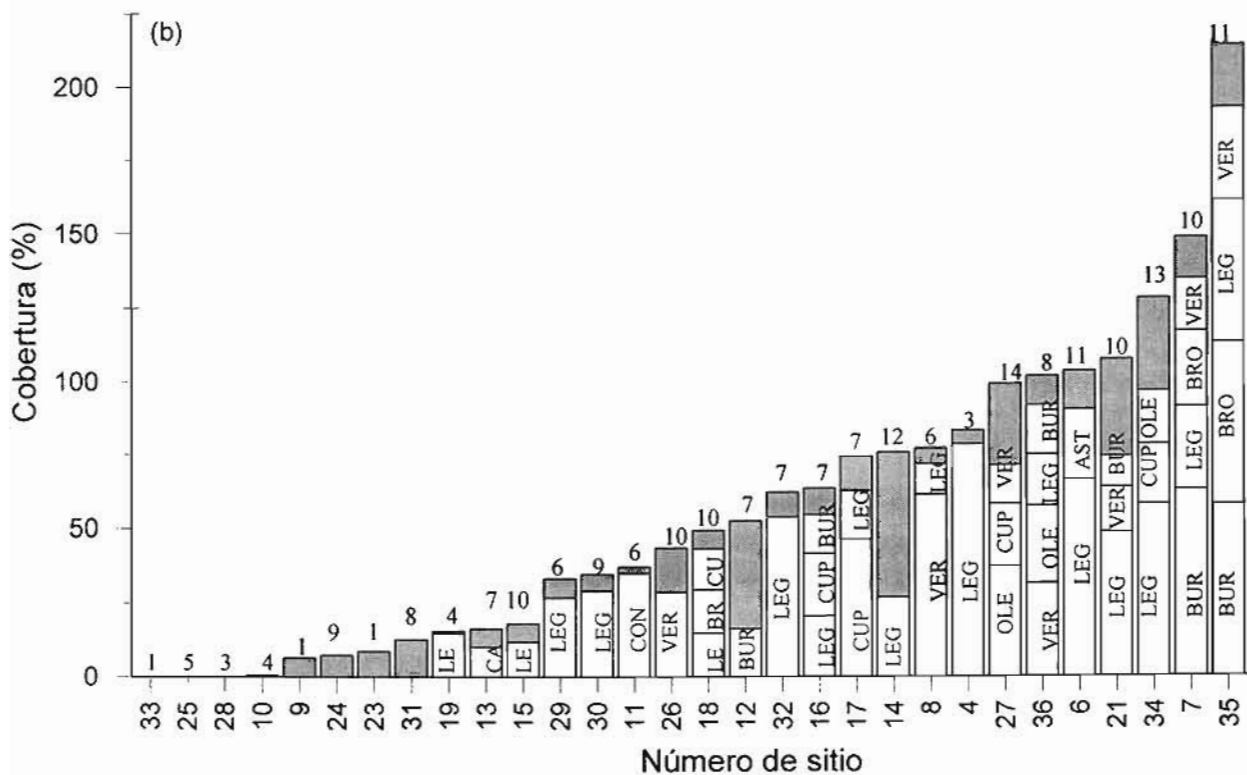
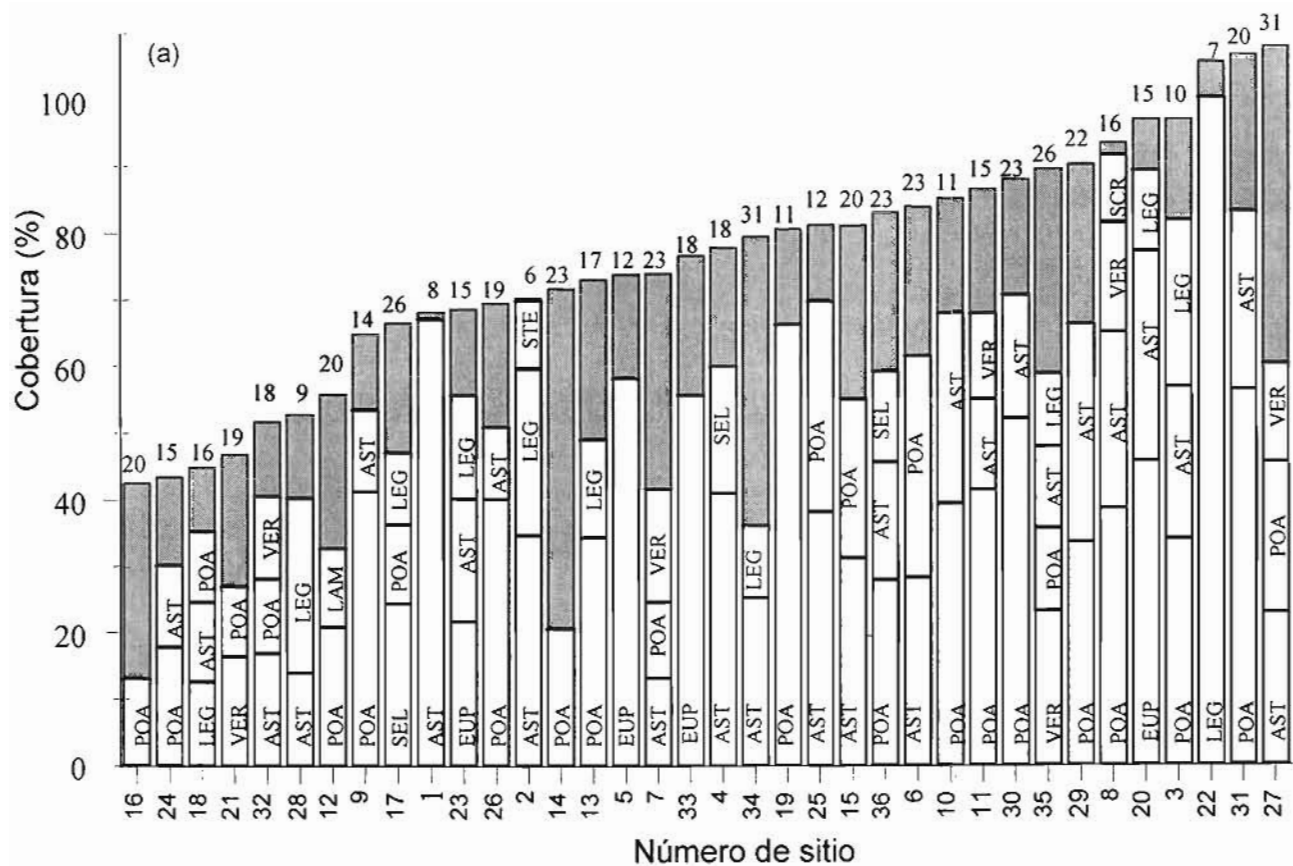


Figura V. 3. Cobertura total por sitio de muestreo para el estrato bajo (a) y alto (b), y contribución porcentual de las familias mejor representadas (su abreviatura es igual a la de la Tabla V.3). Número sobre las barras = total de familias por sitio.

Tabla V.2. Coeficiente de variación, cobertura total, riqueza de especies y índice de diversidad, en los sitios de muestreos. CV = coeficiente de variación para el número de especies. El número en paréntesis indica el número promedio de especies por subunidad de muestra; H' = índice de Shannon-Wiener.

Sitio	Estrato Bajo			Estrato Alto				Total	
	Riqueza	CV	H'	Riqueza	CV	H'	Densidad	Riqueza	Cobertura
M24	50	22.2 (14.4)	4.77	10	147.7 (1.0)	2.87	0.15	56	53.04
M28	25	13.4 (11.8)	4.10	3	248.6 (0.3)	1.54	0.03	27	53.37
M1	23	39.3 (4.8)	2.79	–	–	–	–	23	68.46
M2	17	17.0 (7.7)	3.34	–	–	–	–	17	70.58
M9	33	18.8 (12.5)	3.96	1	123.6 (0.4)	0	0.08	33	71.62
M5	22	11.7 (9.8)	3.16	–	–	–	–	22	74.0
M33	41	30.4 (12.7)	3.88	1	233.5 (0.2)	0	0.02	41	76.96
M23	37	19.3 (12.8)	4.33	1	180.9 (0.3)	0	0.07	37	77.67
M25	40	21.8 (12.3)	4.02	5	190.3 (0.4)	2.32	0.05	44	81.79
M10	33	13.2 (12.8)	4.04	4	147.7 (0.3)	1.88	0.05	34	86.0
M13	44	20.2 (15.7)	4.39	11	48.0 (2.6)	2.44	0.40	49	89.81
M18	37	18.2 (11.3)	4.52	14	42.7 (4.3)	3.29	1.31	46	94.42
M19	22	35.6 (9.1)	3.37	7	52.6 (2.5)	2.20	0.42	27	96.58
M20	37	21.5 (14.2)	4.07	–	–	–	–	37	97.12
M3	28	11.8 (13.0)	4.04	–	–	–	–	28	97.21
M15	53	16.5 (14.7)	4.48	15	53.2 (3.0)	2.90	0.46	63	99.79
M22	11	0 (11.0)	2.60	–	–	–	–	11	106.0
M16	63	14.4 (16.2)	5.23	16	42.9 (4.5)	3.38	0.79	71	106.21
M12	58	33.3 (15.3)	4.97	8	29.2 (3.1)	2.97	0.44	63	108.46
M26	46	16.9 (14.8)	4.27	15	50.4 (3.9)	2.80	0.96	50	113.21
M32	45	21.3 (13.8)	4.51	11	36.3 (3.4)	2.13	0.82	48	114.04
M31	47	22.6 (14.4)	4.51	10	76.6 (1.8)	2.81	0.35	50	120.21
M30	52	16.6 (15.0)	4.36	14	49.3 (2.8)	2.65	0.44	60	122.83
M29	45	31.2 (14.1)	4.46	8	38.5 (2.3)	1.76	0.35	49	123.58
M11	48	23.6 (13.8)	4.50	6	32.5 (1.6)	1.23	0.32	49	123.92
M17	59	18.8 (16.0)	4.76	12	44.6 (10.4)	2.76	0.68	65	141.21
M14	61	17.7 (17.8)	4.97	19	28.5 (5.5)	3.43	0.92	71	147.67
M21	47	33.4 (13.6)	4.59	19	20.1 (8.2)	3.74	1.95	57	154.38
M4	43	30.3 (10.6)	4.10	6	43.3 (2.2)	1.43	0.55	44	161.29
M8	38	31.3 (10.7)	4.22	8	35.0 (3.3)	2.21	1.66	42	170.5
M36	64	22.4 (16.7)	4.88	17	23.2 (6.5)	3.28	1.65	70	185.0
M6	50	27.8 (11.2)	4.42	14	48.4 (3.3)	2.58	0.66	56	188.67
M27	79	21.0 (19.5)	5.48	27	27.8 (6.6)	3.85	1.30	86	207.79
M34	79	30.9 (19.3)	5.64	28	25.6 (6.8)	3.99	1.08	93	207.92
M7	48	32.9 (13.4)	4.85	18	26.9 (5.3)	3.32	1.96	59	222.93
M35	52	30.2 (14.1)	4.97	21	29.6 (7.2)	3.73	3.33	60	304.04

El análisis de la cobertura por estrato mostró diferencias importantes. En el estrato bajo los valores variaron desde 42.9 hasta 108.6%, mientras que en el alto éstos fueron desde 0.21 hasta 214.2% (Fig. V.3a y b). En el primer caso, siete sitios presentaron la menor cobertura (42 a 56%) y solamente en tres se encontraron coberturas $\geq 100\%$; los sitios restantes presentaron valores intermedios (Fig. V.3a). Para el estrato alto, 17 sitios presentaron valores $\leq 50\%$, mientras que solamente en seis se obtuvieron porcentajes $> 100\%$; entre ellos, sólo M35 contó con una cobertura ligeramente superior a 200% (Fig. V.3b).

Dadas las diferencias en la cobertura y la riqueza de familias entre sitios, es de suponer que la cobertura aportada por cada una de ellas es desigual. Sin embargo, a pesar de la variedad de familias que caracterizó a cada sitio, en algunos casos más de 50% de la cobertura aportada por el estrato bajo fue dada por dos o tres familias. El caso extremo se encontró en cuatro sitios, en donde a una familia correspondió más de 50% de la cobertura (Fig. V3a). Dicha tendencia fue más evidente para el estrato alto ya que en 12 sitios más de 60% de la cobertura fue aportada por una familia. Además, en ocasiones una mayor riqueza de familias no significó un incremento considerable en la cobertura de los sitios, como fue el caso de M10, M24, M25, M28 y M31 (Fig. V.3b). Aunque en ambos estratos las familias mejor representada por su cobertura y presencia generalmente coincidieron con las que tuvieron el mayor número de especies (Fig. V2a), también se encontraron excepciones. En algunos casos, una cobertura considerable fue aportada por familias que estuvieron representadas por una especie. Ejemplos de ello se encontraron en Selaginellaceae para el estrato bajo y en Bromeliaceae, Cupressaceae y Oleaceae para el alto (Fig. V.3a y b; Anexo V.1).

V.3.1.4. Riqueza y diversidad de especies

La variación obtenida en el número de especies al interior de los sitios fue considerable. Para el estrato bajo, en 15 sitios se presentaron coeficientes de variación (CV) menores que 20%, mientras que en otros 11 se obtuvieron valores superiores a 30%. El sitio M22 presentó una variación nula; de hecho, en éste el número promedio de especies por subunidad de muestra (cuadros de 1 x 2 m) fue el mismo que el obtenido para toda la muestra (Tabla V.2). En M1 se obtuvo el CV más alto, condición que se explica porque el número promedio de especies por subunidad fue solamente de 4.8, en tanto que el total de especies por sitio fue de 23. Los sitios M27 y M34 presentaron el valor más alto de especies por muestreo (79), y a su vez el mayor número de especies promedio por subunidad (19), pero la variación interna entre ambos sitios difirió casi en 10 puntos porcentuales. Una situación similar, aunque más pronunciada, se presentó en M5 y M19: en ambos el total de especies fue de 22, y el número promedio de especies por subunidad de muestra fue ligeramente superior a 9, pero el CV difirió en más de 20% (Tabla V.2).

Para el estrato alto, la variación interna de los sitios de muestreo fue considerablemente mayor. En general, los CV fueron mayores a 40%, inclusive en siete de ellos los valores fueron superiores

a 123% (Tabla V.2). Solamente en ocho sitios el CV alcanzó valores de entre 20 y 30%; en ellos coincidió el mayor número de especies por muestreo y a su vez el promedio más alto de especies por subunidad de muestra (cuadro de 3 × 3 m). En contraste, los sitios con los CV más altos presentaron el menor número total de especies por sitio, y a su vez el valor promedio más bajo de especies por subunidad. En la Figura V.4a se muestra que dicha variación en gran medida se explica por la densidad de individuos (DaT) de cada sitio. Así, para las variables DaT y CV, el mejor ajuste ($R^2 = 0.86$; $F = 171.46$; $p < 0.0001$) se obtuvo con una función logarítmica negativa en donde a valores menores de densidad correspondieron los CV más altos.

Los valores de riqueza de especies (Re) y del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fueron disímiles entre sitios de muestreo. La riqueza total (ReT) varió desde 11 hasta 93 especies. Para el estrato bajo los valores (ReEb) variaron entre 11 y 79, mientras que para el alto (ReEa) éstos fueron de 1 a 28 especies. Con respecto a H' , los valores obtenidos para el estrato bajo (H' Eb) fueron desde 2.60 hasta 5.64, en tanto que para el alto (H' Ea) éstos variaron de 0 a 3.99 (Tabla V.2). En las Figuras V.4b y V.4c se muestra la estrecha relación lineal existente entre la riqueza y la diversidad para ambos estratos (Eb: $R^2 = 0.85$, $F = 192.24$, $p < 0.0001$; Ea: $R^2 = 0.77$, $F = 97.68$, $p < 0.0001$). Esto indica que generalmente los sitios más diversos correspondieron a los de mayor riqueza.

V.3.1.5. Valor de importancia de las especies (VIR)

Como se indicó en la descripción de cobertura por familias, normalmente las mejor representadas fueron las que involucraron el mayor número de especies (Fig. V.3a y b). No obstante, también se observó que en ocasiones una proporción importante de la cobertura fue aportada por una especie, incluso cuando ésta perteneciera a alguna familia cuya representación estuvo dada por varias especies. Dicha tendencia pudo ser verificada con el análisis puntual del VIR, el cual combinó la cobertura y la frecuencia de las especie. Los resultados para este índice mostraron que en la mayoría de los sitios la dominancia estuvo dada por una o dos especies representativas de la (s) familia (s) en cuestión (Tabla V.3). La condición extrema se encontró en siete sitios; en tres de ellos (M1, M5 y M22) sólo una especie acaparó la mitad del valor máximo esperado en el VIR acumulado (VIR = 200), mientras que en otros cuatro (M2, M9, M19, M33), ese valor estuvo representado por dos o tres especies para el estrato bajo, y una o dos para el alto en los sitios que lo presentaron. Una condición menos extrema se encontró en dos sitios (M3 y M20), ya que para alcanzar un VIR acumulado de 100 estuvieron involucradas cuatro especies, no obstante que en ambos el estrato alto fue inexistente (Tabla V.3). En los sitios restantes esos valores fueron considerablemente menores. En el estrato bajo, para alcanzar la mitad del VIR acumulado participaron más de cuatro especies, mientras que en el alto participaron más de dos. Casos extremos se presentaron en M27, M34, M35 y M36, sitios en donde no se percibió una dominancia clara de alguna especie (Tabla V.3). Estos resultados coinciden con los obtenidos para el Índice de

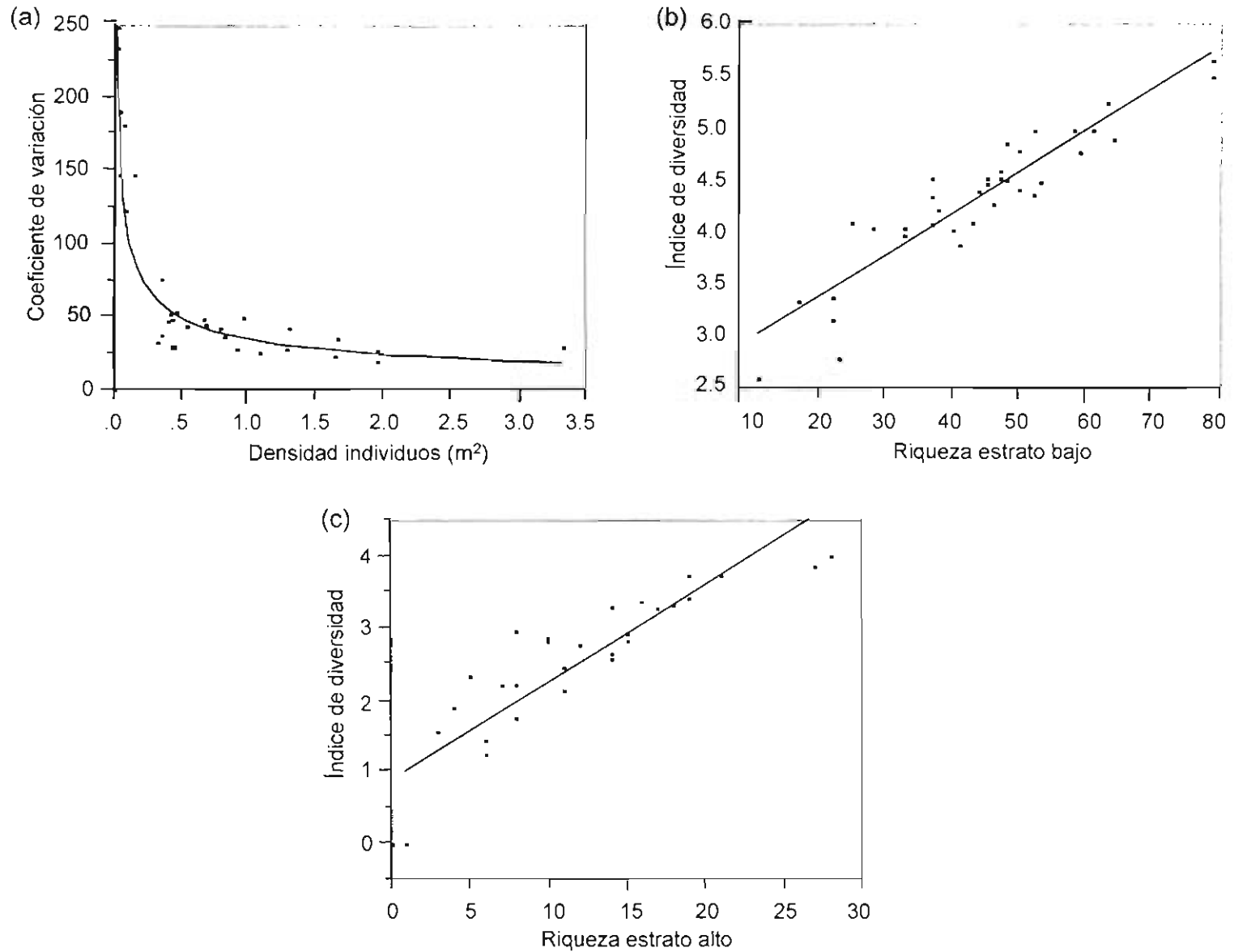


Figura V.4. Resultados de los análisis de regresión para las variables densidad total de individuos y coeficiente de variación para el número de de especies (a); índice de diversidad y riqueza de especies para el estrato bajo (b) y el estrato alto (c).

Tabla V.3. Valores de importancia (VIR - aproximado a 100%) y cobertura promedio (CoPr) para las especies mejor representadas por estrato y por sitio de muestreo. El nombre de las especies se abrevia de acuerdo al Anexo 1. M = número de sitio; Fam: ACA= Acanthaceae; AST= Asteraceae; BIG= Bignoniaceae; BOR= Boraginaceae; BRO= Bromeliaceae; BUR= Burseraceae; CAC= Cactaceae; COM= Commelinaceae; CON= Convolvulaceae; CUP= Cupressaceae; EUP= Euphorbiaceae; LAM= Lamiaceae; LEG= Leguminosae; MAL= Malpighiaceae; MAV= Malvaceae; MYR= Myrtaceae; OLE= Oleaceae; POA= Poaceae; SCR= Scrophulariaceae; SEL= Selaginellaceae; SOL= Solanaceae; STE= Sterculiaceae; TIL= Tiliaceae; VER= Verbeneaceae.

M	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR	M	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR
Estrato Bajo									Estrato Alto								
1	AST	ALDADENT	53.8	99.2					2	AST	ALDADENT	21.3	43.1				
	AST	BIDEAURE	13.1	38.1						LEG	AESCSP01	12.8	30.0				
										STE	WALTAMER	10.3	26.5				
										AST	BIDEAURE	7.5	23.7				
3	LEG	RHYNMINI	20.0	28.3					4	AST	SIMSAMPL	34.6	53.7	LEG	ACACBILI	77.9	139.9
	POA	BOUTCURT	20.8	27.8						SEL	SELASP01	19.0	31.4	CON	IPOMARBO	4.5	24.6
	POA	ARISGENT	12.1	18.9						AST	DYSSTAGE	3.8	12.8				
	AST	DYSSTAGE	7.7	15.6						EUP	CROTCILI	5.9	12.3				
5	EUP	EUPHPOST	58.3	89.1					6	POA	BOUTCURT	33.3	48.3	LEG	ACACBILI	65.8	93.7
	AST	SANVPROC	6.0	18.4						AST	SIMSAMPL	20.5	31.6	AST	EUPASP03	22.6	41.8
										VER	LANTACHY	7.1	14.4				
7	VER	LIPAFGRA	12.7	22.6	BUR	BURSEBIPI	35.8	39.7	8	POA	BOUTCURT	32.8	43.5	VER	LIPAFGRA	61.3	108.2
	POA	BOUTCURT	9.2	17.3	BRO	HECHSP01	25.8	33.0		AST	DYSSTAGE	16.0	23.3	LEG	ACACBILI	10.5	20.7
	LAM	SALVSP05	7.4	15.5	LEG	HAVAACAT	23.9	25.5		VER	LIPAFGRA	12.2	20.8				
	AST	SANVPROC	6.8	14.6	BUR	BURSCOPA	22.9	27.9		SCR	CASTSP01	9.4	15.5				
					VER	LIPAFGRA	17.8	27.6									
9	POA	BOUTCURT	35.0	61.7	BIG	TECOSTAN	6.5	200.0	10	POA	BOUTCURT	38.8	52.5	CON	IPOMARBO	0.2	75.7
	AST	DYSSTAGE	10.8	24.0						AST	SANVPROC	17.4	24.9	CAC	OPUNATRO	0.3	62.9
	POA	POACSP01	5.8	10.3						AST	MELADIVA	5.2	12.5	LEG	ACACCOCH	0.1	34.3
										BOR	TOUNHIRS	4.3	11.6				
11	POA	BOUTCURT	25.4	34.1	CON	IPOMARBO	34.9	157.1	12	POA	ARISTERN	15.0	31.1	BUR	BURSCOPA	13.0	51.8
	POA	ARISTERN	15.4	23.8	LEG	ACACCOCH	1.1	13.4		LAM	SALVSP02	12.0	27.3	TIL	HELIVELO	8.6	32.6
	VER	PRIVASPE	11.8	20.8										MAL	BUNCCANE	8.3	26.7
	EUP	CROTCILI	6.5	14.1													
	AST	COSMSULP	3.1	10.2													

Tabla V.3. Continuación

M	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR	M	NoF	Especie	CoPr (%)	VIR	Fam	Especie	CoPr (%)	VIR
Estrato Bajo									Estrato Alto								
25	AST	DYSSTAGE	35.7	51.2	CON	IPOMARBO	0.04	40.0	26	POA	BOUTCURT	38.8	62.3	VER	LIPAFGRA	28.3	86.3
	POA	BOUTCURT	24.8	38.6	SOL	SOLASP01	0.04	40.0		VER	LIPDULC	2.8	10.8	LEG	ACACBILI	9.2	31.8
	POA	ARISGENT	4.4	10.1	LEG	ACACCOCH	0.04	40.0		AST	DYSSTAGE	4.0	10.8				
					BIG	TECOSTAN	0.04	40.0		AST	SIMSAMPL	3.2	10.8				
					BUR	BURSCOPA	0.04	40.0									
27	POA	BOUTCURT	20.9	24.4	OLE	FRAXPURP	37.2	48.9	28	AST	DYSSTAGE	9.3	25.9	BIG	TECOSTAN	0.2	77.8
	ACA	ACANSP03	8.3	12.8	VER	LIPAFGRA	12.8	26.8		POA	ARISHITC	7.0	19.5	LEG	ACACBILI	0.2	77.8
	VER	LIPDULC	8.0	12.1	CUP	JUNIFLAC	20.8	24.8		POA	BOUTCURT	6.3	19.5	BUR	BURSCOPA	0.04	44.4
										POA	POACSP02	7.7	18.7				
29	POA	RHYNREPE	18.8	26.7	LEG	ACACBILI	26.8	114.0	30	POA	BOUTCURT	50.4	63.8	LEG	ACACBILI	28.6	104.0
	AST	SIMSAMPL	15.5	23.1	BIG	TECOSTAN	5.1	56.1		AST	DYSSTAGE	8.1	15.3	AST	VERNSALI	1.8	20.5
	AST	DYSSTAGE	14.5	21.4						AST	VIGUDENT	4.2	11.4				
	POA	BOUTCURT	13.3	20.6													
31	POA	ARISTERN	28.6	32.4	LEG	ACACCOCH	4.1	58.9	32	AST	SIMSAMPL	15.0	34.3	LEG	ACACBILI	51.3	111.8
	AST	DYSSTAGE	20.8	25.8	BOR	CORDCURA	4.2	46.2		VER	LIPDULC	12.0	30.3	BUR	BURSCOPA	3.4	29.9
	POA	BOUTCURT	19.9	24.9	LEG	ACACBILI	2.5	23.9		POA	BOUTCURT	5.0	15.0				
	LAM	HYPTSP01	5.2	10.6						POA	POACSP01	3.0	11.1				
33	EUP	EUPHPOST	55.8	80.5	LEG	ACACBILI	0.1	200.0	34	AST	ALDADENT	13.2	20.0	LEG	ACACBILI	25.8	32.3
										ACA	ACANSP03	5.8	12.1	LEG	LYSIACAP	27.5	30.0
										AST	BIDEAURE	1.8	5.8	CUP	JUNIFLAC	20.4	20.8
														OLE	FRAXPURP	18.3	19.2
														BUR	BURSCOPA	3.8	13.9
35	VER	LIPAFGRA	15.3	22.9	BRO	HECHSP01	55.4	38.7	36	POA	BOUTCURT	21.7	32.0	VER	LIPAFGRA	31.4	45.0
	AST	SIMSAMPL	8.0	14.8	VER	LIPAFGRA	31.9	28.8		AST	SIMSAMPL	14.8	23.7	OLE	FRAXPURP	26.0	38.4
	VER	LIPDULC	7.9	14.1	BUR	BURSCOPA	36.1	26.1		SEL	SELASP01	13.8	20.0	BUR	BURSCOPA	16.6	30.5
	SEL	SELASP01	7.9	12.3	LEG	LYSIACAP	25.8	17.9						LEG	ACACPENN	14.2	17.8
	POA	BOUTCURT	6.3	10.6	BUR	BURSBIFI	15.0	14.0									
					LEG	LYSIDIVA	15.8	12.0									

de diversidad (H'), es decir, los sitios con los valores más bajos fueron los que presentaron dominancia de una o dos especies, mientras que el caso contrario ocurrió para los sitios más diversos.

Solamente 41 especies (12.7%) presentaron en algún sitio $VIR \geq 20$, aunque sólo 14 alcanzaron este valor en tres o más sitios (Tabla V.3). En el estrato bajo estuvieron *Aldama dentata*, *Dyssodia tagetiflora*, *Simsia amplexicaulis* (Compositae), *Aristida ternipes*, *Bouteloua curtipendula* (Gramineae) y *Euphorbia prostrata* (Euphorbiaceae), mientras que para el alto se encontró a *Acacia bilimekii*, *Acacia cochliacantha*, *Acacia pennatula* (Leguminosae), *Ipomoea arborescens* (Convolvulaceae), *Bursera copallifera* (Burseraceae), *Tecoma stans* (Bignoniaceae) y *Juniperus flaccida* (Cupressaceae). Solamente una especie, *Lippia* aff. *graveolens* (Verbenaceae), fue dominante en ambos estratos.

La dominancia de esas 14 especies se explica en parte porque un buen número de las especies identificadas estuvieron presentes en pocos sitios. Más de la mitad del total de especies registradas (60.56%) estuvieron presentes entre uno y tres sitios, por lo que 195 estuvieron incluidas en la categoría de "Rara". Las 127 especies restantes se distribuyeron en las otras categorías de la siguiente manera: 68 en la "Escasa", 40 en la "Poco Frecuente", 14 en la "Frecuente" y 5 en la "Fiel" (Anexo V.1).

De las 14 especies mencionadas como dominantes, cinco correspondieron a la categoría "Poco Frecuente", siete a la "Frecuente", y dos especies fueron "Fieles". Cabe destacar que en las dos últimas categorías, además de las especies dominantes señaladas, se encontraron nueve especies más; sin embargo, éstas tuvieron VIR bajos (≤ 10), a pesar de su presencia casi constante en todos los sitios, como fue el caso de *Bidens aurea*, *Sanvitalia procumbens* y *Loeselia coerulea*, las que estuvieron en la categoría de especie "Fiel" (Anexo V.1). Estos resultados indican que la cobertura aportada individualmente por las especies en cada sitio tiene un papel preponderante en la caracterización del mismo, pues por lo general la frecuencia de las especies no contribuyó sustancialmente a los VIR.

V.3.1.6. Altura de la vegetación

Los valores obtenidos con el índice de altura (IA) para el estrato bajo presentaron un valor promedio de 21.56 cm (± 8.76 cm); la altura mínima se presentó en el sitio M5 (3.66 cm) y la máxima en M35 (44.55 cm). La altura más frecuente se obtuvo para el intervalo de clase de 20 a 25 cm (Fig. V.5a). Para el estrato alto los valores del IA presentaron mayor variabilidad, aunque la altura promedio fue de 211.86 cm (± 89.64 cm), con un valor mínimo de 53 cm que correspondió a M25 y un máximo de 366.67 cm en M4. El IA no mostró una distribución normal como en el caso del estrato bajo, e inclusive, la clase con los valores de altura más pequeños, presentó una frecuencia considerable (Fig. V.5b).

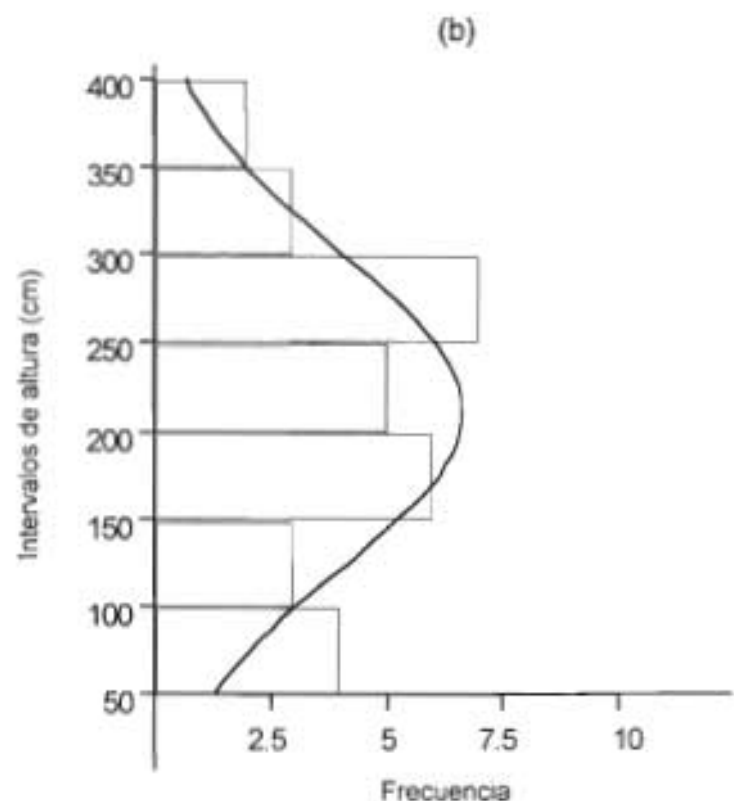
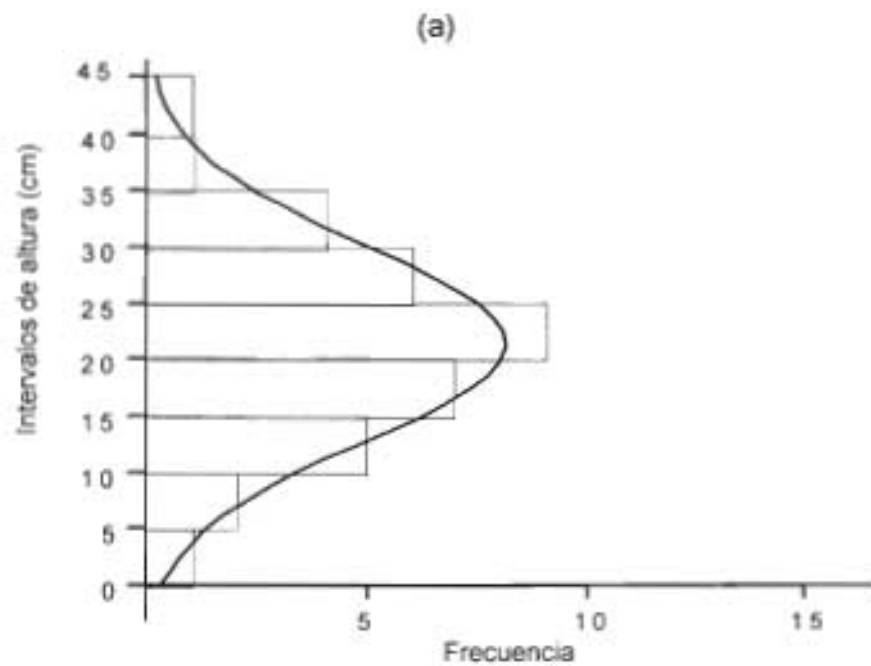


Figura V.5. Frecuencia obtenidas con el índice de altura (IA) en los sitios de muestreo. (a) Estrato bajo; (b) estrato alto.

V.3.2. Análisis Estadístico

V.3.2.1. Comparación de la composición florística entre sitios de muestreo

Como se indicó en la metodología en los análisis de la composición florística, solamente se incluyeron los porcentajes de cobertura de las especies que no estuvieron en la categoría "Rara". En el estrato bajo participaron 120 especies, conjunto en el que estuvieron representadas 32 familias, destacando por aportar el mayor número de especies Asteraceae, Euphorbiaceae, Leguminosae y Poaceae (Anexo V.2A). En el estrato alto se incluyeron 27 especies pertenecientes a 14 familias, de las cuales solamente Burseraceae, Asteraceae y Leguminosae estuvieron bien representadas (Anexo V.2B). Para el estrato bajo, el análisis de K-Medias distinguió tres grupos por sus distancias euclidianas, mientras que en el alto solamente se identificaron dos. Los ANOVA (s) realizados entre las distancias de los grupos para cada estrato indicaron la existencia de diferencias significativas (Tabla V.4). En estos resultados se reconoció un conjunto de especies comunes a los grupos de cada estrato. Para el bajo, 44% (53) de las especies se presentaron en los tres, mientras que para el alto casi la totalidad de las especies (85%) fueron comunes a los dos grupos (Anexo V.2A y B).

Para el estrato bajo cinco sitios fueron incluidos en el Grupo 1 (Tabla V.4) y en él se obtuvo la distancia promedio de grupo más alta (Fig. V.6a). Este grupo incluyó solamente 57 especies, de las cuales poco más de 90% fueron comunes a los tres grupos; solamente cuatro no correspondieron a ese conjunto: EVOLALSI, INDESP09, MENTHISP y SALVSP04, aunque también estuvieron presentes en el Grupo 2 (Anexo V.2A). Los Grupos 2 y 3 tuvieron distancias promedio de grupo considerablemente menores a la obtenida en el Grupo 1 (Fig. V.6a), aun cuando ambos incluyeron mucho más especies (Fig. V.6a). El primero incluyó poco más de 50% de los sitios (Tabla V.4) y se distinguió por incorporar la totalidad de las especies; entre ellas, cuatro (DYSCOVAT, ELYTBROM, PHASLUNA y TURNSP01) fueron exclusivas de este grupo. El Grupo 3 contó con 12 sitios y se caracterizó por incluir 112 especies. La composición florística de los grupos 2 y 3 es muy parecida, aunque difirieron en que el segundo careció de ocho especies: las cuatro exclusivas del Grupo 2 y las cuatro presentes en los grupos 1 y 2 (Anexo V.2A). A pesar de estas diferencias, únicamente los sitios de los grupos 1 y 3 difirieron significativamente en su cobertura y composición florística (Fig. V.6a).

Para el estrato alto el Grupo 1 incorporó 11 sitios de muestreo (Tabla V.4), presentó la distancia promedio de grupo más alta (Fig. V.6b) e incluyó 25 especies; de ellas, solamente EYSEPOLY y LIPPDUL fueron exclusivas (Anexo V.2B). El Grupo 2, que incluyó 19 sitios, se caracterizó por una distancia promedio más baja, pero también agregó 25 especies, de las cuales BUNCCANE y HELIVELO fueron exclusivas de este grupo. Como se puede observar, las diferencias significativas entre los grupos (Fig. V.6b) están determinadas por la cobertura diferencial aportada por las especies comunes en cada grupo, así como por la exclusividad o carencia de las especies antes indicadas (Tabla V.4).

Tabla V.4. Grupos formados por el análisis de K-medias y resultados del análisis de varianza para la composición florística de los estratos alto y bajo. En ambos casos se muestran las distancias con la que inició la formación de cada grupo y la máxima distancia incluida en cada uno. El asterisco indica diferencias significativas con $p < 0.05$.

Grupo	Sitios de muestreo														F	P	
ESTRATO BAJO																5.124	0.011*
Grupo 1			Distancia inicial = 10.521			Distancia máxima = 88.117											
	M5	M20	M22	M23	M33												
Grupo 2			Distancia inicial = 10.400			Distancia máxima = 51.813											
	M1	M2	M4	M7	M12	M13	M14	M16	M17	M18	M21	M24	M27	M28			
	M29	M32	M34	M35	M36												
Grupo 3			Distancia inicial = 10.443			Distancia máxima = 52.529											
	M3	M6	M8	M9	M10	M11	M15	M19	M25	M26	M30	M31					
ESTRATO ALTO																4.819	0.036*
Grupo 1			Distancia inicial = 8.261			Distancia máxima = 62.668											
	M4	M6	M8	M21	M26	M27	M29	M30	M32	M34	M36						
Grupo 2			Distancia inicial = 8.196			Distancia máxima = 53.182											
	M7	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M23	M24			
	M25	M28	M31	M33	M35												

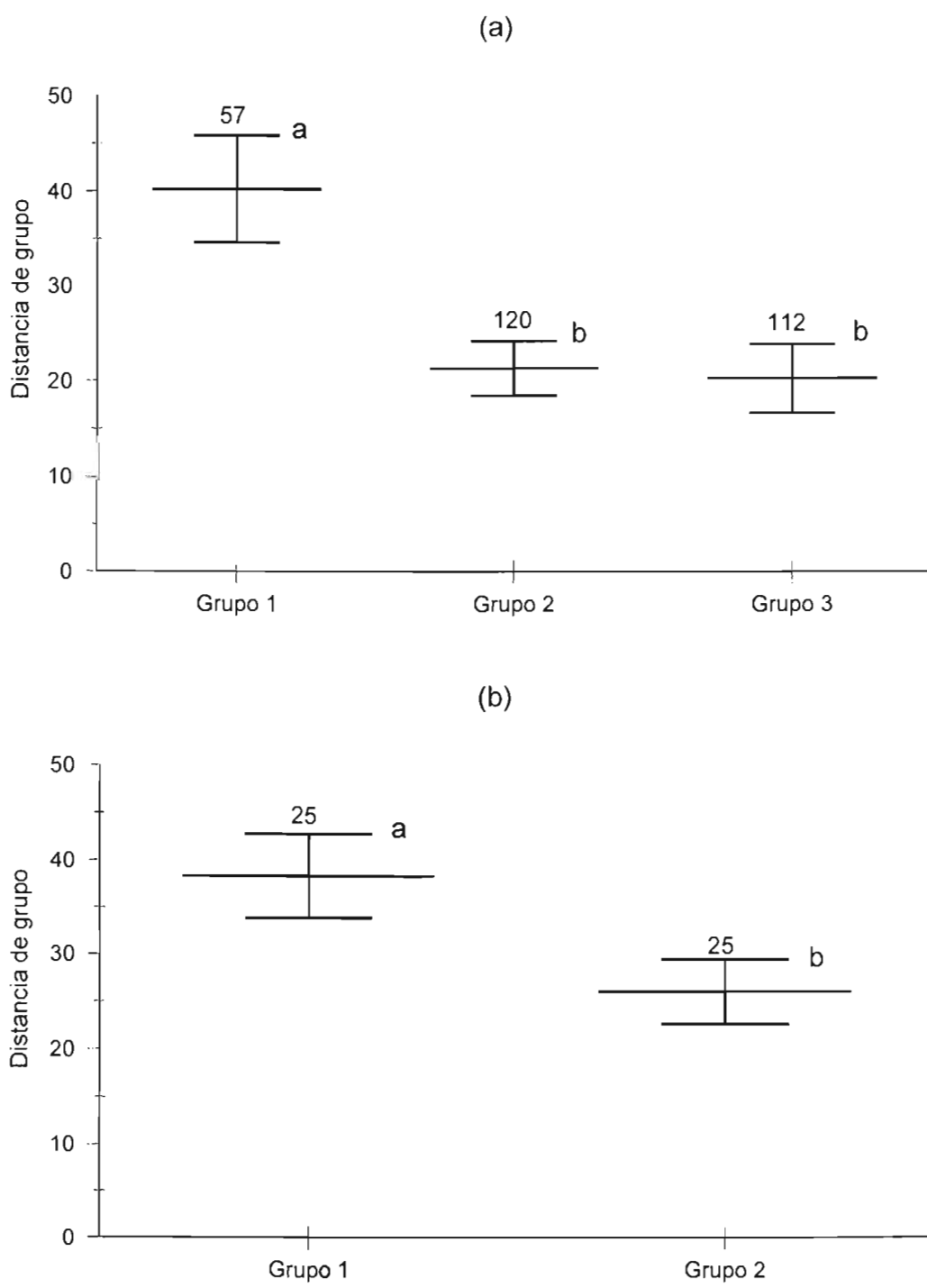


Figura V.6. Resultados del ANOVA ($p < 0.05$) aplicado a los grupos formados por el análisis de K-medias en la composición florística del estrato bajo (a) y alto (b). Los números sobre las barras de desviación (± 1 D.E.) indica el número de especies participantes en cada grupo. Letra iguales indican que no hay diferencias significativas (comparación múltiple de medias de Tukey).

V.3.2.2. Análisis de regresión

Los resultados obtenidos en los análisis de regresión realizados de manera individual entre las variables ambientales y globales de la vegetación mostraron en general una débil relación (Tabla V.5). La excepción a esa tendencia se presentó para el factor pendiente, en cuyo caso de las 14 variables de vegetación consideradas solamente en cuatro (una para el estrato bajo – cobertura- y tres para el alto - índice de diversidad y riqueza de familias y especies-) el modelo ajustado no fue significativo. Otra excepción se presentó entre algunas de las variables del suelo y la cobertura. En este caso se obtuvo que las variables factores limitantes y globales del suelo con el porcentaje de cobertura del estrato bajo están relacionadas, pues el modelo de ajustado resultó significativo (Tabla V.5).

V.3.2.3. Análisis de varianza

Los resultados de los análisis multivariado (MANOVA) o univariado (ANOVA), según fuera el caso, aplicados a los grupos obtenidos por el análisis de conglomerados para las variables ambientales, edáficas y globales de la vegetación, mostraron que los agrupamientos formados por tres grupos fueron los que presentaron diferencias significativas (Tabla V.6).

V.3.2.3.1. Variables globales de la vegetación

Con respecto a las variables globales de vegetación para los estratos alto y bajo (cobertura [Cob], riqueza de familias [Rf], riqueza de especies [Re], índice de diversidad [H'], índice de altura [IA], densidad total de individuos [DaT]) y la combinación de ambos estratos (CobT [Ea+Eb], RfT [Ea+Eb], ReT [Ea+Eb]), los resultados del MANOVA indicaron la existencia de diferencias significativas entre los tres grupos obtenidos en el análisis de conglomerados (Tabla V.6).

En el estrato bajo para el grupo CL1 fueron incluidos 14 sitios. Estos sitios generalmente tuvieron los menores valores para la riqueza de familias (Rf: 6 - 17) y especies (Re: 11 - 44), y también fueron los menos diversos (H': 2.7 - 4.4). En el caso de la cobertura, dicha tendencia fue inversa, e incluso en varios sitios se presentaron porcentajes cercanos o ligeramente superiores a 100%. Con respecto a la altura no se observó una tendencia clara, pues los valores del IA variaron desde 3.6 hasta casi 30 cm. En CL3 fueron incluidos únicamente tres sitios; éstos se caracterizaron por ser los más diversos (H': 4.97 - 5.64) y en ellos se presentaron los valores más altos para la riqueza de familias (Rf: 26 - 31) y el índice de altura (IA: 38.8 - 44.5); además, presentaron coberturas desde 79.7 hasta 108.6%. Los 18 sitios restantes fueron consolidados en CL2 (Tabla V.6). Éstos presentaron valores intermedios entre los dos grupos anteriores para el índice de diversidad, el índice de altura y la riqueza de familias y especies, aunque esa tendencia no se mantuvo para la cobertura (Tabla V.2). Los valores del IA para este grupo variaron desde 16 hasta poco más de 30 cm; dicho intervalo corrobora la diferencia con los grupos anteriores, pues se excluyeron las alturas extremas (bajas o altas) que caracterizaron a los otros sitios de muestreo.

Tabla V.5. Resultados obtenidos en los análisis de regresión para las variables ambientales y globales de la vegetación. EST = estadísticos, Cob = cobertura E = estrato; b = bajo; a = alto; Rf = riqueza de familias; Re = riqueza de especies; T = total; H' = índice de diversidad; IA = índice de altura.

EST	CobEb	CobEa	CobT	RfEb	RfEa	RfT	ReEb	ReEa	ReT	H'Eb	H'Ea	DeT	IAEb	IAEa
LITOLOGÍA														
R ²	0.019	0.077	0.095	0.040	0.045	0.109	0.039	0.063	0.159	0.032	0.055	0.098	0.001	0.001
F	0.686	2.862	0.509	1.451	1.605	0.594	1.407	2.300	0.889	1.153	1.99	3.693	0.056	0.035
p	0.413	0.099	0.796	0.236	0.213	0.732	0.243	0.138	0.516	0.290	0.166	0.063	0.814	0.0851
ALTITUD														
R ²	0.019	0.002	0.009	0.004	0.007	0.019	0.012	0.001	0.019	0.013	0.031	0.001	0.003	0.007
F	0.675	0.072	0.303	0.156	0.194	0.649	0.403	0.016	0.656	0.452	0.885	0.011	0.119	0.194
p	0.417	0.790	0.585	0.695	0.663	0.426	0.529	0.901	0.424	0.506	0.355	0.915	0.731	0.663
PENDIENTE														
R ²	0.016	0.260	0.272	0.271	0.088	0.294	0.321	0.101	0.309	0.327	0.097	0.160	0.271	0.188
F	0.3635	9.867	12.722	12.647	2.706	14.183	16.050	3.156	15.238	16.495	3.002	5.334	12.648	6.501
p	0.551	0.003*	0.001*	0.001*	0.111	0.006*	0.000*	0.086	0.000*	0.000*	0.094	0.028*	0.001*	0.016*
ORIENTACIÓN														
R ²	0.022	0.085	0.054	0.005	0.008	0.0001	0.0001	0.008	0.0001	0.003	0.0001	0.011	0.004	0.022
F	0.786	2.600	1.929	0.172	0.235	0.005	0.002	0.079	0.002	0.124	0.0000	0.323	0.136	0.647
p	0.381	0.118	0.174	0.681	0.632	0.943	0.969	0.779	0.961	0.726	0.996	0.574	0.714	0.428
SUELO - FACTORES LIMITANTES														
R ²	0.173	0.018	0.0001	0.023	0.023	0.026	0.0240	0.042	0.033	0.009	0.035	0.009	0.002	0.021
F	7.120	0.512	0.0007	0.791	0.645	0.898	0.837	1.221	1.175	0.327	1.008	0.252	0.061	0.612
p	0.011*	0.480	0.979	0.380	0.427	0.349	0.367	0.279	0.286	0.571	0.324	0.619	0.806	0.440
SUELO - FACTORES DE CALIDAD														
R ²	0.044	0.001	0.002	0.001	0.004	0.005	0.005	0.026	0.011	0.0004	0.011	0.001	0.007	0.039
F	1.596	0.032	0.056	0.051	0.126	0.168	0.168	0.749	0.389	0.016	0.314	0.039	0.245	1.142
p	0.215	0.859	0.815	0.822	0.726	0.684	0.684	0.394	0.537	0.899	0.579	0.844	0.624	0.294
SUELO FACTORES LIMITANTES Y DE CALIDAD														
R ²	0.116	0.009	0.0001	0.011	0.015	0.016	0.015	0.041	0.025	0.002	0.026	0.005	0.005	0.0003
F	4.468	0.253	0.020	0.365	0.419	0.542	0.516	1.192	0.858	0.059	0.758	0.154	0.161	0.011
p	0.041*	0.619	0.888	0.549	0.522	0.467	0.477	0.284	0.361	0.809	0.391	0.698	0.691	0.917

Tabla V.6. Resultados de los análisis de varianza ($p < 0.05$) aplicados a los agrupamientos obtenidos en el análisis de conglomerados. MANOVAS: vegetación estratos alto y bajo (Cob, Re, Rf, H', IA); Suma de ambos estratos (CobT, ReT, RfT); conjunto de factores ambientales (litología, altitud, pendiente y orientación). Anovas: pendiente, factores limitantes y de calidad del suelo, combinación de factores limitantes y de calidad del suelo. El asterisco indica diferencias significativas. Las variables de vegetación se abrevian igual que en la Tabla 5.

Grupo	Sitios de muestreo																		F	p		
Vegetación – Estrato Bajo																						
CL1	M1	M2	M3	M5	M9	M10	M13	M19	M20	M22	M23	M25	M28	M33							11.11	0.0001*
CL2	M4	M6	M7	M8	M11	M12	M14	M15	M16	M17	M18	M21	M24	M26	M29	M30	M31	M32	M36			
CL3	M27	M34	M35																			
Vegetación – Estrato Alto																						
CL1	M4	M8	M12	M13	M15	M17	M18	M24	M26	M29	M30	M31	M32								10.52	0.0001*
CL2	M6	M7	M14	M16	M21	M27	M34	M35	M36													
CL3	M9	M10	M11	M19	M23	M25	M28	M33														
Vegetación Estrato Bajo y Alto																						
CL1	M1	M2	M3	M5	M9	M10	M19	M20	M22	M23	M25	M28	M33								17.00	0.0001*
CL2	M4	M6	M7	M8	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M21	M24	M26	M29	M30	M31	M32	M36		
CL3	M27	M34	M35																			
Conjunto de Factores Ambientales																						
CL1	M01	M14	M19	M20	M22	M28	M31	M33	M34												16.86	0.0001*
CL2	M02	M03	M05	M08	M09	M18	M23	M24	M25	M26	M27	M29	M30	M32								
CL3	M04	M06	M07	M10	M11	M12	M13	M15	M16	M17	M21	M35	M36									
Factor Pendiente																						
CL1	M01	M02	M05	M19	M20	M28	M30	M31	M33												136.44	0.0001*
CL2	M03	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M13	M14	M15	M18	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M32	M34			
CL3	M04	M12	M16	M17	M27	M29	M35	M36														
Suelo - Factores Limitantes																						
CL1	M1	M2	M12	M13	M14	M21	M30	M32	M33	M34											282.5	0.001*
CL2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M16	M17	M18	M19	M23	M24	M25	M26	M28	M29	M31	M35	M36			
CL3	M9	M10	M11	M15	M20	M22	M27															
Suelo - Factores de Calidad																						
CL1	M1	M2	M12	M13	M21	M25	M30	M33	M34												102.7	0.0001*
CL2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M11	M16	M17	M20	M22	M24	M27	M28	M29	M31	M35					
CL3	M7	M9	M14	M15	M18	M19	M23	M26	M32	M36												
Suelo - Factores Limitantes y de Calidad																						
CL1	M1	M2	M12	M13	M14	M21	M30	M32	M33	M34											200.7	0.0001*
CL2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M15	M16	M17	M18	M19	M23	M25	M26	M31	M35	M36				
CL3	M10	M11	M20	M22	M24	M27	M28	M29														

Para el estrato alto el grupo CL2, que incluyó nueve sitios (Tabla V.6), se caracterizó por presentar en general los intervalos de valores más altos para la cobertura promedio (Cob: 63.0 - 214.2%), la diversidad y la riqueza de especies y familias (H': 2.6 - 3.4; Re: 14 - 28; Rf: 8 - 13), y aunque la altura varió de manera importante (IA: 176.2 - 334.2 cm), en él se aglutinaron los sitios con valores del IA superiores a 3m. En contraste, en CL3 se reunieron los ocho sitios que presentaron los intervalos de valores menores para todas las variables (Cob: 0.08 - 37.1%; H': 0 - 2.2; Re: 1 - 7; Rf: 1 - 6; IA: 53.0 - 198 cm). En CL2 se incluyeron los 13 sitios restantes (Tabla V.6), los cuales se caracterizaron por presentaron valores intermedios entre los dos grupos anteriores, para la cobertura (Cob: 7.46 - 83.12%), la diversidad (H': 1.43 - 3.29), y la riqueza de familias (Rf: 3 - 10) y especies (Re: 6 - 15). Sin embargo, en este grupo los valores del índice de altura variaron considerablemente (IA: 53.0 - 366.6 cm), pues se incluyeron todas las clases de altura (Fig. V.5b) representadas para este estrato.

Los MANOVA realizados con los grupos obtenidos en el análisis de conglomerados para las variables de vegetación en los que se combinó la riqueza de familias y especies, y la cobertura de ambos estratos, también arrojaron diferencias significativas (Tabla V.6). Destaca CL3 porque reúne a M27, M34 y M35, sitios que consistentemente presentaron los valores más altos en todas las variables de vegetación, pero además porque en el análisis del estrato bajo también se distinguen en el grupo que presentó una tendencia similar a la mencionada. CL2 fue el grupo que incluyó el mayor número de sitios (20), y su característica más importante fue la existencia de coberturas generalmente superiores a 100%, aunque también en ellos se concentraron valores intermedios para las demás variables de vegetación analizadas. Los 13 sitios restantes quedaron incluidos en CL1, y en general presentaron los valores más bajos para las distintas variables de vegetación (Tablas V.6 y V.2).

V.3.2.3.2. Variables ambientales

En el conjunto de las variables litología, altitud, pendiente y orientación, el MANOVA indicó la existencia de diferencias significativas en los grupos formados por el análisis de conglomerados (Tabla V.6). El grupo CL1 incluyó nueve sitios en los que las litologías mejor representada fueron la de calizas (CLZ) y la de brecha cuarcítica (BQU), aunque la de andesitas (AND) también estuvo presente. En ellos dominaron las pendientes leves y moderadas; sin embargo, algunos sitios con litología de calizas presentaron valores cercanos a 40% (Tabla V.1). En los 14 sitios que aglutinó CL2 la BQU fue dominante y en general los porcentaje de pendiente fueron mayores a 30%. CL3 incluyó 13 sitios que comparten litología de AND y en ocasiones de BQU, aunque su característica más importante fue que en este grupo estuvieron los sitios con los porcentajes de pendiente más altos (> 40%). En los tres grupos identificados no se presentó una tendencia clara para la altitud ni para la orientación (Tablas V.1 y V.5), condición que también parece ocurrir en la litología, pues en todos los caso ninguna de ellas fue particular a algún grupo.

El ANOVA aplicado a los grupos formados para el factor pendiente indicó la existencia de diferencias significativas (Tabla V.6). CL1 contó con nueve sitios, y su característica distintiva fue que en él se presentaron los valores de pendiente más bajos (0 a 17.6%); en contraste, CL3 incluyó siete sitios, pero aquí se concentraron los porcentajes de pendiente más pronunciados ($\geq 60\%$). Los 19 sitios restantes fueron incluidos en CL2; en estos sitios se presentaron porcentajes de pendiente intermedios, de 30 a 55% (Tablas V.1 y V.6).

En el caso de las propiedades edáficas, los ANOVA para los factores limitantes, de calidad y los globales mostraron diferencias significativas (Tabla V.6). Para el caso de los factores limitantes, CL2 incluyó 19 sitios y todos ellos presentaron valores de clase intermedios (40 a 45; Tabla V.1); CL3 comprendió solamente siete sitios, pero en éstos se concentraron los valores más altos (> 50). Los sitios restantes, agrupados en CL1, tuvieron los valores de clase más bajos (29 a 33). Con respecto a los factores de calidad del suelo, en CL1 los nueve sitios agrupados presentaron valores de clase más bajos (22 a 33) que los mostrados por los 10 sitios incluidos en CL3, cuyos valores variaron de 35 a 41 (Tablas V.1 y V.6). Los 17 sitios restantes, agrupados en CL2, presentaron mejores condiciones de calidad y sus valores de clase variaron desde 44 hasta 55. Para el caso de la clase global, variable que integró los factores limitantes y de calidad del suelo, en el grupo CL1 fueron incluidos 10 sitios, mismos que presentaron las condiciones edáficas más pobres (valores de clase global de 54 a 69). En contraste, los ocho sitios que se agruparon en CL3 presentaron las mejores condiciones edáficas y sus valores de clase variaron de 96 a 105. Los 18 sitios que presentaron clase global con valores intermedios (≥ 75 pero ≤ 93) fueron reunidos en CL2 (Tablas V.1 y V.6).

3.2.3.3. Variables ambientales y globales de vegetación

Los MANOVA realizados entre las variables de vegetación y los agrupamientos obtenidos para las variables ambientales y edáficas mostraron que solamente en algunos casos se presentaron diferencias significativas (Tabla V.7). Por ejemplo, para las variables del estrato bajo y el factor pendiente se obtuvo la formación de tres centroides que difirieron significativamente (Tabla V.7; Fig. V.7a). El Centroide 1 incluyó valores bajos para las distintas variables de la vegetación, a excepción de la cobertura, y a su vez los menores porcentajes de pendiente (Fig. V.7b). Por el contrario, en el Centroide 3 se incluyeron los valores más altos en las variables de vegetación, y a su vez los porcentajes de pendiente más altos (Fig. V.7b). En el centroide 2 se agruparon los valores intermedios tanto para las variables de vegetación como para el porcentaje de pendiente (Fig. V.7b). Para los tres centroides se observó que la cobertura vegetal promedio fue muy parecida, lo que sugiere que las demás variables de vegetación consideradas en el análisis son las que contribuyeron de manera más importante en la diferenciación de los centroides. Esto coincide con el resultado obtenidos en el análisis de regresión para la cobertura de este estrato y la pendiente, donde el modelo de ajuste no resultó significativo (Tabla V.5).

Tabla V.7. Resultados de los análisis de varianza (multivariados o univariados) realizados para las variables ambientales y globales de la vegetación. El conjunto de variables ambientales incluye litología, altitud, orientación y pendiente. VegEb = conjunto de variables de vegetación para el estrato bajo; VegEa = conjunto de variables de vegetación para el estrato alto; VegT = Integra variables de ambos estratos. CobEa = cobertura del estrato alto. El asterisco indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

VARIABLES AMBIENTALES	VARIABLES DE VEGETACIÓN		
	MANOVA		
	VegEb	VegEa	VegT
Conjunto Factores Ambientales	F = 0.895 p = 0.526	F = 2.072 p = 0.039*	F = 1.060 p = 0.407
Pendiente (%)	F = 2.795 p = 0.006 *	F = 1.464 p = 0.174	F = 2.977 p = 0.013 *
Factores Limitantes (Suelo)	F = 1.501 p = 0.162	F = 0.834 p = 0.615	F = 1.347 p = 0.230
Factores de Calidad (Suelo)	F = 1.103 p = 0.375	F = 0.853 p = 0.597	F = 0.937 p = 0.506
Factores Limitantes y Calidad (Suelo)	F = 1.185 p = 0.319	F = 0.508 p = 0.898	F = 0.829 p = 0.602
Pendiente y Factores Limitantes	F = 2.449 p = 0.002 *	F = 1.226 P = 0.251	F = 2.029 p = 0.032*
	ANOVA		
		CobEa	
Pendiente (%)		F = 4.395 p = 0.022*	

En los análisis de las variables edáficas (factores limitantes, factores de calidad, y factores globales) y de la vegetación, no se obtuvieron diferencias significativas (Tabla V.7; Fig. V.8a). Sin embargo, el análisis que incluyó a los factores limitantes, la pendiente y el conjunto de las variables de vegetación para este estrato mostró una interacción significativa entre las variables (Tabla V.7). Los factores limitantes con la condición más precaria (Clase III) en general estuvieron asociados con los valores más altos para el porcentaje de pendiente, la riqueza de especies y el índice de altura; pero en este caso, los valores de cobertura fueron bajos (Fig. V.8b, c y d). En contraste, los factores limitantes menos restrictivos (Clases I y II) y las pendientes más suaves se asociaron con los mayores porcentajes de cobertura, pero se presentaron los valores más bajos para las variables de vegetación restantes (Fig. V.8b, c y d). Esto explica porqué el análisis de regresión entre la cobertura y los factores limitantes del suelo resultó significativo (Tabla V.5).

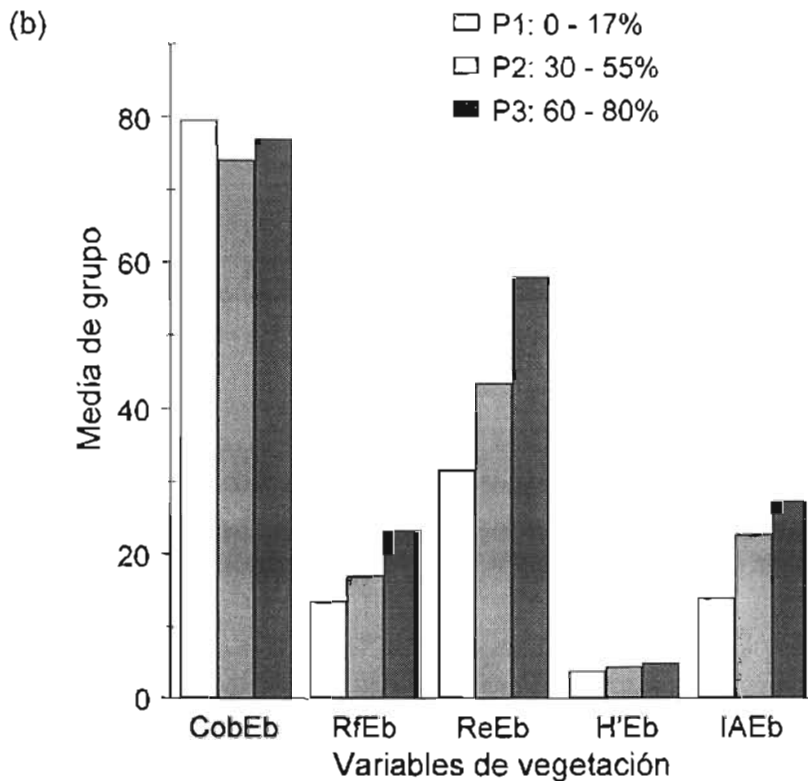
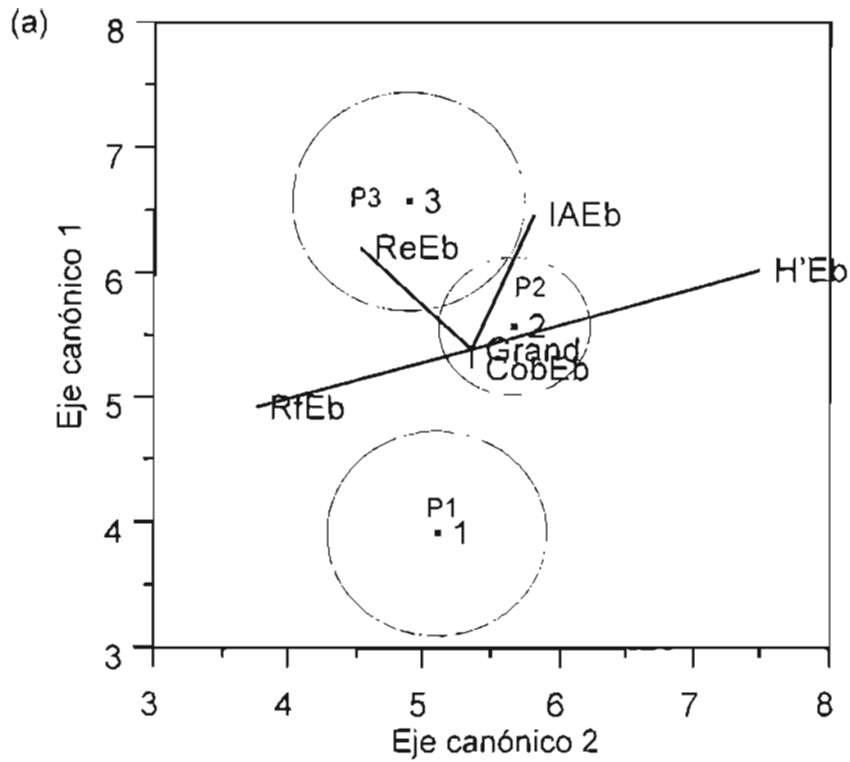


Figura V.7. Resultado del MANOVA realizado entre las variables de vegetación para el estrato bajo (Eb) y el factor pendiente (P). (a) Grupos formados por el análisis de centroides; (b) medias de grupo para las variables de vegetación y el factor pendiente. Cob = cobertura; Rf = riqueza de familias; Re = riqueza de especies; H' = Índice de diversidad; IA = Índice de altura (cm).

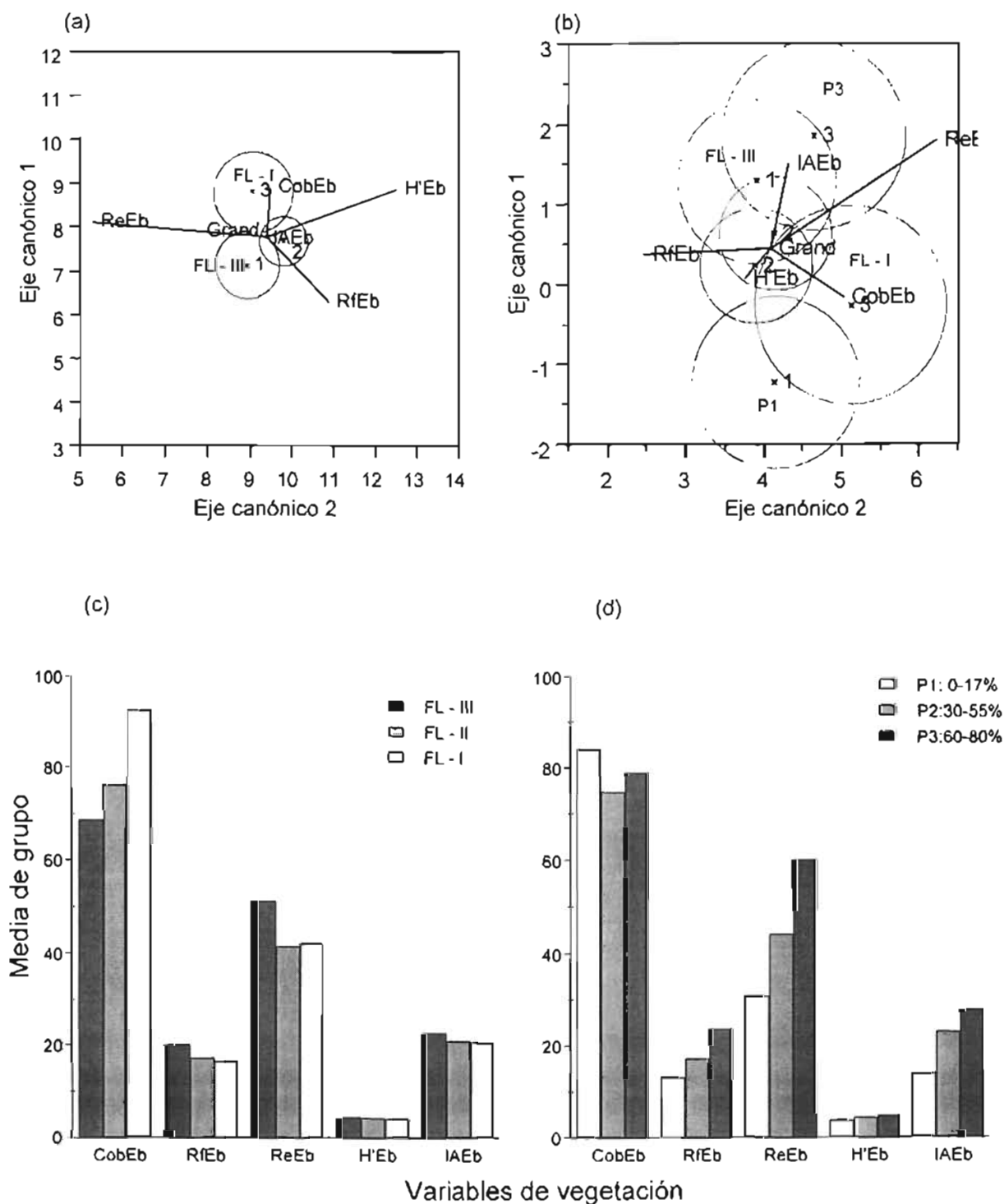


Figura V.8. Resultados de los MANOVA entre las variables de vegetación del estrato bajo (Eb), factores limitantes (FL) del suelo y factor pendiente (P). (a) Factores limitantes y variables de vegetación; (b) Interacción de factores limitantes y pendiente en la vegetación. Medias de grupo para las variables de vegetación en la interacción de los factores limitantes (c) y pendiente (d). Cob = cobertura; Rf = riqueza de familias; Re = riqueza de especies; H' = índice de diversidad; IA = Índice de altura (cm).

Para el estrato alto únicamente el conjunto de variables ambientales mostró diferencias significativas entre los grupos (Tabla V.7; Fig. V.9a). El centroide 3 incluyó los sitios con mayores porcentajes de pendiente, con litología dominante de AND y a su vez con los valores más altos para las distintas variables de vegetación, destacando de manera considerable la cobertura (Fig. V.9b). Los centroides 1 y 2 incluyeron a los sitios con menor pendiente, pero en el primer caso se concentraron los más bajos, además de litología de CLZ y BQU. A pesar de que en ambos los valores para las distintas variables de vegetación fueron muy parecidos, en el centroide 2 quedaron incluidos aquellos sitios con valores ligeramente superiores en la densidad de individuos y el índice de altura (Fig. V.9b); además, en ellos la BQU fue frecuente. Con estos resultados fue posible inferir que la pendiente y la cobertura tuvieron el papel más importante en esta diferenciación. Probablemente las diferencias tan grandes en CL1 están relacionadas con el hecho de que la litología dominante (AND), estuvo casi siempre asociada a pendientes abruptas, razón por la cual los ajustes entre la litología y las distintas variables de vegetación no resultaron significativos, al igual que la altitud y la orientación las cuales, como se indicó anteriormente, no presentaron una tendencia clara (Tabla V.5). Asimismo, cabe recordar que dicha condición también se presentó cuando se relacionó la pendiente y las variables de vegetación. De las seis consideradas, la RfEa, la ReEa y el H'Ea fueron las únicas para las que los ajustes no resultaron significativos (Tabla V.5). Por ello, el análisis entre las variables cobertura y pendiente presentó resultados más claros en la distinción de los grupos (Tabla V.7); los porcentajes de cobertura bajos se relacionaron con los sitios de menor inclinación, en tanto que la mayor cobertura se asoció a los sitios con la pendiente más abrupta (Fig. V.9c).

En el análisis en donde se combinaron ambos estratos de vegetación (VegT) y las variables ambientales se obtuvieron resultados similares a los encontrados para el estrato bajo. La pendiente fue la variable que mantuvo la diferenciación estadística de los grupos en las distintas variables de vegetación, y el análisis conjunto de las variables pendiente y limitantes edáficas con las de vegetación también fue significativo (Tabla V.7; Fig. V.10a y b). Sin embargo, en este caso el comportamiento de las variables fue similar al obtenido en el estrato alto, dado que en este caso se sumaron las características de ambos estratos. Para el factor pendiente en el centroide 1 se concentraron los sitios con los valores más bajos de pendiente y de las distintas variables de vegetación (CobT, ReT, RfT). En contraste, el centroide 3 incluyó los sitios con mayor inclinación y los valores para las variables de vegetación más altos, mientras que en el centroide 2 se aglutinaron los valores intermedios para ambos conjuntos de variables (Fig. V.10c). Con respecto a la interacción de los factores limitantes, la pendiente y la vegetación, se encontró que los valores más altos para las distintas variables de vegetación se asociaron al grupo que presentó los porcentajes de pendiente más altos y la condición más precaria para los factores limitantes (Clase III), en tanto que la situación contraria se presentó para el grupo que aglutinó los sitios con pendientes de leves a moderadas, y condiciones edáficas menos limitantes, es decir, las Clases I y II (Fig. V.10b, c y d).

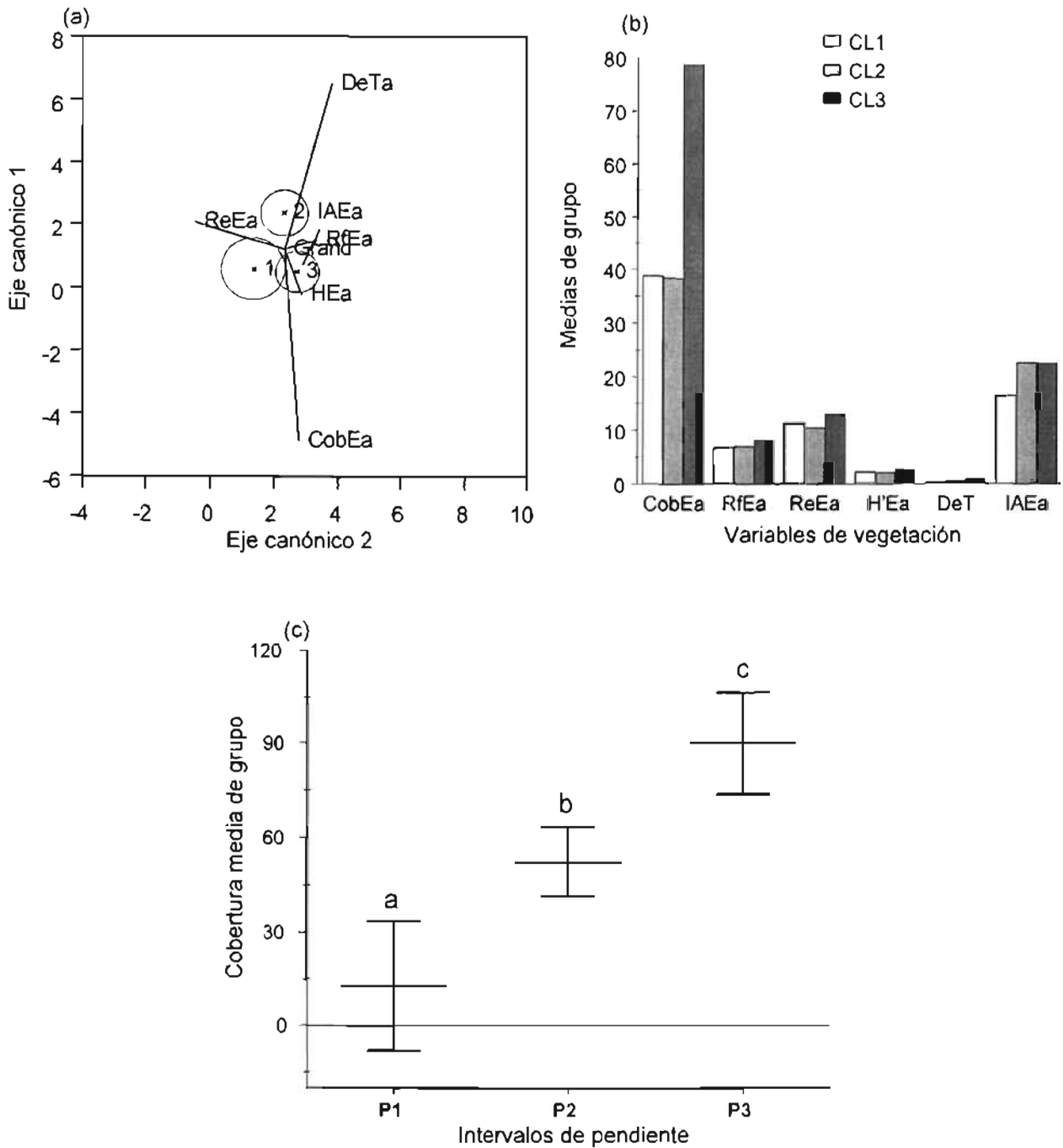


Figura V.9. (a) Resultados del MANOVA entre las variables de vegetación para el estrato alto (Ea) y los factores ambientales: litología, altitud, orientación y pendiente. (a) Grupos formados por el análisis de centroides. (b) Medias de grupo (CL) para las variables de vegetación: Cob = cobertura, Rf = riqueza de familias, Re = riqueza de especies, H' = índice de diversidad, DeT = densidad total; IA = Índice de altura -expresado en decímetros- y los factores ambientales. (c) Resultados del ANOVA para la cobertura de la vegetación y los intervalos de pendiente: P1- 0 a17%; P2 - 30 a 55%; P3 - 60 a 80%. Letras al interior de la gráfica indican diferencias significativas (comparación múltiple de medias de Tukey).

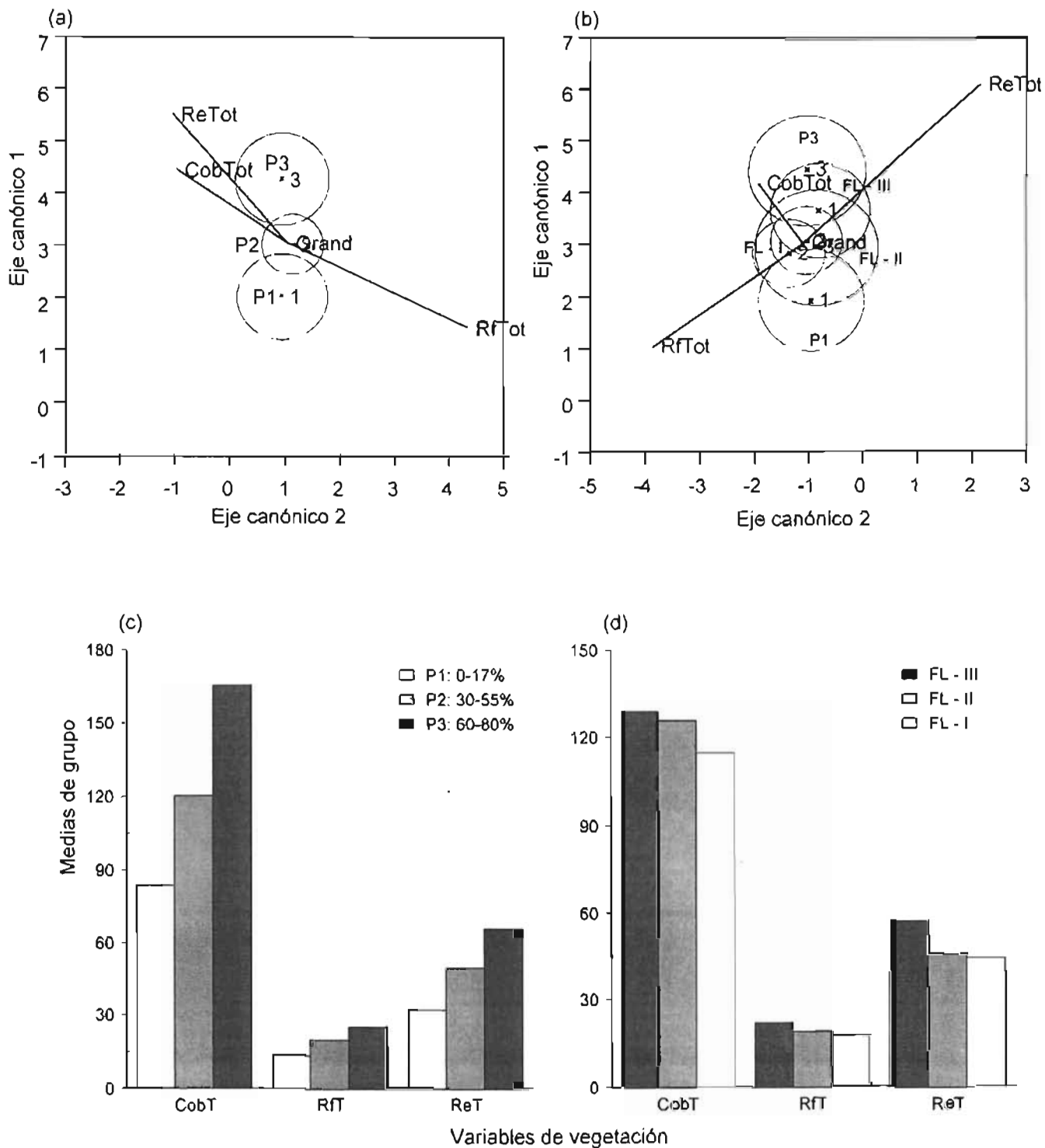


Figura V.10. Resultados del MANOVA entre las variables de vegetación total (T), factor pendiente (P) y Factores limitantes del suelo (FL). (a) Factor pendiente y variables de vegetación. (b) Interacción de factores limitantes y pendiente en las variables de vegetación. Medias de grupo para las variables de vegetación en la interacción de los factores pendiente (c) y limitantes edáficas (d). Cob = cobertura; Rf = riqueza de familias; Re = riqueza de especies.

V.4. Discusión

Los resultados sugieren que las características de la vegetación reflejan las peculiaridades del paisaje de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, el cual sintetiza el proceso de antropización de los diferentes usos de la tierra en el espacio y en el tiempo (ver Capítulo IV.I). Así, las áreas que actualmente sostienen los sistemas de producción agrícola incluyen a todos los sitios del centroide 1, además de cuatro adicionales agrupados en el centroide 2 (Fig. V.11a). En todos ellos el estrato alto estuvo escasamente representado, pero casi siempre estos sitios contaron con las mejores propiedades en cuanto a los factores pendiente y limitantes edáficas, lo que implica mejores condiciones de accesibilidad y menores restricciones edáficas para el desarrollo del cultivo (ver Capítulo IV secciones I y II).

Para esta tendencia se presentaron excepciones. De los 17 sitios con uso agrícola continuo, en cinco las limitantes edáficas o las características de acceso no fueron las mejores. Sin embargo, esta aparente incongruencia se explica porque los dos sitios con factores limitantes Clase III presentan bajos porcentajes de pendiente, mientras que los tres sitios en donde los porcentajes son altos las características edáficas presentan escasas restricciones (Fig. V.11a). Para este último caso, cabe recordar que dichos sitios corresponden a los incluidos en el centroide 2, y por ello presentaron mejores características en la riqueza de especies; inclusive, de todos los sitios con este uso y que cuentan con elementos del estrato alto como vegetación residual, estos tres fueron los que relativamente mostraron mayor densidad total de individuos (Fig. V.11b).

Los 19 sitios restantes, correspondientes a los centroides 2 y 3, representan las áreas donde la agricultura no se practica desde hace por lo menos 10 años, según los datos de la encuesta (ver Capítulo III). Los resultados indicaron que en ellos confluyen mejores características (cobertura, riqueza, etc.) de la vegetación (Fig. V.11b), pero de manera casi generalizada las propiedades limitantes de los suelos y/o de accesibilidad imponen restricciones para el desarrollo de la agricultura. Por ejemplo, varios sitios presentan factores limitantes del suelo Clase II, pero pendientes de por lo menos 50%; en otros se presentaron limitantes edáficas Clase III, pero inclinaciones de entre 30 y 40% (Fig. V.11a). Estas tendencias sugieren que en la asignación del uso del suelo, los campesinos reconocen el paisaje, ponderando los factores que potencialmente limitan la producción de manera independiente o combinada (ver Capítulo IV secciones I y II).

Un ejemplo de la ponderación independiente de las limitantes edáficas se presentó en M30, sitio que no había tenido uso agrícola en aproximadamente 10 años al momento de realizar el estudio. Aunque sus características lo hacen un buen candidato para el uso agrícola, pues se ubica en una ladera suave con pendiente aceptable, las condiciones limitantes del suelo (Clase III) desmerecen sus cualidades de accesibilidad (Fig. V.11a). De hecho, de todos los sitios que tuvieron limitantes edáficas y pendientes parecidas, M30 fue el que presentó los valores de clase más bajos, debido a que el suelo solamente alcanzó 10 cm de profundidad (ver Capítulo IV.II). Un ejemplo contrario se puede observar en M27, uno de los sitios que no ha contado con uso agrícola

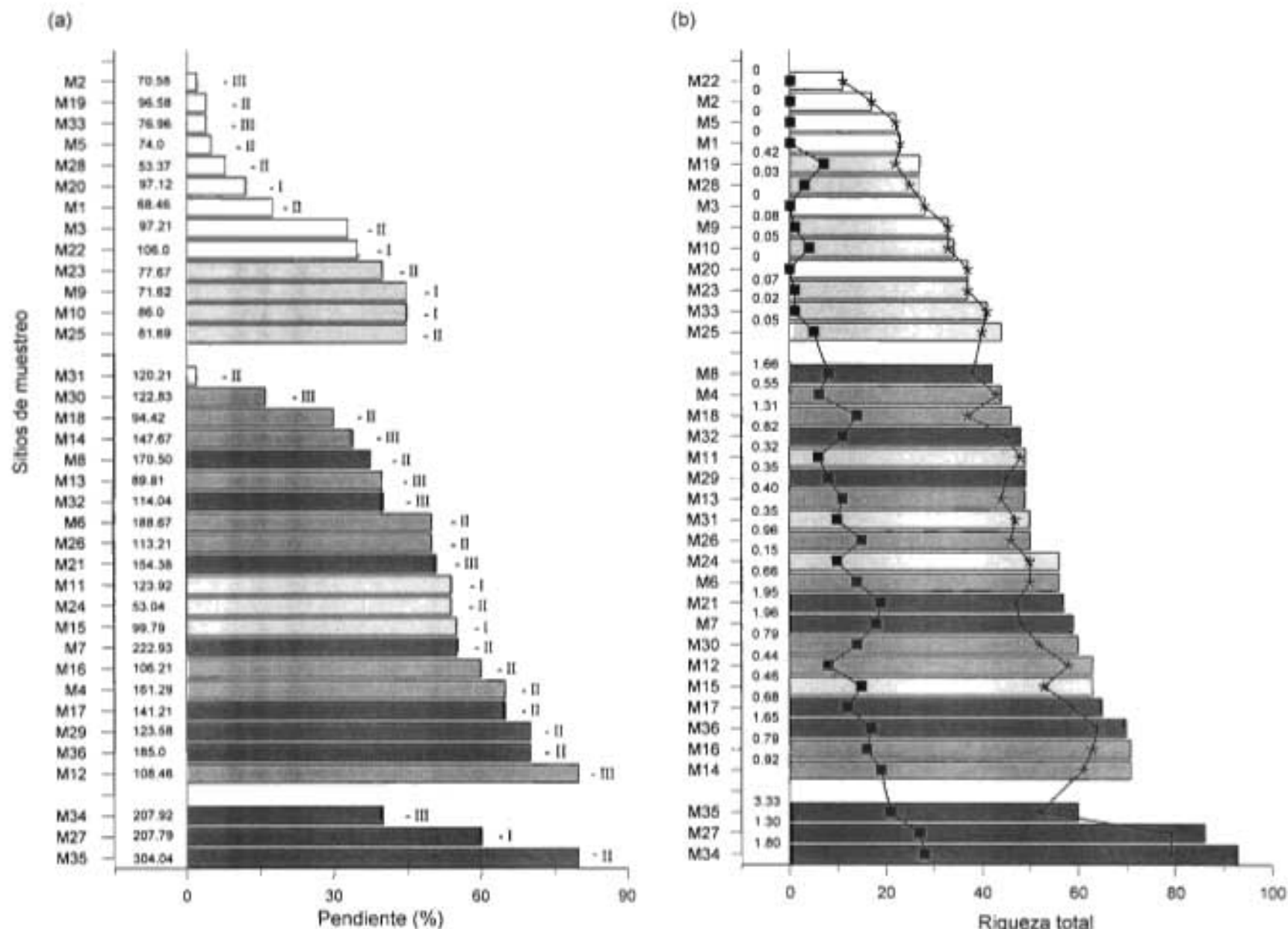


Figura V.11. Grupos obtenidos en el análisis de centroides en las variables globales de vegetación y su relación con la historia de uso de los sitios. En (a) a la izquierda de las barras se indica la cobertura total y a la derecha la clase de factor limitante. En (b) a la izquierda de las barras se indica la densidad total, al interior de las barras las líneas con cuadros indican la riqueza de especies para el estrato alto y las líneas con asteriscos la riqueza para el estrato bajo. Agrícola sin vegetación residual; agrícola con vegetación residual; 10 años sin uso; más de 10 años sin uso.

por mucho más de 10 años, aun cuando presentó las mejores propiedades edáficas tanto en los factores limitantes como de calidad. Seguramente esto se debe a que cuenta con una pendiente de 60%, condición que dificulta su accesibilidad y por ende su uso bajo alguno de los sistemas agrícolas que actualmente se realizan en la comunidad. Esto coincide además con el hecho que de los seis sitios que contaron con factores de calidad Clase I, M27 es el único que no se encuentra bajo uso agrícola.

Los sitios M6, M18 y M8, sin uso agrícola por lo menos durante 10 años, parecen contradecir estas tendencias, pues sus características de pendiente y limitantes edáficas son muy parecidas a las de M24, cuyo uso agrícola es continuo (Fig. V.11a). Quizá las excelentes características de fertilidad natural y potencial presentes en M24 (factores de calidad Clase I; ver Capítulo IV.I) sea la explicación, ya que en los otros sitios la calidad del suelo fue menor (Clase II). Esto sugiere que en la designación del uso agrícola de los sitios, además de tomar en cuenta las condiciones de acceso y limitantes edáficas, que en estos cuatro sitios imponen restricciones similares, se combinan las características de fertilidad de los suelos. Es probable que los factores de calidad sean utilizados como un elemento mediador para determinar el uso de los sitios, condición que a su vez de manera indirecta se refleja en el estado de la vegetación que sustentan. Esta situación llama la atención, puesto que en ninguno de los análisis la calidad del suelo destacó como un factor de importancia en el estado actual de la vegetación. Seguramente dichos resultados son debidos a que los límites en las propiedades edáficas de los suelos que determinan el establecimiento y desarrollo de la vegetación silvestre son muy distintos de los que restringen la producción de granos básicos. Por tal razón, los intervalos de valores establecidos en los factores de calidad del suelo no fueron los más apropiados para tal fin, ya que fueron específicamente diseñados para plantas cultivadas (ver Capítulo IV.II).

Los resultados obtenidos en esta investigación son consistentes con los de otros estudios desarrollados a diferentes escalas e incorporando diferentes variables ambientales y socioeconómicas. Por ejemplo, los realizados a nivel de país indican que las áreas que han sufrido los mayores impactos de la deforestación son las que presentan las condiciones de accesibilidad más propicias para el desarrollo de alguna actividad productiva, incluyendo las empresariales, o el establecimiento de asentamientos humanos (Deininger y Minten, 1996a; Chomitz y Gray, 1996). También a nivel estatal, para Chiapas y Oaxaca se ha encontrado que de las variables socioeconómica (población, infraestructura y crédito) y ambientales (precipitación, calidad del suelo, pendiente y altitud) consideradas, la altitud y la pendiente son las variables que tuvieron mayor peso en la deforestación y el estado de la cubierta vegetal (Deininger y Minten, 1996b). Inclusive en los estudios realizados para la región de La Montaña del estado de Guerrero (Landa et al., 1997) y para Alcozauca, municipio que pertenece a esa región (Toledo-Manzur, 1994), se obtuvo que la menor deforestación se concentra en las áreas de clima templado en laderas con pendientes fuertes, mientras que las que han sufrido los mayores impactos por el cambio de uso de suelo para el desarrollo de las actividades agropecuarias corresponden a las de climas cálidos y

semicálido, en áreas con inclinaciones de leves a regulares ($\leq 20^\circ$) y sobre geoformas de cimas, terrazas y laderas suaves.

Investigaciones específicamente desarrollados para evaluar la distribución y el estado de conservación de la selva baja caducifolia (SBC) en México, señalan que aquellas que poseen el mejor estado de conservación son las que se encuentran sobre suelos someros (Regosoles y Leptosoles) y pendientes pronunciadas (Trejo, 1996; Trejo y Dirzo, 2002). Además, dicho patrón es consistente con el obtenido a escalas de mayor detalle. Para el estado de Morelos se reporta una relación directa entre la pendiente y el estado de la vegetación de la SBC, ya que inclinaciones $\geq 20^\circ$ presentan mejor desarrollo de la vegetación, destacando la mayor superficie intacta sobre laderas con pendientes $> 45^\circ$ (Trejo y Dirzo, 2000). Tendencias similares fueron obtenidas para las áreas cálidas y semicálidas de la región de La Montaña. Los sitios con inclinaciones $\geq 27^\circ$ son los que sostienen la SBC en mejor estado de conservación (Aranguren-Becerra, 1994).

Esas investigaciones también han señalado la gran variedad de litologías donde se establecen dichos bosques; sin embargo, dicha variabilidad no mostró alguna relación con respecto a su diversidad y estado actual (Toledo-Manzur, 1994; Aranguren-Becerra, 1994; Trejo, 1996). Esos resultados son similares a los obtenidos en Zoyatlán, ya que en ninguna de las variables de vegetación consideradas en este estudio se encontró relación con las diferentes litologías presentes en la comunidad.

Los estudios que han incluido tanto variables ambientales (pendiente, altitud, clima, y calidad de suelos, entre otras) como socioeconómicas, coinciden en señalar que estas últimas participan con elementos importantes para explicar el estado actual de la cubierta vegetal, dado que la cercanía a los centros de población, infraestructura y disponibilidad de otros servicios favorecen la intensificación del uso en estas áreas. A su vez, destacan que dichas condiciones se encuentran relacionadas con características climáticas y edáficas más apropiadas para el desarrollo de las actividades agropecuarias (de Ita, 1986; Toledo-Manzur, 1994; Maass, 1995; Deininger y Minten, 1996a, b; Chomitz y Gray, 1996). Este último punto también ha sido indicado por estudios realizados en distintos países, en donde se analiza no solamente el uso actual y su relación con la vegetación, sino también la reconstrucción de la historia de uso bajo diferentes periodos de tiempo y formas de uso (Murphy y Lugo, 1986; van der Wal, 1999; Honay et al., 1999; Prach et al., 2001; Cousins y Eriksson, 2002; Graae et al., 2003). Dichos estudios coinciden en señalar que las áreas con la menor afectación por actividades humanas son las que cuentan con las características edáficas, climáticas y de acceso más limitadas.

Vale la pena destacar que en el concepto de propiedades edáficas adecuadas y limitadas se debe considerar tanto la fertilidad, como las características físicas (profundidad y textura, entre otras) y las propiedades mineralógicas de los suelos. Es probable que la ausencia de estos criterios haya promovido las controversias existentes alrededor del supuesto de que una alta riqueza de especies se encuentra asociada a suelos ricos o moderadamente ricos en nutrientes

(Gentry, 1982; 1988), dado que este término sólo se refiere a la fertilidad del suelo y ha sido específicamente creado para el desarrollo de cultivos. Quizá esto explique los resultados obtenidos para algunos bosque tropicales de la Amazonia (Oliveira y Mori, 1999) y la región Lacandona (Cuevas-Reyes, et al., 2003), los que indican que una mayor riqueza de especies no estuvo relacionada con una mayor fertilidad del suelo. Incluso Oliveira y Mori (1999) enfatizan el gran potencial de conservación para esos bosques de la Amazonia, dado que la riqueza de especies es similar a la de otros bosques de la región, pero la pobreza del suelo (catalogada por profundidad, textura, régimen de humedad y contenido de nutrientes) favorece que estas áreas no sean atractivas para el desarrollo de la agricultura. Esta situación destaca la necesidad de distinguir claramente la fertilidad agrícola y la fertilidad forestal.

Resultados similares fueron obtenidos por Trejo (1998) para las SBC de México. De los 20 sitios estudiados en diferentes partes del país, en ningún caso ella obtuvo alguna relación entre la riqueza de especies y la fertilidad del suelo. Inclusive, de las distintas variables ambientales tomadas en cuenta para explicar la riqueza y diversidad de estos bosques (Trejo, 1996; Trejo y Dirzo, 2000; 2002), solamente la evapotranspiración potencial presentó resultados satisfactorios. Esto coincide con los resultados de la presente investigación. Los factores de calidad del suelo (conformados básicamente por características químicas) no explicaron el estado de la vegetación, mientras que la interacción de los factores pendiente y limitantes del suelo (conformados por profundidad del suelo y propiedades mineralógicas del suelo; ver Capítulo IV.II) sí lo hicieron. Como era de esperar, y coincidente con otros estudios (Critchley y Fowbert, 2000; Fujisaka et al., 2000; Zapack et al., 2002), los sitios menos ricos y diversos correspondieron con aquellos en donde actualmente se realiza la agricultura, en tanto que los 19 sitios que no han tenido uso agrícola por periodos prolongados presentaron mejores condiciones (Fig. V.11a y b).

Para estos 19 sitios los análisis estadísticos indicaron la existencia de diferencias particulares, y sugieren una relación con los tiempos de abandono agrícola (ver Capítulo III). Aunque fue posible observar que en los 16 sitios correspondientes al centroide 2 están presentes diferentes periodos sin desarrollo de actividades agrícolas, tales distinciones no se manifestaron de manera clara en la riqueza de especies, lo que coincide con otros estudios que han considerado la comparación de la vegetación en sitios con diferentes tiempos de abandono (van der Wal, 1998; Critchley y Fowbert, 2000; Fujisaka et al., 2000; Romero-Romero et al., 2000; Zapack et al., 2002). Las diferencias temporales más bien parecieran estar guiadas por la cobertura y el número de individuos que se encuentran representando al estrato alto, dado que los sitios con más de 10 años sin uso casi siempre presentaron mayor densidad de individuos (Fig. V.11a y b). Dicha tendencia se ejemplificó de forma más clara para los tres sitios incluidos en el centroide 3, en los cuales la densidad total (No. individuos/m²) siempre fue > 1 (Fig. V.11b); además, en ellos coincidió que de todos los sitios con más de 10 años sin uso, de acuerdo a las fuentes orales (ver Capítulo III), éstos parecen ser los más antiguos. Aunque su antigüedad puede involucrar un margen de diferencia de entre 5 y 10

años, cabe recordar que en ellos se presentó la cobertura vegetal mejor desarrollada, casi generalmente la mayor riqueza total de especies, y los índices de diversidad, tanto para el estrato alto como para el bajo, también fueron de los más altos. Además, en ellos es posible observar que estas características no corresponden directamente con las propiedades edáficas, pues en ellos están presentes las tres Clases de factores limitantes y calidad del suelo (Fig. V.11a y b). Dichas peculiaridades coinciden en buena medida con las características fisonómicas y estructurales que algunos estudios han considerado para catalogar el estado de desarrollo de la SBC (Brown y Lugo, 1990; Oropeza et al., 1995; Trejo y Dirzo, 2002), lo que permite corroborar que estos tres sitios son los que por mucho mayor tiempo no han contado con uso agrícola. No obstante, habría que tomar en cuenta que las diferencias en todas estas variables para los sitios con más de 10 años también pueden estar influenciadas por el tipo e intensidad del disturbio al que fueron sometidos antes de la adquisición de los terrenos, dado que esa edad sólo es referida en función del tiempo de abandono que los actuales propietarios han asignado a estas áreas (ver Capítulo III).

Este análisis indica que en las preferencias de uso de la tierra para el desarrollo de los sistemas agrícolas prevalecientes en Zoyatlán se combinan las características de accesibilidad de los sitios y las propiedades inherentes a los suelos que favorecen la producción, elementos que se utilizan para optimizar el uso del paisaje y el trabajo agrícola (ver Capítulo IV.II). A ese conocimiento se añade el que refiere a los distintos sistemas de producción agrícola en sus variantes de manejo para el tipo de siembra, descanso de la tierra y manejo de la vegetación residual (ver Capítulo III), particularidades que seguramente se ven reflejadas en la composición florística de los sitios estudiados.

En los análisis de la composición florística para el estrato alto y bajo, solamente se identificaron dos conjuntos de sitios de muestreo que difirieron significativamente. Al igual que en los análisis de las variables globales de vegetación, en primera instancia se observó que las diferencias entre ambos conjuntos parecen estar guiadas por las características de los sitios con respecto a su uso actual. En segunda instancia, fue posible inferir que la disposición espacial de los sitios en algunos casos probablemente contribuyó a las semejanzas florísticas propias a cada conjunto. Por ejemplo, en general para el estrato alto en el primer conjunto están los sitios cuyo uso agrícola no se ha presentado durante periodos prolongados; inclusive 70% de los sitios más viejos estuvieron aquí aglutinados (Fig. V.12a), destacando la presencia de M27 y M34, sitios que anteriormente habían sido señalados como de mucho mayor edad. El efecto de la disposición espacial de los sitios y su influencia sobre la similitud florística se encontró en los sitios pertenecientes a los sectores (Se) 5 y 8 (Fig. V.13). Los dos sitios correspondientes al Se5 contaron con el mismo número de especies, pero tuvieron edades diferentes. En contraste, en los tres sitios correspondientes al Se8 (Fig. V.13), todos ellos con más de 10 años de edad, se presentó una diferencia gradual en el número de especies participantes, destacando M34 por contener el mayor número de especies de todos los sitios involucrados en este análisis, lo que indica que en él están presentes casi todas las especies que caracterizaron a este grupo (Fig. V.12a).

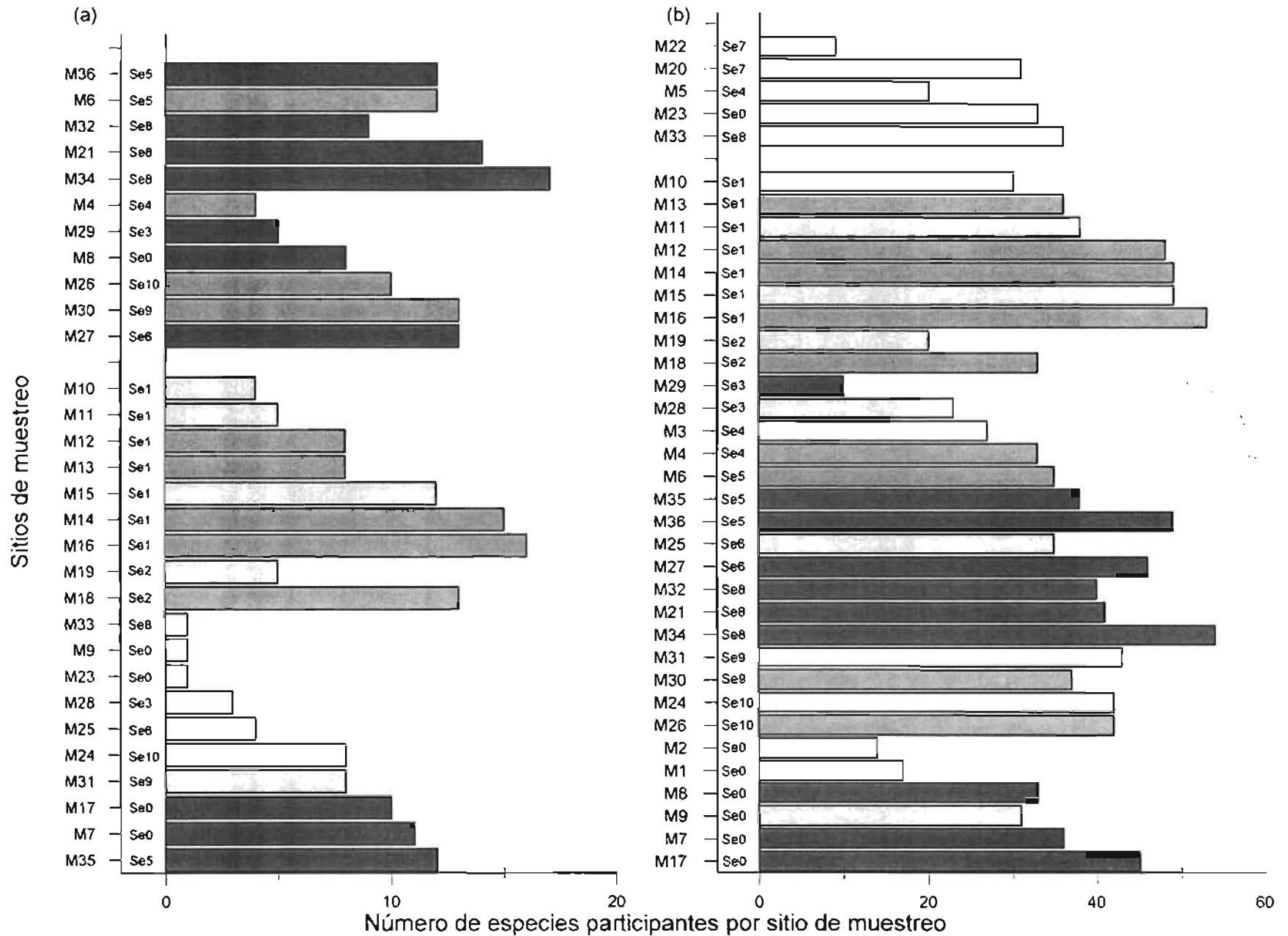


Figura V.12. Grupos del análisis de composición florística para el estrato alto (a) y bajo (b), su relación con respecto a la distribución espacial de los sitios (Se) y su historia de uso. Agrícola sin vegetación residual; agrícola con vegetación residual; 10 años sin uso; más de 10 años sin uso. Se0 = sitios aislados.

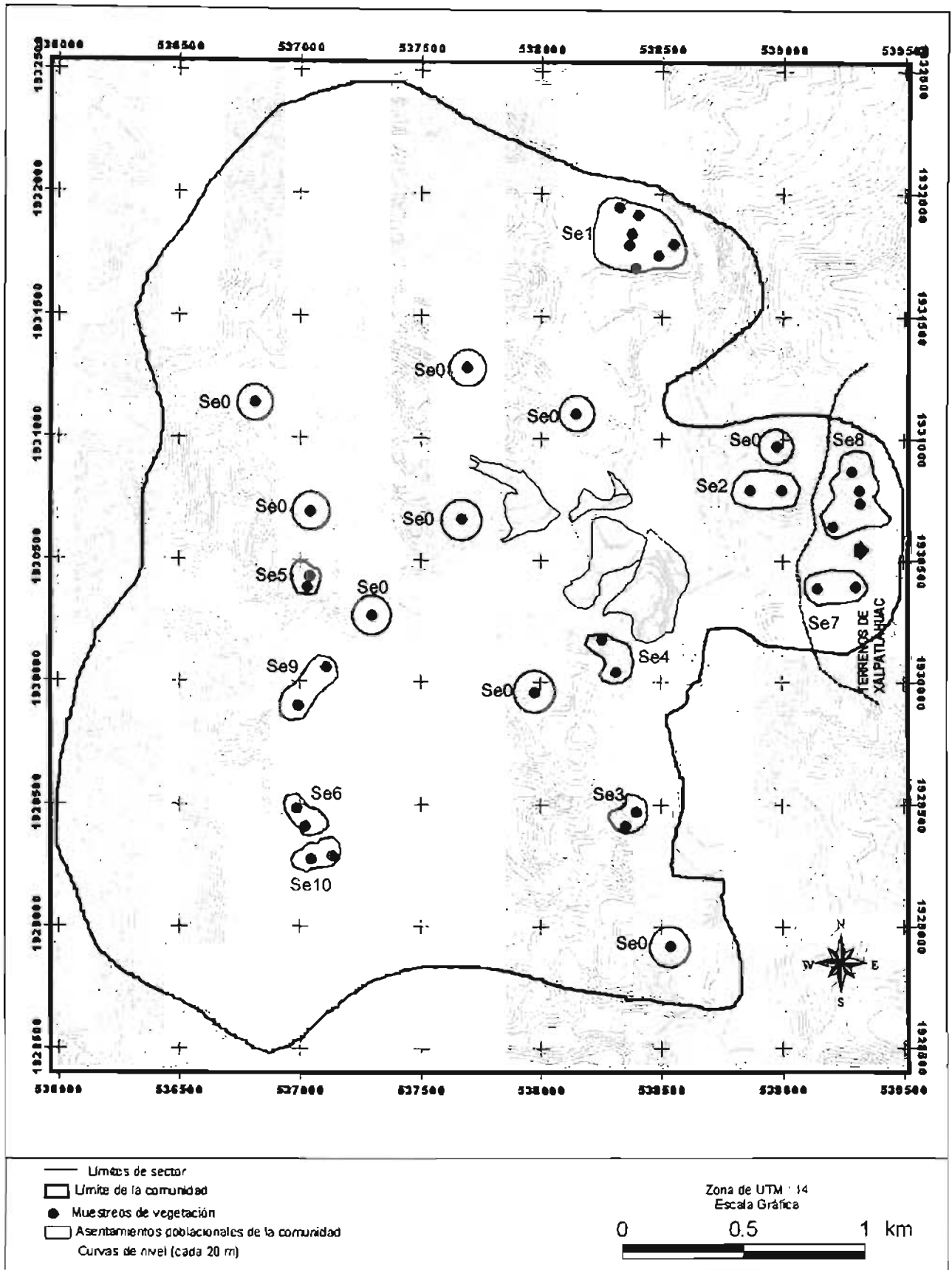


Figura V.13. Agrupación de los sitios de muestreo de vegetación de acuerdo al número de sector (Se).

En el segundo agrupamiento sólo tres de los sitios no han sido utilizados para las actividades agrícolas por más de 10 años (Fig. V.12a). No obstante su antigüedad, el número de especies participantes es menor al presentado por algunos sitios con menor tiempo de abandono. También en este caso los sitios bajo uso agrícola con vegetación residual, todos aquí agrupados, casi siempre participaron con pocas especies. A pesar de ello, en este conjunto también parece existir un efecto de la disposición espacial de los sitios, y que se encuentra ejemplificado en los siete sitios que conforman al Se1 (Fig. V.13). En ellos es posible observar que los tres sitios bajo uso agrícola recurrente cuentan por lo menos con cuatro de las especies, en el peor de los casos, presentes en los sitios con 10 años de antigüedad (Fig. V.12a). Una situación similar se presentó en los dos sitios correspondientes al Se2, ya que ambos difieren en su uso actual pero nuevamente comparten la presencia de cuatro especies (Figs. V.12a y V.13).

En el caso del estrato bajo, las diferencias entre los dos conjuntos de sitios de muestreo no parecen estar directamente influenciadas por las diferencias de uso y edad de los sitios. Aun cuando en el primer conjunto los cinco sitios incluidos cuentan con uso agrícola recurrente y en el segundo están presentes todos los sitios con 10 o más años de edad, cabe considerar que en este último también se encontró 70% de los sitios con uso agrícola, independientemente de que éstos contaran o no con elementos del estrato alto como vegetación residual (Fig. V.12b). Si bien esto sugiere que la similitud florística de los grupos estuvo dirigida por la disposición espacial de los sitios, pues como se observa en el segundo conjunto están representados casi todos los sectores (Fig. V.12b), se debe tomar en cuenta que también aquí se incluyeron la mayoría de los sitios cuya disposición espacial fue aislada (Fig. V.13); asimismo, cabe considerar que en los sitios del primer agrupamiento, el efecto de la disposición espacial sólo parece presentarse en los correspondientes al Se7 (Figs. V.12b y V.13).

Seguramente los diferentes periodos de descanso y los diferentes sistemas de siembra que los campesinos asignan a las tierras agrícolas influyen considerablemente en la composición florística de los agrupamientos. Quizá las características del primer agrupamiento, como son pocas especies pero de amplia distribución (57 especies, de las cuales 90% fueron comunes a los dos agrupamientos), se deben a que estos sitios son utilizados con mayor frecuencia. No obstante, también pudo haber ocurrido que su periodo de descanso, al momento de realizar el muestreo de la vegetación, fue menor al transcurrido en los 11 sitios que son utilizados con estos fines y que fueron incluidos en el segundo agrupamiento. Probablemente el hecho de que en este último se hayan presentado casi todas de las especies incluidas en el análisis resulte del efecto combinado de la disposición espacial de los sitios y los tiempos de descanso agrícola (ver Capítulos II y III), dado que tales condiciones favorecen el flujo y establecimiento de las especies entre sitios. Esta propuesta coincide con los resultados obtenidos en los valores de importancia de las especies; como se indicó, solamente en siete sitios, cuyo uso agrícola es continuo, se encontró la dominancia de ciertas especies (una a tres con VIR cercanos a 100%), pero además de ese total, 70% correspondió a los cinco sitios distinguidos en el agrupamiento con el menor número de

especies. Cabe recordar que M22 fue el único en donde la leguminosa *Dalea hegewischiana* mostró un VIR superior a 100, pero también fue el que presentó la menor riqueza de especies de todos los sitios, y además fue uno de los que contó con las mejores propiedades edáficas para el cultivo de básicos. Con respecto a M5, M20, M23 y M33, sitios en donde se presentaron las tres clases de factores limitantes y de calidad del suelo, sus VIR destacaron la dominancia de *Euphorbia prostrata*, una de las primeras especies que se establece cuando inicia el descanso agrícola de la tierra.

Seguramente los beneficios aportados por los periodos de descanso agrícola se ven favorecidos por las características de los propágulos de las especies en cuanto a sus propiedades de dispersión y la facultad de formar bancos de semillas en el suelo. Tal supuesto es consistente en parte con algunos estudios realizados en distintos ambientes, y que sostuvieron o actualmente sostienen el uso agropecuario. Por ejemplo, en aquellos en donde se compara el banco de semillas del suelo y las especies que se establecen, se ha obtenido que no hay una correspondencia directa entre ambos, y que la dispersión por viento (Pärtel et al., 1998) y la adición de excretas realizada por el ganado (López-Mariño et al., 2000), son los factores que mejor explican el reclutamiento de las especies. En otros casos en donde artificialmente se excluyen factores de disturbio tales como el pastoreo de ganado o el fuego, se ha encontrado un aumento en la cobertura de ciertas especies, pero una disminución en la riqueza o diversidad de especies (Zhang, 1998; Nangendo et al., 2002). Estos argumentos en buena medida explican la composición florística de este estrato, pues como fue indicado, más de 50% de las especies incluidas en este análisis son miembros de las familias Asteraceae, Euphorbiaceae, Poaceae y Leguminosae, mismas que se caracterizan por presentar algún tipo de latencia en sus propágulos (Baskin y Baskin, 1999), y eficientes mecanismos de dispersión, bien sea por viento o a través del ganado. También se debe tomar en cuenta que la ganadería de libre pastoreo durante la época de estiaje es una actividad cotidiana en Zoyatlán, pero además, una vez que las parcelas entran en su periodo de descanso el pastoreo es una actividad especialmente dirigida a esos sitios, o bien se fertiliza adicionando el excremento del ganado (ver Capítulos II y III).

Aunque la complejidad de los periodos de descanso de la tierra están estrechamente relacionadas con factores de tenencia de la tierra y características de la estructura demográfica de las unidades familiares (ver Capítulo III), es necesario recordar que en Zoyatlán anualmente entran en descanso alrededor de 70 ha (ver Capítulos II y III). Estas particularidades en el manejo de la tierra, aunadas a las características de la composición florística de los sitios, indican que en Zoyatlán está ocurriendo un flujo de las especies que sugiere la presencia de un proceso de regeneración natural.

Este hecho fue verificado a partir de la observación de que varias de las especies reportadas para el estrato alto estuvieron presentes en estadio de plántula o juvenil en el estrato bajo. Este fenómeno se encontró no sólo localmente, es decir, en los sitios donde las especies progenitoras estuvieron presentes, sino también en aquellos en donde dichas especies no formaron parte de la

composición florística del estrato alto. Además, en 100% de los sitios por lo menos una especie fue de nuevo ingreso, independientemente de su uso actual o edad; incluso destaca que este proceso también fue evidente en los seis sitios que carecieron de dicho estrato (Tabla V.8).

En esta dinámica se encontró la participación de 47 especies pertenecientes a 17 familias, además de tres morfoespecies, aunque aquellas que destacaron por aportar el mayor número de especies solamente fueron Leguminosae, Asteraceae y Burseraceae (Tabla V.8). El flujo diferencial que las especies mostraron entre sitios sugiere que la dinámica está ocurriendo a diferentes niveles. Por ejemplo, por una parte se encontró el ingreso de las especies que fueron comunes al estrato alto, y que correspondieron a las categorías de presencia "Fiel", "Frecuente", "Poco Frecuente" y "Escasa". Entre ellas la mayor constancia se presentó en *Tournerfortia hirsutissima*, *Lippia dulcis*, *Acacia cochliacantha*, *A. farnesiana* y *Croton ciliatuglanduliferus*. Destaca la cantidad de ingresos que las dos últimas especies presentaron, pues ambas contaron con individuos adultos solamente en tres sitios de muestreo. Una condición parecida se presentó en otras 11 especies que correspondieron a la categoría escasa (Tabla V.8). Estas especies como adultos solamente se encontraron en dos sitios de muestreo; sin embargo, se encontraron individuos en estadio de plántula o juvenil en por lo menos tres sitios adicionales, salvo el caso de *Bursera mirandae* y *Rhus galeotti*. Por otra parte, llama la atención el caso de *Bourreiria ovata*, *Calliandra houstoniana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Bunchosia canescens* y *Heliocarpus velutinus*, especies pertenecientes a esa categoría de presencia pero que contaron con individuos adultos en por lo menos cinco sitios. A pesar de ello, éstas generalmente presentaron juveniles sólo en un sitio adicional, pero además es pertinente observar que dichos ingresos ocurrieron en los sitios que no sostienen actualmente las prácticas agrícolas (Tabla V.8). El ingreso de ciertas especies exclusivamente en los sitios viejos también fue evidente en *B. mirandae* y *R. galeotti*. Dicha tendencia también se presentó en dos especies que estuvieron en la categoría de presencia poco frecuente, como fue el caso de *Lysiloma acapulcensis* y *L. divaricata*; si bien ambas contaron con un mayor número de ingresos, sus plántulas generalmente se concentraron en los sitios viejos.

Llama la atención que en este proceso también participaron 16 especies catalogadas como raras, aunque tuvieron una menor representación. Este fue el caso de las pertenecientes a las familias Asteraceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Lamiaceae, Leguminosae y Sterculiaceae, además de una morfoespecie no determinada, las cuales normalmente se encontraron en un sitio adicional de donde radicaron los progenitores (Tabla V.8). Nuevamente es pertinente señalar que el ingreso de éstas se concentró mayoritariamente (75%) en los sitios con 10 o más años de edad, y solamente las plántulas de cuatro especies (*Eupatorium* sp2, *Cracca* sp., *Lonchocarpus* sp., y *Piscidia grandifolia*) se presentaron en sitios donde se practica la agricultura, pero que cuentan con vegetación residual. Seguramente su ingreso está relacionado con los tiempos de descanso y la ubicación espacial de los sitios, pues éstos correspondieron a sectores que cuentan con sitios viejos, y en donde dichas especies se presentaron como individuos adultos.

Esto sugiere que el flujo diferencial de las especies se encuentra relacionado con diferencias en sus hábitos de colonización. En el caso de las especies que no fueron incluidas en la categoría de presencia "Rara", una buena parte de ellas cuenta con eficientes mecanismos de dispersión y/o son capaces de formar bancos permanentes de propágulos (semillas o estructuras vegetativas) en el suelo, lo que les confiere una gran potencial de colonización. Por ejemplo, para las especies del género *Bursera* se ha sugerido que las semillas presentan latencia fisiológica, mientras que en las de la familia Bignoniaceae y Convolvulaceae se indica la existencia de latencia exógena (Baskin y Baskin, 1998). Seguramente estas características, aunadas al potencial de regeneración vegetativa que presentan *Bursera copalifera*, *B. bipinnata*, *Ipomoea arborescens* y *Tecoma stans*, sean la explicación de la buena representación de adultos y juveniles que estas especies tienen en Zoyatlán. Otro ejemplo de esa naturaleza se tiene en varias de las especies representantes de la familia Leguminosa. *Acacia cochliacantha*, *A. farnesiana*, *A. pennatula*, *Dalea tomentosa* y *Mimosa polyantha* son especies tempranas de estadios secundarios de la selva baja caducifolia. Todas ellas cuentan con semillas que presentan latencia exógena impuesta por la testa de las semillas (Cervantes et al., 1996; Cervantes et al., 2001), condición que favorece la formación de bancos de semillas en el suelo, pero además cuentan con eficientes mecanismos de dispersión. En las tres primeras las características de los frutos y sus épocas de dispersión favorece que frutos y semillas sean consumidas y transportadas por el ganado caprino, ovino y caballar-asnar (Cervantes, 1996), mientras que en las dos últimas la dispersión por viento, y en menor medida el ganado caprino, son factores que les permite desplazarse de manera eficiente (Cervantes et al., 2001). Quizá la constancia de ingresos que también presentaron las especies de las familias Asteraceae, Boraginaceae, Euphorbiaceae, Sterculiaceae y Verbenaceae, aun cuando en algunos casos la representación de individuos reproductores no fue la mejor, sea un resultado de la combinación de mecanismos de esa naturaleza.

La ausencia de esas propiedades en *Acacia bilimekii*, *Lysiloma divaricata*, *L. acapulcense* y *Eysenhardtia polystachya*, también leguminosas, probablemente sea la causa por las que estas especies fueron encontradas como nuevos ingresos solamente en los sitios viejos y en proporciones más bajas, a pesar de ser comunes en el estrato alto. Estas especies cuentan con semillas sin latencia, pues se desprenden de los individuos parentales en estado de quiescencia, en épocas relativamente cercanas a la temporada de lluvias. En las dos primeras los frutos son vainas dehiscentes que dispersan las semillas por gravedad a poca distancia de los parentales, mientras que en las dos últimas las vainas son indehiscentes, y los frutos se dispersan por gravedad en espacios aledaños a los progenitores (Cervantes, 1996; Cervantes et al., 1996; Cervantes et al., 2001). Tales características indican que estas especies cuentan con mecanismos de dispersión menos eficientes, pero además las semillas de estas especies no pueden formar bancos de semillas en el suelo de larga duración.

Varios estudios señalan que una baja tasa de dispersión de las semillas, la distancia entre sitios y la disponibilidad insuficiente de propágulos, son los factores que mayormente determinan la

escasa representatividad de ciertas especies en áreas de vegetación secundaria o que fueron perturbados por alguna actividad productiva (Murphy y Lugo, 1986; Parrota et al., 1997; Parrota y Knowles, 1999; Zimmerman et al., 2000; Wijdeven y Kuzee, 2000; Graae et al., 2003). Probablemente el escaso reclutamiento mostrado por las especies incluidas en la categoría de presencia "Rara" y algunas que correspondieron a la categoría "Escasa" se deba a un efecto combinado de la escasez de individuos reproductores, con los derivados de bajas tasas de dispersión, y quizá la ausencia de latencia en las semillas. Aunque la carencia de información con respecto a los hábitos de colonización de esas especies dificulta generalizar este supuesto, el caso de *Havardia acattensis* podría ejemplificarlo. Esta leguminosa solamente presentó individuos adultos en un sitio, y únicamente en otro adyacente se encontraron algunas plántulas. A su vez, las características de sus semillas y la forma de dispersión son similares a las de las cuatro especies antes nombradas; por esta razón, la longevidad ecológica de sus semillas es corta y por ello el banco de semillas en el suelo es efímero (Cervantes et al., 2001). Bajo estos supuestos, llama la atención que más de la mitad del total de especies que conformaron el listado florístico de Zoyatlán (60.56%), fueran incluidas en la categoría de presencia "Rara". Aunque la mayor proporción se canalizó en las especies pertenecientes al estrato bajo, cabe considerar que en el 30% restante se encontraron 61 especies (68.5% del total de especies reportadas en el estrato alto) y su presencia y mayor número casi siempre coincidió en los sitios viejos (Fig. V.14).

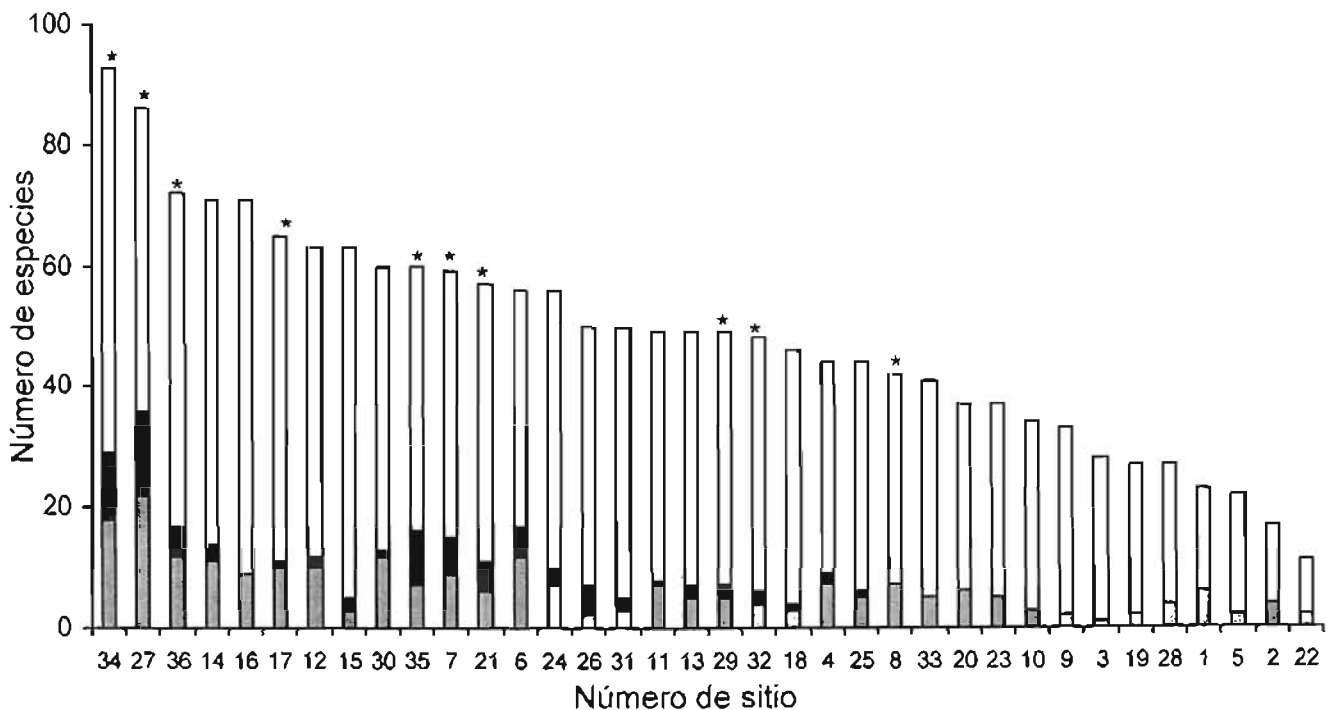


Figura V.14. Número total de especies por sitio de muestreo, se destaca el ingreso de las especies pertenecientes a la categoría de presencia "Rara". El asterisco indica los sitios con más de 10 años de edad. ■ Especies del estrato bajo; ■ especies del estrato alto.

Las diferencias en la movilidad y las características de los propágulos de las especies permiten inferir porque en Zoyatlán de las casi 600 ha que cuentan con diferentes estados sucesionales de SBC, la mayor superficie corresponde a vegetación arbustiva y arbórea de baja altura (ver Capítulo II). Esto indica que el proceso de regeneración está encabezado por las especies que fueron señaladas con los mecanismos de colonización más eficientes. Además, sugiere la existencia de un proceso de empobrecimiento florístico que en primera instancia pareciera estar guiado por la escasez de individuos reproductores, lo que es agravado porque 67.5% de las especies raras se recluta localmente, y porque el porcentaje restante que ingresa a otros sitios sólo se presenta en los sitios viejos. Este hecho permite inferir que a las condiciones de disponibilidad y dispersión de los propágulos se añaden factores microambientales particulares que favorecen el reclutamiento de las especies solamente en ese tipo de sitios, pues se ha señalado que en muchas ocasiones los propágulos dispersados a sitios con condiciones "poco limitantes" no prosperan debido a la presencia de condiciones inadecuadas para la germinación, o porque su establecimiento y desarrollo es afectado por la competencia con otras especies que cuentan con hábitos de colonización más agresivos (Lugo, 1997; Parrota et al., 1997; Parrota y Knowles, 1999; Aide et al., 2000; Zimmerman et al., 2000; Wijdeven y Kuzee, 2000; Graae et al., 2003).

En complemento a lo anterior, se encuentran las investigaciones que han considerado la reconstrucción histórica de los diferentes usos del suelo y su relación con el desarrollo de la vegetación y la calidad del suelo (van der Wal, 1998; Honnay et al., 1999; Zimmerman et al., 2000; Prach et al., 2001; Cousins y Eriksson, 2002; Graae et al., 2003). Todas coinciden en señalar que los factores biológicos (dispersión, disponibilidad de propágulos o competencia) y la historia de uso (tiempo y tipo de actividad), son las variables que brindan mayor información para explicar el escaso establecimiento de las especies de etapas tardías de la sucesión en áreas que fueron perturbadas y que actualmente cuentan con diferentes tiempos de abandono. También se ha propuesto que no es recomendable utilizar la calidad del suelo como un indicador de la diversidad y distribución de las especies, pues las diferencias en calidad más bien son un reflejo del tiempo de uso agropecuario y abandono, además del tipo de tecnología utilizada (van der Wal, 1999; Honnay et al., 1999; Paniagua et al., 1999; Islam y Weil, 2000; Zapfack, 2002; Graae et al., 2003; Jim, 2003). A su vez, para este último punto se ha sugerido que debido a que los cambios en las tecnologías de producción pueden ser identificados en el paisaje de un área dada, el conocimiento histórico de los sistemas de producción es de suma importancia para explicar el estado y la dinámica de los paisajes fragmentados. Este tipo de información es muy útil no solamente para mejorar la continuidad de los diferentes fragmentos de vegetación, sino también para ponderar la pertinencia de las políticas que han propiciado cambios radicales en el paisaje (Baudry et al., 2003).

Se ha sugerido que para desarrollar de manera exitosa el restablecimiento o mejoramiento de la cubierta vegetal, es primordial identificar a los factores causantes de la degradación o el empobrecimiento del sistema, así como el estado de "salud" o "integridad" a partir del cual se

pretenden iniciar las actividades de mejoramiento (Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Rapport et al., 1998). Dichas premisas involucran la identificación de niveles umbrales de afectación y funcionalidad del sistema (Hobbs y Harris, 2001) y su importancia radica en que, por un lado, permiten conocer si los factores que limitantes el desarrollo de la vegetación están relacionados con aspectos biológicos, físicos o químicos, y por el otro, porque permiten valorar si el conocimiento de los procesos inherentes a la sucesión secundaria puede ser empleados como la primera herramienta de mejoramiento, o si las actividades deben iniciar con la aplicación de técnicas de ingeniería que en primer lugar permitan restablecer ciertos niveles de funcionalidad del suelo, que a posteriori favorezcan la introducción de las especies deseadas (Bradshaw, 1989; Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Gilbert y Anderson, 1998; Parrota y Knowles, 1999; Prach y Pysek, 2001).

Considerando los resultados obtenidos en este trabajo, es posible concluir que el estado de la vegetación de Zoyatlán es el resultado del contexto histórico y actual bajo el cual se han utilizado los recursos. El hecho que los sitios viejos actualmente sean menos apropiados para el desarrollo de la agricultura, dadas sus condiciones de pendiente y limitantes edáficas, coincide con el cambio en la tecnología agrícola de tlacolole (roza-tumba-quema) a los sistemas de barbecho (ver Capítulo III). Este cambio favoreció que en tales sitios haya iniciado un proceso de sucesión secundaria en las áreas donde el paisaje limita la agricultura de barbecho, pero de forma contraria favoreció que los más accesibles y con menores restricciones edáficas sean los paisajes que actualmente sostienen de manera permanente los sistemas agrícolas. En estas áreas las variantes en los sistemas de siembra, descansos de la tierra y manejo del pastoreo, favorecen el flujo y el establecimiento de las especies con los hábitos de colonización más agresivos, pero a su vez inhiben el establecimiento o limitan el desarrollo de las especies que pertenecen a otras etapas de la sucesión. Por estas razones, la riqueza y la diversidad de especies del estrato alto en los sitios bajo uso actual es considerablemente menor a la obtenida en los sitios que cuentan con 10 o más años de abandono. Aunque esta tendencia también se presentó en el estrato bajo, el contraste en los valores de riqueza y diversidad es menos agudo, probablemente debido a que los periodos de descanso amortiguan la representación de la especies. Sin embargo, se debe recordar que el mayor número de especies raras de este estrato también se presentó en los sitios más viejos (Fig. V.14).

Si bien se podría suponer que en Zoyatlán la recurrencia de uso agropecuario durante más de cinco siglos (ver Capítulos III y IV.I) pudo haber propiciado afectaciones en el suelos que limitan el establecimiento y desarrollo de las especies, el hecho que los factores de calidad no hayan resultado como una variable relacionada con el estado actual de la vegetación fortalece el supuesto que el empobrecimiento florístico de la comunidad actualmente está guiado en primer lugar por la escasez en la disponibilidad de propágulos, y en segundo por las características de colonización de las especies. Aunque la escasez de individuos reproductores pudo ser el resultado de un empobrecimiento florístico paulatino dada la prolongada historia de uso de la comunidad,

pues se ha sugerido que el uso agropecuario "crónico" puede llegar a propiciar la pérdida de especies en la misma magnitud que cuando se presenta un desastre natural (Murphy y Lugo, 1986; Dobson et al., 1997), cabe considerar que dicho proceso muy probablemente se agudizó durante el siglo pasado, pues el mayor impacto en la cubierta vegetal de Zoyatlán ocurrió durante el periodo comprendido entre 1919 y 1950 (ver Capítulo III). Los conflictos de invasión de tierras ocurridos en Zoyatlán durante ese periodo desencadenaron un severo cambio en el uso del suelo, pues se aplicó de manera indiscriminada el sistema agrícola de tlacolole. Seguramente la masificación de ese sistema en el paisaje de Zoyatlán rebasó los límites de repoblamiento natural de las especies, lo que favoreció la escasez o la pérdida de las especies propias a estados avanzados de la sucesión. A pesar de ello, las peculiaridades en el manejo del suelo que utiliza dicho sistema evitaron que los cambios en las propiedades edáficas rebasaran los límites de funcionalidad que dan origen a la degradación irreversible de los suelos (ver Capítulo IV.II). Esta situación coincide con la indicada en varios estudios, los cuales señalan que la agricultura itinerante realizada por diversos grupos étnicos no propicia cambios radicales en las propiedades físicas y químicas de los suelos, siempre y cuando se respete la tecnología y los periodos de abandono propios a ese sistema de producción (Murphy y Lugo, 1986; Obregon, 1989; Brown y Lugo, 1990; Maass y García-Oliva, 1990; Díaz-Perea, 1994; Dobson et al., 1997; van der Wal, 1999; Metzger, 2002).

Estos elementos destacan, por una parte, que el estado actual de la vegetación es la resultante del tipo y la magnitud del disturbio ocurrido en el pasado reciente, y que en el presente se manifiesta como un empobrecimiento florístico. Por la otra, corroboran que el estado actual de los suelos de Zoyatlán no es la causa que inhibe el establecimiento de las especies, y que los impedimentos se refieren concretamente a aspectos de índole biológica que son posibles de solucionar a partir del diseño y el establecimiento de estrategias de enriquecimiento vegetal (Aide et al., 2000; Zimmerman et al., 2000; Wijdeven y Kuzee, 2000). Esta aseveración adquiere sentido en la medida en que se integran los resultados obtenidos en Zoyatlán con respecto a la reintroducción exitosa de algunas especies arbóreas, entre las que se encuentra *Havardia acatlensis*, que correspondió a la categoría de presencia "Rara", y aquellas que fueron comunes al estrato alto pero que presentaron mínimos ingresos, o sólo se reclutaron en los sitios viejos, como *Acacia bilimekii*, *A. pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lysiloma divaricata* y *L. acapulcense*. Dicha actividad también ha sido satisfactoria en otras especies que tuvieron todavía una menor representación en el paisaje natural y productivo de la comunidad, pero que según las fuentes orales fueron elementos bien representados en otro momento, como es el caso de *Acacia acatlensis*, *Diphysa occidentalis*, *Leucaena esculenta*, *L. macrophylla* y *Lysiloma tergemina* (Cervantes et al., 2001). Cabe hacer la aclaración que la información de las especies aquí resumida corresponde a los resultados obtenidos, en "el proceso de diseño y aplicación de estrategias de restauración: prácticas preventivas, sistemas agroforestales, y prácticas correctivas, establecimiento de plantaciones", que fueron realizadas en la comunidad de Zoyatlán (Ver Fig. 1.1). El detalle metodológico y resultados de las estrategias fueron ya publicados por Cervantes et al.

(2001), razón por la cual en este caso solamente se retomó la información que se consideró pertinente para enriquecer la discusión de este capítulo.

Con estos elementos se puede asegurar que en Zoyatlán es posible mejorar la estructura y la composición de la vegetación a partir de la incorporación artificial de propágulos y juveniles de las especies deseadas, siempre y cuando se cuente con la información silvícola y de autecología de las especies que favorezca su reintroducción (Cervantes et al., 2001). Sin embargo, para que las actividades de restauración tengan el impacto deseado, la elaboración de objetivos y metas de estos programas deben partir de considerar tanto el valor de conservación del sitio - en función de su estado actual y factores de disturbio (Hoobs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Hoobs y Harris 2001)-, como el valor económico y social de otros usos de la tierra (Hoobs y Norton, 1996; Higgs, 1997; Ehrenfeld, 2000; Hoobs y Harris 2001; Pfadenhauer, 2001; Swart et al., 2001). En este sentido, para lograr un adecuado desarrollo en las actividades de enriquecimiento en Zoyatlán, se deben diseñar estrategias congruentes con los distintos usos de suelo que actualmente se encuentran en la comunidad (ver Capítulo II). Probablemente la reintroducción masiva de especies en las áreas en donde las actividades agrícolas se encuentran restringidas por su acceso y limitantes edáficas sería la mejor decisión. Sin embargo, en las áreas que actualmente sostienen la agricultura dicha propuesta sería inviable porque competiría por espacio con las actividades agropecuarias. Debido a que esta situación es un conflicto común en los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal, se ha sugerido que los sitios más propicios para el desarrollo de las actividades agrícolas no tienen porqué estar enfrentados con los objetivos de la restauración (Dobson et al., 1997). Por el contrario, el diseño de estrategias también debería incluir propuestas para que dichas áreas mantengan la productividad del suelo dentro de sus límites propios (ver Capítulo IV.II), y con ello tratar de asegurar su producción de forma sostenible (Cervantes et al., 2001).

Finalmente, habría que considerar que para que la restauración pueda llegar a ser considerada como una herramienta medular en el manejo integrado de la tierra, ésta debe ser concebida en un contexto de paisaje. Esto favorecería el diseño de estrategias adecuadas a cada condición y congruentes con la escala de trabajo y tiempo necesaria para reconstruir, mejorar o mantener las funciones y servicios ambientales de los cuales dependen las poblaciones humanas (Hoobs y Norton, 1996; Higgs, 1997; Dobson et al., 1997; Hoobs y Harris 2001).

REFERENCIAS

- Afifi, A.A. y V. Clark. 1997. Computer - Aided Multivariate Analysis. Chapman & Hall/CRC. Washington, D.C.
- Aide, T.M., J.K. Zimmerman, J.B. Pascarella, L. Rivera y H. Marcano-Vega. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 8: 328-338.
- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of Linnean Society of London*, 56 (Suppl.): 187-211.
- Aranguren-Becerra, A.R. 1994. Caracterización de los Bosques Tropicales Caducifolios y del Aprovechamiento de sus Recursos por Comunidades Nahuas de la Montaña de Guerrero. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Baskin, C. y J. Baskin. 1998. *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. San Diego, California.
- Bradshaw, A.D. 1989. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. 53-74 pp. En: W. Jordan III, M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Brañes, R. 2000. *Manual de Derecho Ambiental Mexicano*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental/ Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Baudry, J., F. Burel, S. Aviron, M. Martínez, A. Ouin, G. Pain y C. Thenail. 2003. Temporal variability of connectivity in agricultural landscape: do farming activities help? *Landscape Ecology*, 18: 303-314.
- Brown, S. y A. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6: 1-32.
- CEPAL, ILPES y PNUMA. 1986. *La Dimensión Ambiental en la Planificación del Desarrollo*. Grupo Editores Latinoamericanos. Santiago.
- Cervantes, V. 1996. *La Reforestación en La Montaña de Guerrero: una Estrategia Alternativa con Leguminosas Nativas*. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 82: 171-184.
- Cervantes, V., M. López-González, N. Salas y G. Hernández. 2001. *Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación*. Las Prensas de Ciencias, UNAM/ PRONARE, SEMARNAP. México, D.F.
- Chomitz, K. y D. Gray. 1996. Roads, Lands, Markets and Deforestation: a Model of Land Use in Belize. 487 – 512 pp. En: *World Bank Economical Review*. World Bank, Washington D.C.

- CONADE. 1992. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1989 – 1990. Comisión Nacional de Ecología. México, D.F.
- CONAZA. 1994. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-MÉXICO). FAO/ PNUMA/ CONAZA/ SEDESOL. México, D.F.
- Cousins, S. y O. Eriksson. 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology*, 17: 517-529.
- Critchley, C.N.R. y J.A. Fowbert. 2000. Development of vegetation on set-aside land for up to nine years from national perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 159-174.
- Cuevas-Reyes, P., C. Siebe, M. Martínez-Ramos. 2003. Species richness of gall-forming insects in a tropical rain forest: correlation with plant diversity and soil fertility. *Biodiversity and Conservation*, 12: 411-422.
- Deininger, K. y B. Miten. 1996a. Poverty, Policies, and Deforestation: the case of México. *Environment, Poverty, Growth. Working Paper # 5*, World Bank. Washington, D.C.
- Deininger, K. y B. Miten. 1996b. Determinants of Forest Cover and the Economics of Protection: an Application to Mexico. *Environment, Poverty, Growth. Working Paper # 5*. World Bank. Washington, D.C.
- de Ita, C. 1983. Patrones de Producción Agrícola en un Ecosistema Tropical en la Costa de Jalisco. Tesis (Licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Díaz- Perea, F.J. 1994. Estudio de la Recuperación de la Vegetación y la Fertilidad del Suelo en Terrenos Sujetos al Sistema de Producción Agrícola Tlacolole, en el Municipio de Alcozauca, Guerrero. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Dobson, A.P., A.D. Bradshaw y A.J.M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science*, 277: 515-522.
- Ehrenfeld, J.G. 2000. Defining the limits of restoration: the needs for realistic goals. *Restoration Ecology*, 8: 2-9.
- Everitt, B. y G. Dunn. 1991. *Applied Multivariate Data Analysis*. Halsted Press, John Wiley and Sons. Nueva York.
- Fujisaka, S., G. Escobar y E.J. Veneklaas. 2000. Weedy field and forest: interaction between land use and the composition of plant communities in the Peruvian Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78: 175-186.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 15:1-54.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75:1-34.
- Gilbert, O.L. y P. Anderson. 1998. *Habitat Creation and Repair*. Oxford University Press. Nueva York.

- González- Márquez, J.J. 1994. Análisis jurídico de la evaluación del impacto ambiental. 81-102 pp. En: J.J. González- Márquez (Coord.). Derecho Ambiental. UAM-Azcapotzalco, México, D.F.
- Graae, B.J., P.B. Sunde y B. Fritzbooger. 2003. Vegetation and soil difference in ancient opposed to new forests. *Forest Ecology and Management*, 177: 179-190.
- Harper, J.L. 1989. The euristic value of ecological restoration. 35-45 pp. En: W. Jordan III, M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Higgs, E.S. 1997. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 11: 338-348.
- Hoobs, R.J. y D. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-10.
- Hoobs, R.J. y J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9: 239-246.
- Honnay, O., M. Hermy y P. Coppin. 1999. Impact of habitat quality on forest plant species colonization. *Forest Ecology and Management*, 115: 157-170.
- INE. 1993. México. Informe de la Situación general en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991 – 1992. Secretaría de Desarrollo Social – Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- INE. 1994. México. Informe de la Situación general en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993 – 1994. Secretaría de Desarrollo Social – Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- INEGI. 1983. Carta Topográfica E14D32 - Xalpatlahuac. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes.
- INEGI – SEMARNAP. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Islam, K.R. y R.R. Weil. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 9-16.
- Jim, C.Y. 2003. Soil recovery from human disturbance in tropical woodlands in Hong Kong. *Catena*, 52: 85-103.
- Johnson, D. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. International Thomson Editores. México, D.F.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept . *Ecological Applications*, 7: 316-329.
- López-Mariño, A., E. Luis-Calabuig, F. Fillat y F. Bermúdez. 2000. Floristic composition of established vegetation and the soil seed bank in pasture communities under different traditional management regimes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78: 273-282.
- Lugo, A. 1997. The apparent paradox of reestablishing species richness on degrade land with tree monocultures. *Forest Ecology and Management*, 99: 9-19.

- Maass, J.M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. 399 – 421 pp. En: S. Bullock, H. Mooney, E. Medina (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Maass, J.M. y F. García-Oliva. 1990. La conservación de los suelos en zonas tropicales: el caso de México. *Ciencia y Desarrollo*, XV: 21-39.
- Mattheus, E. 1983. Global vegetation and land use. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 22: 474-487.
- Metzger, J.P. 2002. Landscape dynamics and equilibrium in areas of slash – and – burn agriculture with short and long fallow period (Bragantina region, NE Brazilian Amazon). *Landscape Ecology*, 17: 419-431.
- Montgomery, D. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- Murphy, P. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-88.
- Nangendo, G., A. Stein, M. Gelens, A. de Gier y R. Albricht. 2002. Quantifying differences in biodiversity between a tropical forest area and a grassland area subject to traditional burning. *Forest Ecology and Management*, 164: 109-120.
- Naredo, J.M. y F. Parra. 1993. *Hacia una Ciencia de los Recursos Naturales*. Siglo XXI de España Editores. Madrid.
- Obregón, R. 1989. Contribución al Estudio del Sistema de Producción Agrícola "Tlacolole" en el Municipio de Alcozauca, Gro. Tesis profesional (Ing. Agrónomo en Fitotecnia). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Oliveira, A. y S.A. Mori. 1999. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1219-1244.
- Oropeza, O., M.E. Hernández, R. Zarate, G. Alfaro, F. Orozco, L.M. Mitre, G. Váldez y L.A. Torres. 1995. Mapa de Geosistemas. II Informe de Actividades correspondiente a enero-junio de 1995. Subárea: Vulnerabilidad a la desertificación y a la sequía. UNAM, INE, EPA, Estudios de País: México. México, D.F.
- Paniagua, A., J. Kammerbauer, M. Avedillo y A.M. Andrews. 1999. Relationship of soil characteristics to vegetation succession on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 215-225.
- Parrota, J.A. y O.H. Knowles. 1999. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology*, 7: 103-116.
- Parrota, J.A., J.W. Turnbull y N. Jones. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99: 1-7.
- Pärtel, M., R. Kalamees, M. Zobel y E. Rosén. 1998. Restoration of species-rich limestone grassland communities from overgrown land: the importance of propagule availability. *Ecological Engineering*, 10: 275-286.

- Pfadenhauer, J. 2001. Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. *Restoration Ecology*, 9: 220-229.
- Prach, K. y P. Pysek. 2001. Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from Central Europe. *Ecological Engineering*, 17: 55-62.
- Prach, K., P. Pysek y B. Marek. 2001. Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: a pattern across seres. *Applied Vegetation Science*, 4:83-88.
- Preston, P.W. 1999. Una Introducción a la Teoría del Desarrollo. Siglo XXI Editores. México, D.F.
- Pywell, R. y P. Putwain. 1996. Restoration and conservation gain. 203 – 221 pp. En: I.F. Spellerberg (Ed.). *Conservation Biology*. Longman – Harlow. Singapur.
- Rapport, D.J., R. Costanza y A.J. McMichael. 1998. Assessing ecosystems health. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 397-407.
- Romero-Romero, M.A., S. Castillo, J. Meave y H. van der Wal. 2000. Análisis florístico de la vegetación secundaria derivada de la selva húmeda de montaña de Santa Cruz Tepetotutla (Oaxaca) México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 67: 89-106.
- SAS. 1989. JMP User's Guide. Version 2 of JMP. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SEMARNAP. 2000. La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEDUE. 1986. Informe sobre el Estado del Medio Ambiente en México. Secretaría de Ecología, México, D.F.
- SEDUE. 1988. Informe General de Ecología. Comisión Nacional de Ecología. México, D.F.
- Steel, R. y J. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw-Hill, Interamericana de México. México, D.F.
- Strong, M.F. 1994. Conferencia de las naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo. 19-44 pp. En: A. Glender y V. Lichtinger (Comp.). *La Diplomacia Ambiental. México y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y Desarrollo*. SRE/ Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Swart, J.A., H.J. van der Windt y J. Keulartz. 2001. Valuation of nature in conservation and restoration. *Restoration Ecology*, 9: 230-238.
- Toledo-Manzur, C.A. 1994. Diagnóstico Ecogeográfico y Ordenamiento Ambiental del Municipio de Alcozauca, Gro. a través de un SIG. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Trejo, I. 1996. Características del medio Físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas - Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Número Especial 4: 95-110.
- Trejo, I. 1998. Distribución y Diversidad en Selvas Bajas de México: Relaciones con el Clima y el Suelo. Tesis (Doctorado en Ciencias - Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation*, 94: 133-142.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally tropical forest. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2063-2084.
- Urquidi, V.L. 1994. Economía y medio ambiente. 47-69 pp. En: A. Glender y V. Lichtinger (Comp.). *La Diplomacia Ambiental. México y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. SER/ Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Urquidi, V.L. 1997. Globalización y desarrollo sustentable: instrumentos y políticas. 47-52 pp. En: *Economía Ambiental: Lecciones de América Latina*. INE/ SEMARNAP. México, D.F.
- van der Wal, H. 1998. *Chinantec Shifting Cultivation and Secondary Vegetation. A case-study on secondary vegetation resulting from indigenous shifting cultivation in the Chinantla, Mexico*. BOS Foundation, Organization for International Forestry Cooperation. Wageningen.
- van der Wal, H. 1999. *Chinantec Shifting Cultivation: Interactive Landuse. A case-study in the Chinantla, Mexico, on Secondary Vegetation, Soils and Crop Performance under Indigenous Shifting Cultivation*. Treemail Publishers. Heelsum, Holanda.
- Wijdeven, S.M. y M.E. Kuzee. 2000. Seed availability as a limiting factors in forest recovery processes in Costa Rica. *Restoration Ecology*, 4: 414-424.
- Young, T.P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, 92: 73-83.
- Zapfack, L., S. Engwald, B. Sonke, G. Achoundong y B. Madong. 2002. The impact of land conversion on plant biodiversity in the forest zone of Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2047-2061.
- Zhang, W. 1998. Changes in species diversity and canopy cover in steppe vegetation in inner Mongolia under protection from grazing. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1365-1381.
- Zimmerman, J.K., J.B. Pascarella y T.M. Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology*, 4: 350-360.

ANEXO V.1

LISTA FLORÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN

Anexo V.1. Lista florística de la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. Clave = primeras cuatro letras del género y la especie. Categoría de presencia = CatP (Rara - 1; Escasa - 2; Poco Frecuente - 3; Frecuente - 4; Fiel - 5). Número en paréntesis = número de sitios donde se presentó la especie

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
ACANTHACEAE			ASCLEPIADACEAE		
<i>Carlwrightia arizonica</i> A. Gray	CARLARIZ	1 (2)	<i>Gonolobus</i> sp.		
<i>Dyschoriste ovata</i> (Cav.) Kuntze	DYSCOVAT	2 (4)	Asclepiadaceae sp1	GONOSP01	1 (3)
<i>Elytraria bromoides</i> Oerst.	ELYTBROM	2 (8)	Asclepiadaceae sp2	ASCLSP01	1 (1)
<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	TETRNERV	3 (9)	ASTERACEAE		
Acanthaceae sp1	ACANSP01	1 (3)	<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni	AGERCORI	1 (1)
Acanthaceae sp2	ACANSP02	2 (5)	<i>Aldama dentata</i> La Llave & Lex.	ALDADENT	3 (11)
Acanthaceae sp3	ACANSP03	2 (8)	<i>Baccharis multiflora</i> Kunth	BACCMULT	1 (2)
ADIANTHACEAE			<i>Barroetia subuligera</i> S. Schauer	BARRSUBU	3 (11)
<i>Cheilanthes skinneri</i> (Hook.) T. Moore	CHEISKIN	1 (1)	<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff	BIDEAURE	5 (29)
<i>Pellaea oaxacana</i> Mickel & Beitel	PELLOAXA	2 (8)	<i>Bidens lemmonii</i> A. Gray	BIDELEMM	1 (2)
AMARANTHACEAE			<i>Brickellia cardiophylla</i> B.L. Rob.	BRICCARD	1 (1)
<i>Gomphrena globosa</i> L.	GOMPGLOB	1 (2)	<i>Brickellia tomentella</i> A. Gray	BRICTOME	1 (1)
AMARYLLIDACEAE			<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	BRICVERO	1 (2)
<i>Agave kirchneriana</i> A. Berger	AGAVKIRC	2 (7)	<i>Calea hypoleuca</i> B.L. Rob. & Greenm.	CALEHIPO	2 (6)
<i>Agave tequilana</i> F.A.C. Weber	AGAVTEQU	1 (2)	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	COSMSULP	3 (14)
ANACARDIACEAE			<i>Dyssodia porophylla</i> var. cancellata (Cass.) Strother	DYSSPORO	2 (7)
<i>Comocladia</i> sp.	COMOSP01	1 (1)	<i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag.	DYSSTAGE	4 (26)
<i>Pseudosmodingium</i> sp.	PSEUSP01	1 (1)	<i>Eupatorium calophyllum</i> (Greene) B.L. Rob.	EUPACALO	1 (1)
<i>Rhus nelsonii</i> F.A. Barkley	RHUSNELS	1 (2)	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	EUPAODOR	1 (1)
<i>Rhus galeotti</i> Standl.	RHUSGALL	2 (4)	<i>Eupatorium ovaliflorum</i> Hook. & Arn.	EUPAOVAL	1 (1)
ANNONACEAE			<i>Eupatorium</i> sp1	EUPASP01	1 (2)
<i>Annona</i> sp.	ANONSP01	1 (1)	<i>Eupatorium</i> sp2	EUPASP02	1 (2)
APOCYNACEAE			<i>Eupatorium</i> sp3	EUPASP03	2 (8)
<i>Haplophyton cinereum</i> (A. Rich.) Woodson	HAPLCINE	1 (1)	<i>Lasianthaea crocea</i> (A. Gray) K.M. Becker	LASICROC	2 (7)
<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K. Schum.	THEVTHEV	1 (3)	<i>Lasianthaea helianthoides</i> Zucc. ex DC.	LASIHILI	1 (1)
Apocynaceae sp1.	APOCSP01	1 (2)	<i>Melampodium americanum</i> L.	MELAAMER	1 (1)
ARISTOLOCHIACEAE			<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Pers.) DC.	MELADIVA	3 (12)
<i>Aristolochia mycteria</i> H.W. Pfeifer	ARISMYCT	1 (1)	<i>Melampodium paniculatum</i> Gardner	MELAPANI	3 (17)
<i>Aristolochia orbicularis</i> Duch.	ARISORBI	2 (6)	<i>Milleria quinqueflora</i> L.	MILEQUIN	1 (1)
			<i>Otopappus imbricatus</i> (Sch. Bip.) S.F. Blake	OTOPIMBR	1 (3)
			<i>Pectis prostrata</i> Cav.	PECTPOST	1 (1)

Anexo V.1. Continuación

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
ASTERACEAE			BORAGINACEAE		
<i>Perezia</i> sp.	PERESP01	1 (2)	<i>Bourreria ovata</i> Miers	BOUROVA	2 (6)
<i>Perymenium</i> sp.	PERYSP01	1 (2)	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	CORDCURA	2 (7)
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	PINAROSE	1 (1)	<i>Lithospermum</i> sp.	LITHSP01	1 (1)
<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) Blaker	POROPUNC	1 (2)	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	TOUNHIRS	4 (21)
<i>Porophyllum lindenii</i> Sch. Bip.	POROLIND	1 (2)	Boraginaceae sp1	BORASP01	1 (1)
<i>Porophyllum tagetoides</i> (Kunth) DC.	POROTAGE	1 (2)	BROMELIACEAE		
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	SANVPROC	5 (34)	<i>Hechtia</i> sp.	HECHSP01	1 (3)
<i>Senecio hederaefolius</i> Hemsl.	SENEHEDE	1 (3)	BURSERACEAE		
<i>Senecio</i> sp.	SENEP01	1 (2)	<i>Bursera eriensis</i> (Kunth) McVaugh & Rzed.	BURSARIE	1 (2)
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	SIMSAMPL	4 (34)	<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	BURSBIFI	3 (11)
<i>Simsia foetida</i> (Cav.) Blake	SIMSFOET	2 (6)	<i>Bursera copallifera</i> (DC.) Bullock	BURSCOPA	4 (25)
<i>Stevia subpubescens</i> Lag.	STEVSUBP	1 (1)	<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.	BURSGLAB	2 (4)
<i>Stevia ovata</i> Willd.	STEOVAT	1 (3)	<i>Bursera longipes</i> (Rose) Standl.	BURSLONG	1 (1)
<i>Stevia</i> sp1	STEVSP01	1 (2)	<i>Bursera mirandae</i> Toledo	BURSMIRA	2 (4)
<i>Stevia</i> sp2	STEVSP02	1 (1)	<i>Bursera morelensis</i> Ramirez	BURSMORE	1 (2)
<i>Stevia</i> sp5	STEVSP05	1 (3)	CACTACEAE		
<i>Tagetes lunulata</i> Ort.	TAGELUNU	2 (6)	<i>Mamillaria</i> sp.	MAMISP01	1 (3)
<i>Taraxacum officinale</i> L.	TARAOFFI	1 (3)	<i>Opuntia atropes</i> Rose	OPUNATRO	3 (13)
<i>Tridax mexicana</i> A.M. Powell	TRIDMEXI	3 (11)	<i>Opuntia pumila</i> Rose	OPUNPUMI	3 (12)
<i>Trixis</i> sp.	TRIXSP01	1 (1)	CARYOPHYLLACEAE		
<i>Verbesina serrata</i> Cav.	VERBSERR	1 (1)	Caryophyllaceae sp1	CARYSP01	2 (6)
<i>Vernonia liatroides</i> DC.	VERNLIAT	1 (1)	COMMELINACEAE		
<i>Vernonia salicifolia</i> Gillies ex Hook. & Arn.	VERNSALI	2 (4)	Commelinaceae sp1	COMMSP01	1 (1)
<i>Viguiera oaxacana</i> (Greenman) S.F. Blake	VIGUOAXA	1 (2)	Commelinaceae sp2	COMMSP02	1 (1)
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	VIGUDENT	2 (7)	Commelinaceae sp3	COMMSP03	1 (3)
<i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth	WEDEACAP	1 (2)	Commelinaceae sp4	COMMSP04	1 (1)
<i>Zaluzania pringlei</i> Greenm.	ZALUPRIN	1 (3)	CONVOLVULACEAE		
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	ZINNPERU	2 (7)	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	EVOLALSI	2 (7)
<i>Zinnia violacea</i> Cav.	ZINNVIOI	2 (6)	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	IPOMARBO	4 (24)
Asterace sp1	ASTESP01	1 (1)	<i>Ipomoea capillacea</i> (Kunth) G. Don	IPOMCAPI	3 (17)
Asterace sp2	ASTESP02	1 (3)	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	IPOMMURU	1 (1)
BIGNONIACEAE			<i>Ipomoea</i> sp1	IPOMSP01	1 (2)
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	TECOSTAN	4 (22)	<i>Ipomoea</i> sp3	IPOMSP03	1 (1)

Anexo V.1. Continuación

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
CONVOLVULACEAE			IRIDIACEAE		
<i>Ipomoea</i> sp4	IPOMSP04	1 (1)	<i>Tigridia</i> sp.	TIGRSP01	1 (1)
<i>Ipomoea</i> sp5	IPOMSP05	1 (1)	KRAMERIACEAE		
<i>Quamoclit coccinea</i> (L.) Moench	QUAMCOCC	1 (1)	<i>Krameria cistoidea</i> Hook. & Arn.	KRAMCIST	1 (1)
Convolvulaceae sp1	CONVSP01	1 (1)	LAMIACEAE		
Convolvulaceae sp3	CONVSP03	1 (1)	<i>Hyptis</i> sp.	HYPTSP01	2 (6)
CUCURBITACEAE			<i>Salvia sessei</i> Benth.	SALVSESS	1 (1)
Cucurbitaceae sp1	CUCUSP01	1 (2)	<i>Salvia</i> sp1	SALVSP01	1 (1)
CUPRESSACEAE			<i>Salvia</i> sp2	SALVSP02	2 (6)
<i>Juniperus flaccida</i> Schldl.	JUNIFLAC	3 (10)	<i>Salvia</i> sp3	SALVSP03	2 (8)
CYPERACEAE			<i>Salvia</i> sp4	SALVSP04	2 (8)
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	CYPEHERM	1 (1)	<i>Salvia</i> sp5	SALVSP05	1 (3)
DIOSCORIACEAE			<i>Salvia</i> sp6	SALVSP06	1 (3)
<i>Dioscorea</i> sp1	DIOSSP01	1 (1)	Lamiaceae sp1	LAMISP01	1 (1)
<i>Dioscorea</i> sp2	DIOSSP02	2 (6)	LEGUMINOSACEAE		
ERYTHROXILACEAE			<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.	ACACBILI	4 (22)
<i>Erythroxylon rotundifolium</i> Lunan	ERYTROTU	1 (1)	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	ACACCOCH	5 (29)
EUPHORBIAEAE			<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	ACACFARN	3 (12)
<i>Acalypha</i> sp1	ACALSP01	1 (1)	<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schldl.) Benth.	ACACPENN	3 (17)
<i>Acalypha</i> sp2	ACALSP02	3 (10)	<i>Aeschynomene americana</i> L.	AESCAMER	2 (4)
<i>Acalypha</i> sp3	ACALSP03	1 (2)	<i>Aeschynomene</i> sp.	AESCSP01	1 (3)
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i> Ortega	CROTCILI	4 (19)	<i>Brongniartia</i> sp1	BRONSP01	1 (2)
<i>Ditaxis</i> sp.	DITASP01	1 (3)	<i>Brongniartia</i> sp2	BRONSP02	1 (1)
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	EUPHCYAT	3 (15)	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	CALOMUCU	1 (1)
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	EUPHHETE	3 (15)	<i>Calopogonium</i> sp.	CALOSP01	1 (1)
<i>Euphorbia ocymoidea</i> L.	EUPHOCYM	3 (12)	<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	CALLHOUS	2 (6)
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	EUPHPROS	4 (24)	<i>Cracca</i> sp.	CRACSP01	1 (3)
<i>Euphorbia</i> sp1	EUPHSP01	1 (2)	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	CROTPUMI	2 (5)
<i>Euphorbia</i> sp2	EUPHSP02	3 (15)	<i>Crotalaria</i> sp1	CROTSP01	1 (3)
<i>Euphorbia</i> sp3	EUPHSP03	2 (4)	<i>Crotalaria</i> sp2	CROTSP02	3 (13)
<i>Euphorbia</i> sp4	EUPHSP04	2 (8)	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	CHAMNICT	2 (5)
<i>Phyllanthus</i> sp.	PHYLSP01	1 (1)	<i>Chamaecrista</i> sp.	CHAMSP01	1 (1)
<i>Tragia nepetifolia</i> Cav.	TRAGNEPE	3 (10)	<i>Dalea foliolosa</i> var. <i>citrina</i> (Rydb.) Barneby	DALEFOLI	2 (6)
HYDROPHYLLACEAE			<i>Dalea hegewischiana</i> Steud.	DALEHAGE	2 (6)
<i>Nama</i> sp.	NAMASP01	1 (2)	<i>Dalea humilis</i> G. Don	DALEHUMI	2 (4)

Anexo V.1. Continuación

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
LEGUMINOSACEAE			LEGUMINOSACEAE		
<i>Dalea tomentosa</i> var. <i>psoraleoides</i> (Moric.) Barneby	DALETOME	2 (8)	<i>Senna</i> sp.	SENNSP01	1 (2)
<i>Desmodium procumbens</i> var. <i>transversum</i> (B.L. Rob. & Greenm.) B.G. Schub.	DESMPROC	4 (21)	<i>Tephrosia</i> sp.	TEPHSP01	1 (3)
<i>Desmodium sericophyllum</i> Schldl.	DESMCERI	1 (1)	<i>Zornia</i> sp.	ZORNSP01	1 (3)
<i>Desmodium</i> sp1	DESMSP01	3 (11)	Leguminosae sp1	LEGUSP01	1 (1)
<i>Desmodium</i> sp2	DESMSP02	1 (1)	Leguminosae sp2	LEGUSP02	1 (3)
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	EYSEPOLY	2 (6)	Leguminosae sp3	LEGUSP03	1 (1)
<i>Galactia viridiflora</i> (Rose) Standl.	GALAVIRI	1 (2)	Leguminosae sp5	LEGUSP05	1 (1)
<i>Galactia</i> sp1	GALASP01	3 (13)	Leguminosae sp6	LEGUSP06	1 (1)
<i>Galactia</i> sp2	GALASP02	1 (1)	LENNOACEAE		
<i>Havardia acatlensis</i> (Benth.) Britton & Rose	HAVAACAT	1 (2)	<i>Lennea</i> sp.	LENNSP01	1 (1)
<i>Indigofera platycarpa</i> Rose	INDIPLAT	1 (2)	LILIACEAE		
<i>Indigofera</i> sp1	INDISP01	2 (6)	<i>Cipura</i> sp.	CIPUSP01	1 (1)
<i>Indigofera</i> sp2	INDISP02	1 (1)	<i>Smilacina</i> sp.	SMILSP01	1 (1)
<i>Lonchocarpus</i> sp.	LONCSP01	1 (2)	Liliaceae sp1	LILISP01	1 (1)
<i>Lupinus mexicanus</i> Cerv. ex Lag.	LUPIMEXI	1 (1)	Liliaceae sp2	LILISP02	1 (2)
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	LYSIACAP	3 (14)	LOASACEAE		
<i>Lysiloma divaricata</i> Hook. & Jackson	LYSIDIVA	3 (14)	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	MENTHISP	2 (4)
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Urb.	MACRATRO	2 (7)	LYTHRACEAE		
<i>Marina greenmaniana</i> var. <i>muelleri</i> Barneby	MARIGREE	1 (2)	<i>Cuphea wrightii</i> A. Gray	CUPHWRIG	2 (8)
<i>Marina minutiflora</i> (Rose) Barneby	MARIMINU	1 (2)	MALPIGHIACEAE		
<i>Marina scopa</i> Barneby	MARISCOP	1 (3)	<i>Bunchosia canescens</i> DC.	BUNCCANE	2 (7)
<i>Marina spiciformis</i> (Rose) Barneby	MARISPIC	3 (12)	<i>Galphimia glauca</i> Cav.	GALPGLAU	1 (1)
<i>Marina stilligera</i> Barneby	MARISTIL	1 (3)	<i>Gaudichaudia galeottiana</i> (Nied.) Chodat	GAUDGALE	1 (3)
<i>Marina unifoliata</i> (B.L. Rob. & Greenm.) Barneby	MARIUNIF	2 (4)	Malpighiaceae sp1	MALPSP01	1(2)
<i>Mimosa affinis</i> B.L. Rob.	MIMOAFFI	4 (21)	Malpighiaceae sp2	MALPSP02	1 (1)
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	MIMOALBI	1 (1)	MALVACEAE		
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	MIMOPOLY	2 (8)	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldl.	ANODCRIS	1 (3)
<i>Nissolia</i> sp.	NISSSP01	1 (1)	<i>Sida anodifolia</i> Fryxell	SIDAANOD	1 (2)
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb.	PACHEROS	2 (7)	<i>Sida michoacana</i> Fryxell	SIDAMICH	3 (9)
<i>Phaseolus lunatus</i> Billb. ex Beurl.	PHASLUNA	1 (3)	<i>Sida</i> sp1	SIDASP01	3 (18)
<i>Piscidia grandifolia</i> var. <i>glabrescens</i> Sandwith	PISCGRAN	1 (2)	<i>Sida</i> sp2	SIDASP02	3 (10)
<i>Pterocarpus</i> sp.	PTERSP01	1 (1)	MYRTACEAE		
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	RHYNMINI	4 (22)	<i>Psidium guajava</i> L.	PSIDGUAJ	1 (1)
<i>Senna argentea</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby	SENNARGE	2 (4)			

Anexo V.1. Continuación

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
NYCTAGINACEAE			POACEAE		
Nyctaginaceae sp1	NYCTSP01	2 (6)	<i>Trachypogon secundus</i> (J. Presl) Scribn.	TRACSECU	1 (1)
Nyctaginaceae sp2	NYCTSP02	1 (2)	Poaceae sp1	POACSP01	3 (18)
OLEACEAE			Poaceae sp2	POACSP02	2 (7)
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandegee	FRAXPURP	3 (9)	Poaceae sp3	POACSP03	1 (2)
ONAGRACEAE			Poaceae sp4	POACSP04	1 (3)
<i>Oenothera</i> L.	OENOSP01	1 (1)	POLEMONIACEAE		
ORCHIDACEAE			<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G. Don	LOESCOER	5 (31)
<i>Bletia</i> sp.	BLETSP01	2 (5)	POLYGALACEAE		
<i>Malaxis urbana</i> E.W. Greenw.	MALAURBA	1 (2)	<i>Polygala</i> sp1	POLYSP01	2 (5)
PALMACEAE			<i>Polygala</i> sp2	POLYSP02	1 (1)
<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	BRAHDULC	2 (4)	<i>Polygala</i> sp3	POLYSP03	3 (15)
PASSIFLORACEAE			RANUNCULACEAE		
<i>Passiflora</i> sp.	PASSSP01	1 (3)	<i>Clematis dioica</i> L.	CLEMDIOI	1 (1)
POACEAE			<i>Thalictrum</i> sp.	THALSP01	1 (1)
<i>Andropogon gerardii</i> Vitman	ANDRGERA	1 (2)	RHAMNACEAE		
<i>Andropogon hirtifolius</i> J. Presl	ANDRHIRT	2 (8)	<i>Colubrina macrocarpa</i> (Cav.) G. Don	COLUMACR	1 (1)
<i>Aristida gentiles</i> Henrard	ARISGENT	2 (8)	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc.	KARWHUMB	1 (1)
<i>Aristida hitchcockiana</i> Henrard	ARISHITC	1 (1)	RUBIACEAE		
<i>Aristida ternipes</i> Cav.	ARISTERN	3 (17)	<i>Crusea longiflora</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) W.R. Anderson	CRUSLONG	1 (1)
<i>Bouteloua curtipendula</i> var. <i>caespitosa</i> Gould & Kapadia	BOUTCURT	5 (32)	<i>Crusea</i> sp1	CRUSSP01	1 (1)
<i>Cenchrus longispinus</i> (Hack.) Fernald	CENCLONG	2 (8)	<i>Crusea</i> sp2	CRUSSP02	4 (24)
<i>Chloris virgata</i> Sw.	CHLOVIRG	1 (2)	<i>Gallium</i> sp1	GALLSP01	1 (3)
<i>Eragrostis hypnoides</i> (Lam.) Britton, Sterns & Poggenb.	ERAGHYPN	2 (4)	<i>Gallium</i> sp2	GALLSP02	1 (2)
<i>Eriochloa nelsonii</i> Scribn. & J.G. Sm	ERIONELS	1 (1)	<i>Richardia tricocca</i> (Torr. & A. Gray) Standl.	RICHTRIC	1 (2)
<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze	HACKGRAN	1 (3)	RUTACEAE		
<i>Lasiacis grisebachii</i> (Nash) Hitchc.	LASIGRIS	1 (3)	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	PTELTRIF	1 (1)
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	OPLIBURM	1 (3)	SAPINDACEAE		
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	PASPCONJ	1 (1)	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	CARDHALI	3 (10)
<i>Paspalum convexum</i> Humb. & Bonpl. ex Flüggé	PASPCONV	1 (3)	<i>Clematis dioica</i> L.	CLEMDIOI	1 (2)
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	RHYNREPE	3 (12)	SAPOTACEAE		
<i>Setaria geniculata</i> P. Beauv.	SETAGENI	2 (5)	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	SIDECAPI	1 (1)
<i>Setaria lutescens</i> (Weigel ex Stuntz) F.T. Hubb.	SETALUTE	2 (4)			

Anexo V.1. Continuación

Taxón	Clave	CatP	Taxón	Clave	CatP
SCROPHULARIACEAE			TURNERACEAE		
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	CASTTENU	2 (4)	<i>Turnera</i> sp.	TURNSP01	2 (4)
<i>Castilleja</i> sp.	CASTSP01	1 (3)	ULMACEAE		
<i>Lamourouxia rhinanthifolia</i> Kunth	LAMORHIN	3 (10)	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	CELTIGUA	1 (1)
<i>Buchnera elongata</i> Sw.	BUHELON	2 (4)	UMBELLIFERAE		
SCHIZACEAE			Umbeliferae sp1	UMBESP01	1 (2)
<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	ANEMADIA	1 (2)	VALERIANACEAE		
SELAGINELACEAE			<i>Valeriana</i> sp.	VALESP01	1 (1)
<i>Selaginella</i> sp.	SELASP01	3 (12)	VERBENACEAE		
SINOPTERIDACEAE			<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	LANTACHY	3 (10)
<i>Cheiloplecton rigidum</i> (Sw.) Fée	CHEIRIGI	1 (1)	<i>Lantana camara</i> L.	LANTCAMA	1 (3)
SOLANACEAE			<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.	LIPPALBA	1 (1)
<i>Datura stramonium</i> L.	DATUSTRA	1 (1)	<i>Lippia dulcis</i> Trevir.	LIPPDULC	3 (17)
<i>Physalis</i> sp.	PHYSSP01	1 (1)	<i>Lippia aff. graveolens</i> Kunth	LIPAFGRA	3 (16)
<i>Solanum</i> sp.	SOLASP01	2 (8)	<i>Priva aspera</i> Kunth	PRIVASPE	1 (2)
STERCULACEAE			<i>Verbena elegans</i> Kunth	VERBELEG	1 (2)
<i>Ayenia</i> sp.	AYENSP01	1 (2)	VITACEAE		
<i>Waltheria americana</i> L.	WALTAMER	4 (23)	Vitaceae sp1	VITASP01	1 (1)
<i>Waltheria conzattii</i> Standl.	WALTCONZ	2 (8)			
TILACEAE					
<i>Heliocarpus velutinus</i> Rose	HELIVELU	2 (6)			
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	TRIUSEMI	1 (1)			

ANEXOS V.2A y V.2B

GRUPOS DE ESPECIES FORMADOS POR EL ANÁLISIS DE K - MEDIAS

Anexo V.2A. Continuación

No	Clave	GRUPO NÚMERO 1 Sitio de muestreo					GRUPO NÚMERO 2 Sitio de muestreo													GRUPO NÚMERO 3 Sitio de muestreo																		
		M05	M20	M22	M23	M33	M01	M02	M04	M07	M12	M13	M14	M16	M17	M18	M21	M24	M27	M28	M29	M32	M34	M35	M36	M03	M06	M08	M09	M10	M11	M15	M19	M25	M26	M30	M31	
41	ACALSP02						0	0	0	0	0,29	0	0,21	0	0	0	0	0,75	0	0	0,04	0,38	0,29	0	0	0,04	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,04		
42	CROTCILI	0	0,38	0	0	0	0	0	5,92	0	1,67	3,13	1	0,21	0	0	0	0,17	2,42	0	0	0,08	1,17	0,83	0,50	0	0	0,33	0,17	0,58	6,50	0,13	0	0	0	0,67	2,50	
43	EUPHCYAT	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,25	0,08	0,08	0	0,08	0,08	0,08	0	0	0,04	0,25	0,04	0,04	0	0	0,08	0	0	0,21	0	0	0	0,04	0	0		
44	EUPHHETE	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0,42	0,25	0	0,25	0,08	0,08	0	0,08	0,08	0,08	0	0	0,04	0,25	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0		
45	EUPHCYPM	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,21	0	0,29	0,92	0,13	0,04	0	0,13	0,04	0,21	0	0	0	0,04	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
46	EUPHSP08	58,33	45,00	0	21,38	55,83	0,04	0,04	0,04	0,42	0	0	0,04	0,08	0	0,04	0,08	0	0,08	0	1,29	0	0,33	0,29	0	0,04	7,58	0,42	0	0,33	0,92	0	0,04	0,42	0,75	0,54	0	0,21
47	EUPHSP02	0	0,17	0	0,29	0	0	0	0,25	1,13	0,21	0	0	0,50	0,04	0,04	0	0	0	0	0,04	0	0	2,92	0,13	0,38	0	0	0	0,13	0,46	0,33	0	0	0	0		
48	EUPHSP03						0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0,63	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	
49	EUPHSP04						0,04	0	0	0	0,25	0,08	0,33		0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,08	0,54	0	0	0	0	
50	TRAGNEPE						0	0	0	0	0,13	0	0	0,17	0,04	0	0	0	0	0,08	0	0,08	0	0	0	0	0,04	0	0,29	0	0	0,08	0	0	0	0	0,04	
51	ANDRHIRT						0	0	0,08	0	0,08	0	0	0	5,42	0,08	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0	0	0	0	0	2,08	
52	ARISGENT	0,33	0	0	4,33	0	0	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0,75	0	0	0	12,13	0	0	0	0	0,50	0	0	0	4,38	0	0	0	
53	ARISTERN						0	0	0	0,83	15	0,42	3,25	0	0,29	0	1,58	0	0	1,58	2,58	1,42	2,83	5,17	0	0	0	0	0	0,21	15,42	0,25	0	0,25	0,08	0	28,58	
54	BOUTCURT	0,08	0,17	0	2,33	1,21	0	0	0,92	9,17	3,08	0	16,83	9,83	5,50	4,42	8,17	9,92	20,92	6,25	13,25	4,96	3,75	6,33	21,67	20,83	33,33	32,75	35	38,75	25,42	21,08	48,33	24,83	38,75	50,42	19,92	
55	CENCLONG	0,79	0,04	0	0,29	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0,04	0,08	0	0	
56	ERAGHYPN	0,50	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0,08	0	0	0	0	0	0	
57	GRAMSP08	0	0	0	0	0,17	0	0	0	1,75	31,58	0	2,42	0,08	6,25	0	3,17	0	3,42	0	2,96	0	3,33	1	0	0	0,88	5,83	0	0,25	0,46	0	0,83	1,25	0	0,17		
58	GRAMSPII	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,67	0	0	0	0	0	1,13	0	0	0	0	0,08	0	1,83	1,25	0	0	5		
59	RHYNREPE						0	0,46	0	0	0,50	0	0,25	0	0,67	0	0,92	1,25	0	2,17	18,75	0	0,04	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	16,25	0,17	0	0	0	
60	SETAGENI						0	0	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0	0,04	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,08	0	0	0	0,08	0,67	
61	HYPTSP01						0	0	0,42	0	0	0	0	0	0,83	0	0	0	0	0,67	0,25	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,67	5,17	
62	SALVSP02						0	0	0	0	11,96	9,33	9,83	0,46	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38	0	0	0	0	0	
63	SALVSP03	0,13	0	0	0,21	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	1,04	0	0,08	1,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0,13	0	0,38	
64	SALVSP04	0	0,79	0,50	0	0,96	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,08	0	0	0	0	0	0,50	0,42	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
65	ACACBILI	0,04	0	0	0,13	1	0	0	0,54	0	0	0	0,67	0,04	0,08	0,25	0,04	0,13	0,21	0,58	1,17	1,58	0	0	0	0	0,08	0,25	0,71	0	0	0,21	1,42	0,92	0,25	0,58	0,46	
66	ACACCOCH	0,04	0,17	0	0	0,42	0	0,04	0,04	0,21	0,21	0,04	0,04	0,08	0	0,25	0	0	0,08	0,25	0,17	1,75	0	0,42	0,04	1	0,04	0,50	1,71	0,13	0,08	0	0,67	0,54	0,71	0		
67	ACACFARN	0	0	0	0,21	0,04	0,13	0,92	0,29	0	0	0,17	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0,42	0	0	0,08	0	0	0,13	0,46	0,08	0,21	0	0	0	0	0	
68	ACACPENN						0,04	0	0	0	0	0	0	0,54	0,04	0,17	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,17	0,04	0	0	0	0	
69	AESCAMER						0	0	0	0	0,04	0	0,25	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0,38	0	0	0	
70	CALLHOUS						0	0	0	0	0	0	0,17	2,92	0,50	2,50	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	
71	CHAMNICT						0	0	0	0	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,63	0	0	0	0	0	
72	CROTPUMI						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	1,17	0	0,04	0	0	0	0	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0
73	CROTP02	0	0,38	0	0,05	0,17	0,04	0	0,04	0,21	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0,04	0	0	0	0,04	0,13	0	0,08	0,04	0	0	0
74	DALEFOLI						0	0	0	0	0	0,208	0,25	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0,04	0	0,33	0	0	0	0	0	0,042	0	0	0	0	0	
75	DALEHAGE	0	0,29	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	DALEHUMI						0,04	8,54	0	0	0	1,38	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	DALETOME	0	0	0	0	0,92	0	0	0	0	0	0	0	7,54	9,42	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0,04	0,08	2,33	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	
78	DESMPROC	0,21	0,04	0	0,13	0	0	0,08	0,04	0	0,46	0,38	0,04	0,04	0	0,21	0,08	0,08	0	0,58	0	0	0	0	1,63	0	0	0	0,13	0,25	0,50	0,21	0,46	0	0	0	0	
79	DESMSP01	0	0	0	0,29	0	0,08	0	0	0	1,75	0,46	0,17	0,08	0,08	0	0,08	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,46	0	0,08	0	0	0	
80	GALASPO1	0	0,08	0	0	0	0	0,29	0	0	0,08	0,58	1,25	0,29	0,25	0	0	0	0,17	0	0,42	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	1,58	0	0,08	0	0,08	0,25		
81	INDISP01						0	0	0	0	0,33	0,96	1,04	0,92	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	
82	LYSIACAP						0	0	0	0	0	0	0	0,71	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0,25	0,17	4,54	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	
83	LYSIDIVA						0	0	0	0	0	0	0,42	0,38	0	0	0,17	0,08	0	0	0	0,42	0	2,92	0,21	0	0,08	0,04	0	0	0	0,13	0	0	0,71	0,13	0	
84	MACRATRO						0	0	0	0	0,50	0,17	1,17	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,13	0	0	0	0	0

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN GENERAL

VI. Presentación

Los cinco capítulos que conforman esta investigación permitieron documentar casi en su totalidad (Ver Fig. I.1) los procesos clave que han sido sugeridos para que las actividades de restauración cuenten con mayor probabilidad de éxito y oportunidades de replicabilidad (ver Capítulo I). Si bien dichos procesos han sido enunciados por varios autores (Walli, 1992; Anderson, 1995; Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Gilbert y Anderson, 1998), las líneas metodológicas para cubrir dichos requerimientos en el mejor de los casos son descritos de manera general. Aunque tal situación en parte se debe a la especialidad del investigador, a la información disponible, así como a las particularidades ambientales, socioeconómicas y al estado de alteración que presente el sitio de atención, seguramente la principal causa que contribuye a esa generalidad es la ausencia de un enfoque interdisciplinario. Uno de los aportes de esta investigación es precisamente sobre las líneas metodológicas seleccionadas y desarrolladas, para con ello paulatinamente construir los procesos clave de la restauración. A continuación se menciona cada una de las etapas de investigación, vinculando los aportes de cada disciplina y discutiendo su pertinencia en el contexto de la restauración.

VI.1. Estado actual del sistema de estudio

Para contar con una primera aproximación del estado de los recursos de la comunidad de Zoyatlán, fue necesario utilizar herramientas de trabajo manejadas en los estudios geológicos, geográficos y de ecología del paisaje, dado que se requería crear la información del marco biofísico a una escala que permitiera identificar y destacar los aspectos más relevantes del sistema de estudio. Esto permitió no solamente conocer los recursos abióticos y bióticos existentes, sino también su cuantificación y distribución. Los resultados de esa caracterización, desarrollada como una primera etapa en el Capítulo II, mostraron que el área de estudio es un sistema complejo, con un relieve muy accidentado, en el que se manifiesta de forma distinta la variedad de elementos del medio físico y biológico. La pertinencia de esas herramientas en un primer acercamiento permitió identificar y cuantificar el uso actual del suelo de la comunidad. Esta información, aunada a la obtenida en la primera etapa de diagnóstico socioeconómico (particularmente para los sistemas de producción) vista de manera integral, da cuenta de las diferentes formas en que la población se apropia del paisaje. Así se obtuvo que solamente 29.2% de las 924 ha que constituyen el territorio de Zoyatlán es utilizado para los asentamientos de la población y el desarrollo de actividades agropecuarias (Fig. VI.1a). La superficie restante sostiene algún tipo de vegetación leñosa y se utiliza principalmente para cubrir las necesidades energéticas de la población (extracción de leña), aunque también se realiza la ganadería de libre pastoreo.

Con respecto a la superficie agropecuaria (\approx 239.1 ha), destaca la preferencia de uso en las geoformas valles, cimas y terrazas, además de laderas, cuyas pendientes oscilan desde 0 hasta 20°, pues 64.8% de esa superficie se ubica en dicho intervalo (Fig. VI.1b). Aun cuando la superficie

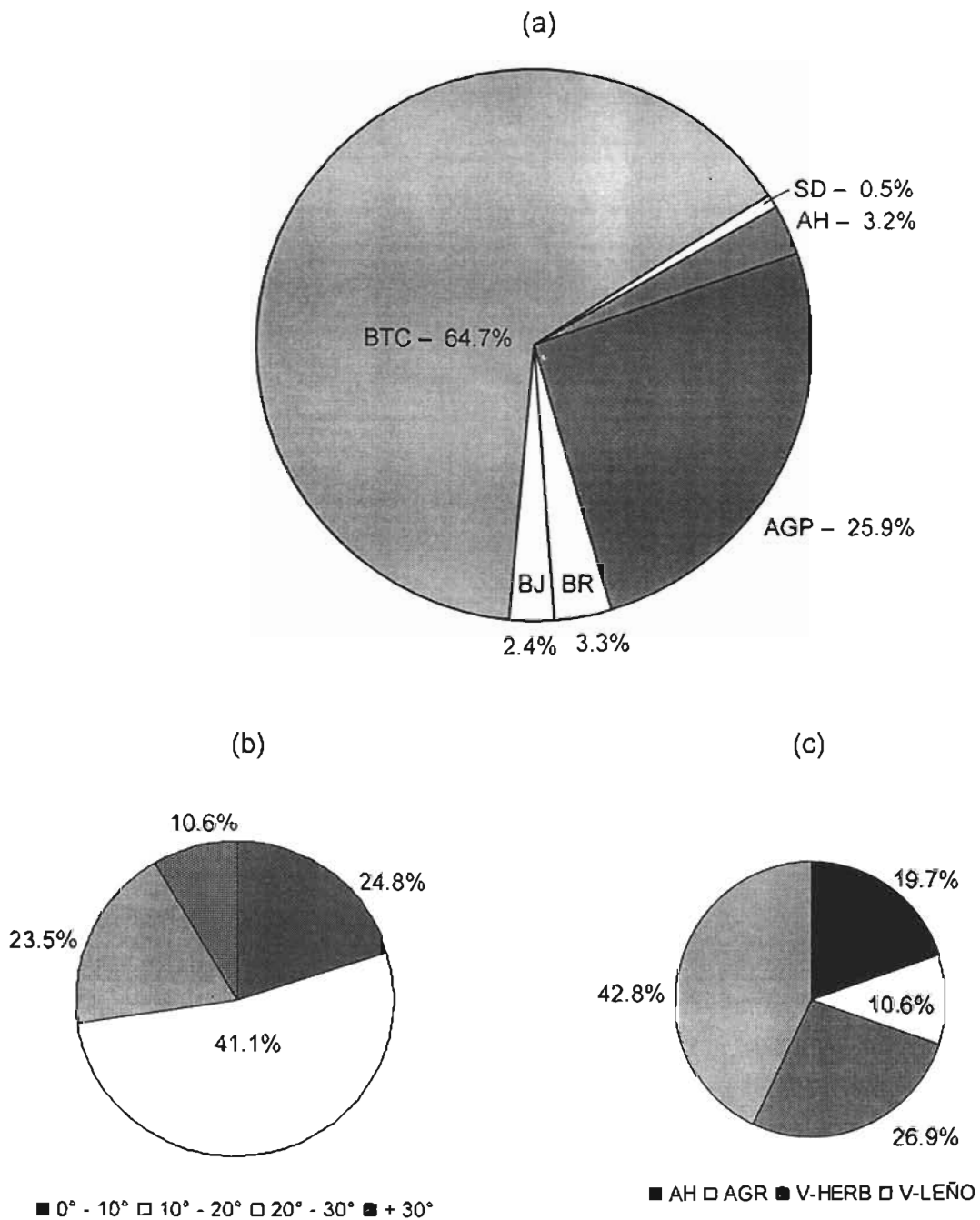


Figura VI.1. Usos del suelo en Zoyatlán en 1998. (a) distribución de los distintos usos con respecto a la superficie total; (b) proporción relativa de uso agropecuario en función de la pendiente; (c) proporción relativa de diferentes usos en las tierras malas. BTC = bosque tropical caducifolio; BR = bosque ripario, BJ = bosque de *Juniperus*; AH = asentamientos humanos; SD = suelo descubierto; AGP = uso agropecuario; V-HERB = vegetación herbácea; V-LEÑO = vegetación leñosa.

restante con ese uso se ubica en laderas con pendientes $> 20^\circ$, llama la atención que solamente 1.5 ha de la superficie total presenten suelo descubierto (Fig. VI.1a). También destaca que de la superficie incluida en la categoría de tierras malas -de acuerdo con el criterio geomorfológico- y que presentan un riesgo alto a la degradación, la mayor superficie presente algún tipo de cubierta vegetal o uso habitacional (Fig. VI.1c). Sin embargo, aunque en 1998 sólo ≈ 0.32 ha sostuvieron uso agrícola, se debe tomar en cuenta que la cobertura vegetal herbácea fue importante; esto seguramente indica el descanso agrícola de la tierra, razón por la cual es posible suponer que las actividades agrícolas se desarrollan en una extensión mayor en ese tipo de tierras (Fig. VI.1c).

Estos hallazgos muestran que en la apropiación del territorio de Zoyatlán existe un arreglo diferencial en el tiempo y en el espacio para el usufructo de los recursos. A grandes rasgos, la distribución de las actividades en el espacio indica que los usuarios distinguen componentes del medio físico que imponen distintas restricciones y posibilidades. Con toda seguridad el arreglo diferencial del paisaje creado por la población ha determinado que la cubierta vegetal leñosa de la comunidad se restrinja a las áreas con mucho mayor riesgo de erosión del suelo, como son las cumbres, además de laderas de exposición norte y con pendientes cuya inclinación es relativamente mayor; seguramente esto también ha contribuido a que la superficie con suelo descubierto en la comunidad sea relativamente menor.

Al respecto es necesario tomar en cuenta la variedad de enfoques que pueden ser utilizados en este tipo de estudios y las diferencias de sus resultados. Por ejemplo, si este análisis sólo se hubiera enfocado a evaluar la cobertura vegetal sin considerar su distribución en el paisaje con respecto a la influencia de la población, la conclusión sería que en Zoyatlán se presenta una severa afectación de la cubierta vegetal, por su estado de fragmentación y la casi completa ausencia de vegetación primaria. Otra alternativa comúnmente utilizada es la de evaluar en función del relieve la pertinencia de las actividades agropecuarias. Un diagnóstico con este sesgo evidentemente indicaría que las actividades productivas realizadas por la población son inadecuadas dadas las características del relieve de Zoyatlán; cabe recordar que más de 60% del territorio presenta pendientes $> 10^\circ$ y comúnmente este tipo de ambientes ha sido catalogado como de aptitud forestal (Tabla VI.1). Si bien esos enfoques pretenden aportar un panorama general que contribuya a prevenir y proteger el deterioro ambiental (Tabla VI.1), cabe considerar que los criterios e intervalos establecidos para las variables cuantificadas han sido generados para países con otras condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales; por esta razón, muchas veces tienen escasa aplicación en México. Ello no quiere decir que tales criterios sean inválidos, sino que más bien su ratificación debería de abocarse a definir y establecer los intervalos apropiados de acuerdo con la realidad ambiental y sociocultural existente en el país.

Vale la pena retomar los resultados obtenidos en un estudio para evaluar el deterioro de Zoyatlán en 1992. Sus resultados estimaron que en ese año la superficie con cobertura vegetal, primaria y secundaria de BTC sólo representaba 20.5% de la superficie total de la comunidad

(Landa, 1992). Estos resultados contrastan fuertemente con los obtenidos en la presente investigación, pues como se mostró, para el año de 1998 en Zoyatlán la superficie con ese tipo de cubierta vegetal fue de 65.1%. Si bien la escala de trabajo y el tipo de verificación de campo utilizados en la presente investigación difieren totalmente de la utilizada en 1992, es poco probable que tan sólo en seis años se haya recuperado más de 50 puntos porcentuales de ese tipo de cubierta vegetal. Aunque la comparación y generación de escenarios de cambio con esa información sería un error mayúsculo (actividad que frecuentemente se realiza en México; razón por la cual las tasas de deforestación estimadas para el país son tan variables; Masera, 1996), las grandes diferencias entre ambos estudios lleva a reflexionar sobre los objetivos para los cuales se realizan este tipo de estudios y la importancia de la escala de trabajo.

Un diagnóstico que pretenda evaluar el estado de degradación a partir del cual se diseñen las estrategias para aminorar o revertir dicho proceso, difícilmente puede ser abordado con un solo enfoque metodológico. Esto se debe a que la degradación implica un proceso paulatino de cambio (Tabla VI.1) que depende tanto de las características propias de cada sistema -estabilidad, resiliencia y resistencia-, como del tipo, magnitud y recurrencia del disturbio (Hobbs y Norton, 1996; Hobbs y Harris, 2001). La compleja combinación que estos elementos pueden presentar con respecto a los umbrales de afectación y funcionalidad, además de su distribución en el paisaje, es la primera tarea que debe reconocer un diagnóstico de esta naturaleza. Es por ello que en los procesos clave de la restauración se manifiesta la necesidad de identificar a los factores que han promovido la degradación o el empobrecimiento del sistema. Su importancia radica en que constituye una primera explicación del estado actual del medio físico y biológico (Hobbs y Norton, 1996), pero además, en que indirectamente exhibe las características inherentes del sistema que reflejan su dinámica y capacidades de "autoreparación" (Bradshaw, 1989; Harper, 1989; Hobbs y Norton, 1996;). Si bien en un contexto ecológico esos lineamientos han sido manejados desde hace tiempo, ello no ha ocurrido en las áreas donde las poblaciones humanas han rediseñado el paisaje de su territorio y han modificado el ambiente, en mayor o menor medida, como es el caso de Zoyatlán. En este caso, la identificación de los factores de disturbio debe abocarse a conocer, describir y cuantificar la manera en que los recursos de los que dispone la población son utilizados para cubrir sus necesidades de subsistencia; de ahí radica la importancia de conocer los sistemas de producción de un área dada. Aunque su descripción y análisis ha sido una herramienta de estudio utilizada por la agronomía, en ocasiones por la forestería, pero sobre todo en los estudios de economía campesina, su aplicación en las investigaciones de restauración ha sido escasamente considerada. A pesar de ello, su uso es promisorio, porque pueden ser utilizados como la fuente de información que refleje la recurrencia, la intensidad y la magnitud del disturbio, además de su distribución en el espacio.

Éstas fueron las premisa que la presente investigación consideró para el estudio de los sistemas de producción que actualmente se realizan en Zoyatlán. No obstante, como los resultados obtenidos en la primera etapa de diagnóstico, con respecto a las particularidades de

tenencia de la tierra, las tendencias de crecimiento de la población y la ocupación espacial del territorio para el desarrollo de las actividades de producción, contrastaban drásticamente con la extensión y distribución de la vegetación secundaria de BTC, se decidió que esos indicios fueran la pauta para considerar que el estudio de los recursos en Zoyatlán debería ser abordado en un contexto diacrónico y sincrónico. Este enfoque favorecería la integración de las formas de uso de los recursos en el tiempo, pasado y presente, para con ello documentar los factores de disturbio y comprender el estado actual de la comunidad.

Tabla VI.1. Términos relacionados directa o indirectamente con la degradación, el uso y el mejoramiento de los recursos naturales en México.

NOMENCLATURA	DEFINICIÓN
Impacto ambiental	Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (SEMARNAP, 1997b).
Degradación forestal	Cambios continuos en la situación actual o en el proceso de desarrollo de un ecosistema forestal que disminuye su capacidad para mantener o aplicar su potencial de productividad (SARH, 1994a).
Grado de perturbación	Cambios en la constitución del bosque producidos por distintos agentes destructores (SARH, 1994a).
Degradación de suelo	Procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual o futura, para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y para preservar la salud humana (SEMARNAT, 2002).
Perturbación	Alteración directa o indirecta por el hombre (SARH, 1994a).
Transformación	Conversión de un ecosistema a otro tipo (s) de ecosistema (s), o a diferentes tipos de uso de la tierra (SER, 2002).
Perturbación humana	Alteraciones causada por el hombre, se pueden distinguir dos tipos (SEMARNAT, 2002): <ul style="list-style-type: none"> • Disturbio agudo: intervenciones humanas muy intensas pero de breve duración. • Disturbio crónico: intervenciones humanas de bajo impacto pero de larga duración.
Degradación	Cambios graduales que reducen la integridad y salud ecológica (SER, 2002).
Daño	Cambio agudo y obvio del ecosistema (SER, 2002)
Destrucción	La degradación o daño que remueve toda la vida macroscópica y arruina el medio físico (SER, 2002).
Forestación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de una plantación forestal en terrenos de aptitud preferentemente forestal, abarcando superficies mayores a 1 ha (SARH, 1994a, b). • La plantación y cultivo de vegetación forestal en terrenos no forestales, con propósitos de conservación, restauración o producción comercial (SEMARNAP, 1997a).
Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento inducido de la vegetación forestal en terrenos forestales que abarcan superficies mayores a 1 ha (SARH, 1994b). • Establecimiento inducido o artificial de la vegetación forestal en terrenos forestales (SEMARNAP, 1997a).
Plantación forestal	Vegetación forestal establecida de manera artificial en terrenos de aptitud preferentemente forestal, con propósitos de conservación, restauración, o producción forestal, que abarca superficies mayores a una hectárea (SARH, 1994a, b)
Manejo Forestal	El conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto el cultivo, protección, conservación, restauración, o aprovechamiento de los recursos forestales, de tal manera que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistema a los que se integran (SEMARNAP, 1997a).
Restauración	Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y el reestablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (SEMARNAP, 1997b).

Tabla VI.1. Continuación

NOMENCLATURA	DEFINICIÓN
Restauración forestal	Conjunto de actividades encaminadas a rehabilitar terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal degradados, para que recuperen y mantengan, parcial o totalmente, su vegetación, fauna, suelo, dinámica hidrológica y biodiversidad (SARH, 1994b).
Zonas de restauración	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos con degradación alta, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencias de erosión severa (presencia de cárcavas). • Terrenos con degradación media, caracterizados por tener una cobertura de copa menor a 20% y mostrar evidencias de erosión severa (presencia de canalillos). • Terrenos con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa menor a 20% y mostrar evidencias de erosión laminar. • Terrenos degradados, que ya están sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural. Estos terrenos una vez restaurados, se clasificarán como de conservación y producción (SEMARNAP, 1997a).
Rehabilitación de terrenos agrícolas o pecuarios	Remoción de la vegetación forestal de zonas áridas que se estableció al quedar en el descanso, en terrenos que estuvieron bajo un uso agrícola o pecuario, con el fin de reincorporarlos a esas actividades (SARH, 1994b).
Mitigación	Reducción del grado de intensidad de la contaminación, a través de varios medios (INEGI-SEMARNAP, 1998).
Mejoramiento	Incremento de la calidad del ambiente (SEMARNAP, 1997b).
Prevención	El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro ambiental (SEMARNAP, 1997b).
Protección	El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro (SEMARNAP, 1997b).
Preservación	El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viable de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural (SEMARNAP, 1997b).
Vocación natural	Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos (SEMARNAP, 1997b).
Zona forestal	Terreno forestal o de aptitud preferentemente forestal, destinada por decreto del titular del ejecutivo federal, a la conservación o restauración de los recursos forestales, la biodiversidad y otros valores ecológicos (SARH, 1994a).
Terreno de aptitud forestal	Aquel que no estando cubierto por vegetación forestal (bosques, selvas o vegetación de zonas áridas), pueda incorporarse al uso forestal, siempre que tenga una pendiente mayor a 15%, con una extensión superior a 25 m de longitud. Se exceptúa de esta definición los terrenos cubiertos por Acahuales -vegetación forestal que surge de manera espontánea en terrenos que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales, y que cuentan con menos de 20 árboles por ha- (SARH, 1994a, b).
Terreno de aptitud preferentemente forestal	Aquel que no estando cubierto por vegetación forestal, por sus condiciones de clima, suelo y topografía, pueda incorporarse al uso forestal, excluyendo los situados en áreas urbanas, y los que sin sufrir degradación permanente, puedan ser utilizados en agricultura y ganadería (SEMARNAP, 1997a).
Tierra o terrenos baldíos	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra abierta no cultivada cubierta con vegetación ($\geq 25\%$) que consiste frecuentemente de plantas leñosas, semileñosas y hierbas de bajo valor en pastura (INEGI-SEMARNAP, 1998). • Son baldíos los terrenos de la nación que no han salido de su dominio por título legalmente expedido y que no han sido deslindados o medidos (Ley Agraria, 1993). • Tierras nacionales y particulares expropiadas que por estar deforestadas requieren reforestarse. Una vez recuperadas bajo un plan de trabajo específico que asegure su permanencia, no tendrán servidumbres (Ley Forestal de 1926, en Moncayo, 1979)
Tierra ociosa	Tierras con posibilidades para repoblar, y con posibilidades de adjudicación para el denunciante (Ley Forestal de 1926, en Moncayo, 1979).
Tierra inutilizable	Tierra por naturaleza improductiva e inservible. No debe emplearse con referencia a terrenos o bosques incultos (INEGI, 1994).
Superficie agrícola	Sembrada con cultivos anuales o perennes; superficie de labor sembrada alguna vez en los últimos 5 años (INEGI, 1994).
Tierra agrícola de barbecho	Tierra cultivable con descanso agrícola de 1 a 5 años (INEGI, 1998).

VI.2. Identificación de los factores de disturbio

Como se indicó en el Capítulo III, en los estudios cuyo objetivo ha sido describir la historia de uso para con ello documentar el estado actual del sistema, o bien identificar el ecosistema de referencia que guiará el diseño de estrategias de restauración, siempre han partido de documentos -mapas de catastro- cuya utilidad resume la ocupación y el usufructo del espacio biofísico por las poblaciones humanas (Jordan III, 1994; Honnay et al., 1999; Cousins y Eriksson, 2002; Graae et al., 2003). Sin embargo, la utilidad de esa información en México es limitada por la compleja historia agraria del país. También se debe considerar que los estudios antes citados se han desarrollado en áreas que actualmente están deshabitadas, o donde la población residente y el usufructo de los recursos ha disminuido considerablemente; tales condiciones difícilmente se aplican a Zoyatlán y otras áreas de México. Es por ello que la metodología utilizada para reconstruir la historia de poblamiento y de uso de los recursos de la comunidad constituye un valioso aporte para las actividades de restauración ambiental. La elección y combinación de diferentes herramientas utilizadas por las ciencias sociales permitió no solamente reconstruir la historia de poblamiento de la comunidad, sino también ubicar el sujeto de estudio más promisorio para el levantamiento de la información -la unidad familiar- de acuerdo a las particularidades de tenencia de la tierra en Zoyatlán. El uso y la readecuación de la encuesta genealógica para los objetivos de la restauración aportó información sobre los sistemas de producción a diferentes niveles. A grandes rasgos, ésta no sólo se relacionó con la variedad de estrategias que realizan los pobladores para su reproducción y subsistencia, sino también con las variantes en la ocupación espacial del territorio y por ende con el estado actual de los recursos de la comunidad.

Los principales hallazgos destacaron que la ocupación del territorio de Zoyatlán por las poblaciones humanas data por lo menos de cinco siglos atrás, razón por la cual cuenta con una larga historia de usufructo de los recursos naturales. Por un lado, se encuentra el repartimiento histórico del territorio de la comunidad y el cambio en la densidad demográfica -en el pasado histórico y reciente-; además, de los permanentes conflictos por la tierra. Por otro lado, se tienen las variaciones en la intensidad del uso agropecuario de la tierra, bien fuera por el pago de tributo, el establecimiento de formas nuevas de lucro de la tierra -como la ganadería-, además de las variaciones en los sistemas agrícolas, ocurridas tanto en la época de la conquista, como las que se presentaron en la región a raíz de la década de 1970. Todos estos eventos indican que el disturbio en la comunidad ha sido un fenómeno continuo, pero que su frecuencia, intensidad y magnitud ha sido muy variable a través del tiempo.

A pesar del disturbio crónico que ha dejado su huella en mayor o menor medida en el territorio de la comunidad (Tabla VI.1), el uso agropecuario ancestral no fue la variable que destacó como la principal fuente de afectación del sistema. Los conflictos de invasión de tierras ocurridos a principios del siglo XX fueron señalados como la principal causa de deforestación y de erosión del suelo. Este hecho fue corroborado con la información de la fecha y el estado de recepción de las parcelas, durante la época en que inició el proceso de recuperación de tierras de Zoyatlán. La

fecha de recepción de las parcelas más antiguas data de 1947. En este proceso destaca que muy pocos terrenos fueron recibidos con vegetación leñosa desarrollada; además, cabe recordar que los contados sitios con esta vegetación anteriormente habían sostenido algún uso agrícola o ganadero.

Por una parte, esto indica que la apertura de nuevas tierras al cultivo en Zoyatlán fue casi inexistente, lo que sugiere que el espacio cotidianamente utilizado para las actividades agropecuarias no cambió. Por la otra, señala que las familias actuales y que desde 1940 usufructúan los recursos de la comunidad no fueron los causantes de la disminución de la cubierta vegetal; tales hechos llaman la atención, pues cabe recordar que a partir de 1950 inició el rápido crecimiento de la población en Zoyatlán.

Esto lleva a retomar la discusión derivada de los estudios que han pretendido establecer una relación entre el crecimiento de la población y su impacto en la deforestación y deterioro del ambiente (Pearce, 1990; Myers, 1991; 1994; Kim y van der Oever, 1992; Cruz et al., 1992; Birdshai, 1994; Bilsborrow, 1994; Cruz, 1994). Si bien las discrepancias entre esos estudios se explican por las diferencias en la escala de trabajo y las características ambientales del área trabajada, la superficie forestal disponible a partir de la cual se inicia la evaluación, la calidad y la rigurosidad del manejo estadístico de los datos, así como por la relación de esta variable con otros factores como pobreza, migración, tenencia de la tierra, deficiencias tecnológicas e inadecuadas políticas institucionales, en todos esos estudios tácitamente permanece el supuesto de que el crecimiento de la población irremediablemente se asocia a una mayor presión de los recursos y por ende su degradación. No obstante, se ha sugerido que en México dicho patrón no es el más recurrente; al parecer, la degradación de la cubierta vegetal y del suelo obedece a causas particulares que no necesariamente se relacionan con el crecimiento de la población o la pobreza (García-Barrios et al., 1991; SEMARNAT, 2002).

En el caso de Zoyatlán resulta paradójico que a pesar del acelerado crecimiento de la población, en 1998 el área ocupada por vegetación haya sido tres veces mayor que la dedicada a las actividades agrícolas. Aunque una lectura sin conocimiento de causa indicaría que el crecimiento de la población no se ha manifestado en la superficie deforestada, ello no explica la dominancia de la vegetación secundaria, ni tampoco el uso agrícola ancestral de los suelos y su estado actual. Esto más bien sugiere que a raíz del repoblamiento de la comunidad y conforme la tenencia de la tierra se estabilizó, se presentó un proceso de recuperación de la cobertura vegetal de la comunidad, independientemente del crecimiento de la población. Indudablemente esto se relaciona con el valor de uso de la tierra que reconocen los usuarios, lo que a su vez se refleja en la variedad de estrategias laborales y culturales que realizan las familias en función de los recursos de los que disponen -tierra y fuerza de trabajo- para su reproducción y supervivencia. Entre esas estrategias destacó la migración itinerante y temporal, por ser una actividad que ha favorecido no sólo la capitalización de las familias, sino también porque ha sido un medio de desfogue al crecimiento de la población. Este hecho coincide parcialmente con los resultados obtenidos en el

estudio de país (NHI, 1997), donde se menciona que la estrategia adoptada en México para contrarrestar el crecimiento de la población ha sido la migración. Sin embargo, en ese estudio se aduce que la causa subyacente a la migración es la degradación de los suelos y la desertificación de la tierra; condiciones que no tienen pertinencia en Zoyatlán. Como fue demostrado en el Capítulo III, en la comunidad la migración de manera directa canaliza recursos económicos a las familias, lo que indirectamente se manifiesta en la reducción de la presión de uso de la tierra.

Esto indica que los eventos catastróficos de invasión de tierras, catalogados de esta forma por su magnitud y duración como disturbio agudo, impactaron el ambiente comunitario -umbrales del sistema- de manera distinta (Tabla VI.1). A partir de las fuentes orales fue posible inferir que el nivel biótico (evaluado en esta investigación a partir de la vegetación) fue severamente afectado, debido a la acelerada deforestación que Zoyatlán sufrió por la aplicación indiscriminada del sistema agrícola de tlacolole. Sin embargo, las características de este sistema con respecto a las manipulaciones del horizonte cultivable del suelo –mínima remoción del suelo- y las particularidades de las que depende este sistema de cultivo como es la recuperación de la fertilidad natural del suelo, evitó que el nivel abiótico se modificara drásticamente. Ello explica la dominancia actual de vegetación secundaria de BTC en la comunidad. Como ha sido sugerido y corroborado en varios estudios (Anderson, 1995; Hobbs y Norton, 1996; Pywell y Putwain, 1996; Parrota et al., 1997; Gilbert y Anderson, 1998; Parrota y Knowles, 1999; Prach y Pysek, 2001; Prach et al., 2001; Hobbs y Harris, 2001), cuando el nivel biofísico no ha sufrido un daño irreversible, en este caso el suelo, es posible que se presente la regeneración natural de la vegetación (Tabla VI.1). Es por ello que en Zoyatlán, conforme se estabilizó la tenencia de la tierra y los usuarios tuvieron la oportunidad de retomar las formas tradicionales de manejo de la tierra, fue posible la recuperación paulatina de la vegetación.

Estos argumentos apuntan hacia aspectos medulares de las propiedades intrínseca de la comunidad de estudio y que se relacionan, directa e indirectamente, con los objetivos y metas de las actividades de restauración (Ver Fig. I.1). En primer lugar, fue posible apreciar que el sistema de estudio presenta una buena capacidad de "autoreparación". Quizá este proceso esté sustentado en las características de resiliencia y resistencia que en los sistemas de trópico seco se han destacado como de singular importancia para el mantenimiento de su funcionalidad (Murphy y Lugo, 1986; Brown y Lugo, 1990; Lugo, 1997; 1999). Por ello, a pesar de la influencia continua del disturbio, es probable que los distintos parches de vegetación existentes en Zoyatlán sean la expresión de las propiedades intrínsecas que caracterizan a estos ambientes. En segundo lugar, aportan elementos esenciales para establecer los objetivos y las metas de la restauración, pues proporcionan información con respecto al valor ecológico del sitio y su potencial de conservación (Pywell y Putwain, 1996; Dobson et al., 1997; Poudevigne y Baudry, 2003); así como la relativa al valor económico y social de otros usos de la tierra (Hoobs y Norton, 1996; Higgs, 1997; Ehrenfeld, 2000; Morris et al., 2000; Hoobs y Harris 2001; Pfandenauer, 2001).

VI.3. Definición de objetivos

La documentación de la trayectoria histórica del sistema pone de manifiesto que difícilmente se podría definir el ecosistema "original" que en algún momento existió en Zoyatlán. Tal situación lleva a retomar los cuestionamientos realizados con respecto a la elección del ecosistema prístino - sistema de referencia- que guiarán las estrategias de restauración (Higgs, 1997; Cairns, 1989; Janzen, 1988). Con esta base es indudable que el valor ecológico del sistema de Zoyatlán no es el mejor, de acuerdo con las premisas de la restauración ecológica con respecto a la conservación biológica (Jordan III, 1994; Turner, 1994). Si bien en la comunidad está presente un proceso de regeneración, la forma y los espacios de ocupación en el paisaje está dirigida por las actividades productivas que realizan las poblaciones humanas. Esto indica que intentar reconstruir el "ecosistema original" sería una meta poco promisorio y excesivamente costosa, aun cuando las poblaciones humanas en el tiempo actual no habitaran en la comunidad.

Este ejemplo muestra la necesidad de reflexionar sobre el significado del sistema de referencia como la premisa de la restauración ecológica en países como México. El estudio de caso presentado en esta investigación no es exclusivo de Zoyatlán, ni de la región de La Montaña. En la historia precolombina de México existen numerosas evidencias de cómo las civilizaciones humanas usaron y modificaron el ambiente para su reproducción y supervivencia. Desde tiempos inmemoriales, los mayas (Gama-Castro, 1985) y los nahuas (Williams y Ortiz-Solorio, 1981; Williams, 1985) diseñaron y utilizaron sistemas de clasificación de suelos para la realización de la agricultura, así como el uso y cultivo de numerosas especies vegetales, en ocasiones nativas de regiones climáticas del país diferentes de los espacios de ocupación cotidianos de esas civilizaciones, pero además cuya utilidad podía variar desde el uso medicinal hasta el de ornato (Moncayo, 1979; Torres, 1985; Martínez-González, 1991). Además, a raíz de la conquista española las transformaciones que sufrió la cubierta vegetal del territorio mexicano fueron más conspicuas. La demanda de recursos maderable se incrementó considerablemente (e.g. extracción de minerales, construcciones habitacionales y navieras, abasto energético, exportación de maderas preciosas tropicales; Moncayo, 1979) y las zonas montañosas (denominadas tierras de indios) resintieron el uso agrícola de forma más frecuente y en mayor superficie, pues los indígenas fueron desplazados de las áreas que tradicionalmente habían utilizado para la agricultura intensiva (Cook, 1985; Rojas, 1985). Asimismo, el establecimiento de nuevas formas de utilización de los recursos como fue la ganadería trashumante en ciertas regiones del país, es otro factor que contribuyó a esas transformaciones. Por todo ello, denominar o calificar alguna zona como ecosistema prístino en México sería muy cuestionable. Al respecto Janzen (1988) indicó que los bosque tropicales silvestres más atractivos para la conservación crecen siempre sobre suelos pobres, se ubican en lugares con fuertes pendientes, en condiciones climáticas extremas, en límites políticos, o en una combinación de todos estos factores limitantes; por tales razones, estos sitios no son representativos de la máxima expresión de lo que fueron los bosque tropicales en algún momento. En este sentido, vale la pena destacar que hoy en día en México las áreas que podrían ser

consideradas como el sistema de referencia -no necesariamente prístino- que en teoría deberían guiar las actividades de restauración ecológica, casi siempre se ubican en áreas poco accesibles, con características ambientales que limitan el desarrollo de actividades económicas, o con poca importancia para actividades empresariales (Toledo-Manzur, 1994; Maass, 1995; Deininger y Minten, 1996a, b; van der Wal, 1998). Inclusive una proporción importante de las áreas que la CONABIO ha definido como prioritarias para la conservación, corresponden a ese tipo de ambientes y en varios casos son habitados por grupos indígenas (SEMARNAP, 2000a; SEMARNAT, 2002). Esto sugiere que dichas áreas son representativas de ecosistemas culturales, razón por la cual la manera de evaluar su estado actual y de identificar procesos de degradación deben considerar el conocimiento tradicional de los habitantes y sus hábitos culturales, además del arreglo espacial que los usuarios han plasmado en su territorio a través del tiempo.

Debido a lo anterior, el estudio realizado para la comunidad de Zoyatlán constituye un ejemplo representativo de los ecosistemas culturales de México. Aunque en un contexto de conservación biológica puede tener poca relevancia, el uso ancestral y actual del territorio contrastado con el estado actual de los suelos constituye una información esencial porque aporta evidencias del conocimiento que reside en los usuarios para el manejo del paisaje y los recursos asociados. Si bien el rescate del conocimiento etnopedológico de los campesinos se realizó a partir de las entrevistas y la readequación de la encuesta genealógica, su combinación con las herramientas de estudio utilizadas por la ciencia del suelo y de ecología del paisaje permitió documentar y comprender integralmente el conocimiento empírico que a través del tiempo los campesinos han utilizado en el uso y manejo de los suelos de la comunidad.

VI.4. Atributos a restaurar

Los resultados de la primera sección del Capítulo IV destacan que el conocimiento etnopedológico de Zoyatlán se encuentra sintetizado en una clasificación por aptitud de uso natural de la tierra. Los distintos niveles jerárquicos que la constituyen son asignados de acuerdo con el conocimiento de la distribución y variabilidad de las tierras, así como con la identificación de las limitantes y los riesgos que el medio impone para la realización de la agricultura. Por ello, es posible afirmar que el sistema de clasificación de tierras de Zoyatlán cumple con los requisitos de una clasificación interpretativa formal.

El Orden es la jerarquía que distingue la aptitud o ineptitud de los suelos para el uso agrícola, condición que a su vez explica la ubicación de la vegetación desarrollada de BTC. Como se demostró en el Capítulo V, las áreas poco accesibles con suelos muy someros o pendientes extremas son los sitios con las mejores características –cobertura, estructura y composición- de la vegetación de BTC. Además, en ese arreglo son visibles las diferencias de edad en la vegetación secundaria, lo que coincide tanto con las fechas de adquisición de los terrenos por los productores, como con el abandono del sistema agrícola de tlacolole en su variante de barbecho prolongado o de roza-tumba-quema. En contraste, la Clase representan la tipificación de los diferentes tipos de

suelo indígena de acuerdo con las limitantes más importantes para el desarrollo de los cultivos básicos locales. Su ponderación en el paisaje se expresa a través de diferentes estrategias de manejo agrícola, que combinan desde variaciones en la frecuencias de uso y descanso de las parcelas, hasta diferentes sistemas de siembra y tipo de semilla utilizada. Este manejo no sólo refleja los límites naturales de los suelos, sino que también destaca aquellos factores que de modo particular son de interés para los pobladores, como son el espesor del horizonte cultivable del suelo y su fertilidad natural. Inclusive, esto también les permite decidir, con base en una relación costo-beneficio, la utilización de insumos químicos en aquellos suelos que por su ubicación y disponibilidad de agua, es rentable su intensificación.

Si bien los argumentos expuestos confirman que el sistema de clasificación de tierras de Zoyatlán es congruente con su ámbito local e intereses socioeconómicos, es pertinente destacar que en varios tipos de suelo las propiedades físicas y químicas del horizonte cultivable reflejan un buen manejo. Aunque esto puede ser el resultado del uso racional del suelo, que en la medida de lo posible respeta su aptitud y límites naturales, condición que ha sido favorecida por las actividades de migración que realiza la población; también es necesario destacar que varias de esas propiedades son atípicas para los Regosoles y Leptosoles que no han sido cultivados. Seguramente la fertilidad que caracteriza a el horizonte cultivable de estos suelos es resultado de un proceso de antropización positiva, que durante cientos de años ha sido practicado y que quizá todavía opere —a través del manejo de abonos orgánicos, descanso agrícola y sistemas de siembra— en las tierras de la comunidad. La transformación de los suelos a través de este proceso ayuda a explicar porqué la agricultura de Zoyatlán se ha mantenido durante tanto tiempo, condición que a su vez seguramente está relacionada con la ubicación del espacio agrícola, el que al parecer ha sido el mismo a través del tiempo.

La transformación de los suelos para su uso agrícola no es exclusivo de la comunidad de estudio, así como tampoco de la áreas de trópico seco del país. Procesos parecidos se citan para la región del trópico húmedo de Oaxaca. En la región de La Chinantla se sustituyen paulatinamente la vegetación relicta de encinos por selva alta, para con ello mejorar la fertilidad del suelo; al paso del tiempo esto favorece que dichas áreas sean utilizadas para la agricultura itinerante de roza-tumba-quema (van der Wal, 1996). Estos ejemplos muestran que la antropización positiva es y ha sido un proceso común en diferentes partes de México. Aunque hasta fechas muy recientes estos suelos fueron reconocidos por la ciencia del suelo (WRB, 1994), en la agricultura prehispánica existen numerosos ejemplos de ese proceso y de los suelos hechos por el hombre. Prueba de ello son las chinampas, los sistemas de terraceo utilizados en la agricultura intensiva del altiplano y la huasteca, además de diversas técnicas de mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del manejo de abonos orgánicos, entre otras técnicas (Rojas, 1985). Si bien la dominancia de Leptosoles, Regosoles y Calcisoles -60.7% del total-, cuya características principal es su escasa profundidad, ha llevado a establecer que $\approx 2/3$ partes de los suelos mexicanos sean inadecuados

para su uso agrícola (SEMARNAT, 2002), es indudable que en la práctica agrícola que actualmente realizan algunos grupos étnicos del país, se han identificado y manipulado las limitantes de esos suelos desde hace mucho tiempo.

Esto lleva a recapacitar sobre dos aspectos. El primero se relaciona nuevamente con el supuesto del ecosistema prístino o de referencia en las actividades de restauración. El proceso de antropización positiva que ha operado en algunos suelos del país destaca que éstos difícilmente pueden ser representativos del sustrato que sostuvo en algún momento la vegetación original. Sin embargo, es probable que las manipulaciones para mejorar la fertilidad sean una de las causas por las cuales el estado de los suelos no sea el factor que limita el desarrollo de la vegetación silvestre. Quizá las características de autoreparación que han sido destacadas para los sistemas del trópico seco sean debidas en parte a condiciones particulares de los suelos, pues es necesario enfatizar que esos ambientes han sido habitados históricamente por poblaciones humanas, tanto en México (Challenger, 1998) como en muchas otras partes del mundo (Murphy y Lugo, 1986; Brown y Lugo, 1990). Como fue demostrado en el Capítulo V, los factores edáficos -limitantes y de calidad- no estuvieron relacionados con el estado y desarrollo de la vegetación en Zoyatlán; en realidad, fueron los factores de índole biológica y de ocupación espacial del territorio los que determinan dicha condición. La constancia de esta tendencia, indicada en numerosos estudios (Díaz-Perea, 1994; Trejo, 1998; Hoonay et al., 1999; Paniagua et al., 1999; van der Wal, 1999; Islam y Weil, 2000; Zimmerman et al., 2000; Prach et al., 2001; Cousins y Eriksson, 2002; Zapfack et al., 2002; Graae et al., 2003; Jim, 2003) ponen de manifiesto la importancia de distinguir entre las características de los suelos que son limitantes para el desarrollo de cultivos, de aquellas que se refieren a la vegetación silvestre. Incluso es pertinente recordar que en varios casos, sobre todo en los países desarrollados, problemas de contaminación ó de toxicidad del suelo –e.g. eutroficación o exceso de fósforo- son las causas que inhiben el desarrollo de la vegetación silvestre, dado que esta condición implica daño (Tabla VI.1) a diferentes niveles del sistema.

El segundo aspecto concierne al concepto de vocación o aptitud de uso, término frecuentemente utilizado en México con diferentes fines (Tabla VI.1), a pesar de que actualmente en este país no exista una clasificación propia para determinar la capacidad de la tierra para diferentes usos, ni tampoco un sistema de levantamiento de suelos totalmente adecuado para establecer planes detallados de uso y manejo, según su aptitud natural. Como se indicó en la primera sección del Capítulo IV, para solucionar estas carencias han sido adoptadas y utilizadas diferentes clasificaciones y tipos de levantamiento de suelos. Sin embargo, su aplicación ha dejado mucho que desear desde diversos puntos de vista. Aunque esto en parte obedece a que los parámetros y estadísticas que caracterizan a esas clasificaciones son en su mayoría inexistentes o inoperantes para muchos de los suelos de México, particularmente en los suelos altamente antropizados, como es el caso de Zoyatlán, también se debe considerar que la mayoría de esas propuestas han sido creadas para áreas de agricultura tecnificada y de interés comercial. Por ejemplo, de acuerdo con las adaptaciones realizadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA,

1990) y el Colegio de Posgraduados (CP, 1991) para los suelos de México, en Zoyatlán aparentemente no existirían tierras apropiadas para cultivarse. La mayoría de los suelos por las limitantes que presentan -pendiente y profundidad- deberían incluirse en una Clase 6T. Esto significa que los suelos sólo deberían tener un uso agrícola o silvícola, con limitaciones moderadas (Tabla VI.2). Actualmente en México la determinación de la vocación de uso del suelo se sustenta básicamente en las particularidades del relieve; si bien éste es uno de los factores que caracteriza a las clasificaciones de capacidad de uso de la tierra -cuya función únicamente consiste en estimar los diferentes usos que la tierra puede tener sin degradarse (Rossiter, 1994)-, los intervalos utilizados para calificar la vocación difícilmente pueden ser cubiertos en la mayor parte del país. Cabe recordar que de acuerdo con éstos, se indica que solamente 19% del territorio mexicano es apto para la agricultura, pero además que menos de 24% de esa superficie tiene posibilidades de irrigación (SEMARNAP, 2000b).

Tabla VI.2. Aptitud de uso agrícola de los suelos de Zoyatlán, de acuerdo con las propuestas metodológicas realizadas por la CNA (1990) y el CP (1991).

Factor Limitante (Subclase)	Características de los Suelos Agrícolas de Zoyatlán	Clase
C (Deficiencia de agua)	<ul style="list-style-type: none"> Predominan las condiciones de sequía invierno-primavera. La actividad agrícola en esa época sólo se realiza en las escasas parcelas que cuentan con riego. La lluvia de verano permite que en la mayoría de los años prospere la agricultura de temporal, con algunas limitaciones. 	4C
T (Pendiente)	<ul style="list-style-type: none"> Más del 70% de los suelos agrícolas del área de estudio presenta suelos con pendientes irregulares que oscilan en un gradiente de 10 a 45%. Esto significa que solamente el 24.7% (59.3 hectáreas) de la superficie total está ocupada por suelos cuyas pendientes son menores a 10%. 	6T - 7T
P (Profundidad efectiva del suelo)	<ul style="list-style-type: none"> Todos los suelos agrícolas de la comunidad presentan una profundidad efectiva del suelo (presencia de capas que inhiben el desarrollo de los sistemas radiculares de las plantas cultivadas) que oscila entre 25 y 35 cm. 	4P
O (Obstrucciones)	<ul style="list-style-type: none"> Todos los suelos, pero especialmente los Tlaltezoquitl, Xalli y Tepetatl presentan obstrucciones (pedregosidad, gravosidad y afloramientos rocosos) que eliminan toda posibilidad de utilizar maquinaria agrícola. Debido a ello, sólo es posible una agricultura sin mecanización. 	4O
F (Fijación de fósforo)	<ul style="list-style-type: none"> Esta limitante no es común y sólo fue observada en algunos suelos Xalli y Tlalnextli, que muestran en su perfil porcentajes de cenizas volcánicas ricas en materiales coloidales fijadores de fósforo. También llega a presentarse en algunos suelos Tlalchichiltic, ricos en aluminio intercambiable y que se consideran suelos extragrados. La fijación de fósforo en estos suelos puede oscilar de 25 a 50%. 	2F - 3F
E (Erosión)	<ul style="list-style-type: none"> Actualmente la erosión en los suelos es leve a moderada. Sin embargo, la mayoría de los suelos estudiados muestra en su perfil, contactos ondulados y cambios abruptos entre sus capas. Estas características sugieren fuertemente que los suelos estuvieron sometidos, en alguna época (cientos de años antes del presente) a una severa erosión hídrica. 	1E - 3E

Tal situación lleva a reconsiderar la validez del término aptitud o vocación, tal y como se maneja actualmente en México (Tabla VI.1), en las áreas donde el recurso suelo ha sido antropizado positivamente para el desarrollo de los cultivos. En los ecosistemas culturales, la forma idónea para evaluar el estado actual e identificar los procesos degradativos, es partiendo de conocer e integrar la realidad ambiental y sociocultural en que descansan las diferentes formas de uso de la tierra. Por ello, la propuesta metodológica presentada en la segunda sección del Capítulo IV constituye un valioso aporte, pues nace de la realidad ambiental y sociocultural de la comunidad de estudio. Su principal virtud radica en que interpreta las limitantes y propiedades de los suelos que los usuarios reconocen y han manejado a través del tiempo, y también en que traduce y expresa dicho conocimiento en Índices que reflejan el estado actual de los suelos, con base en sus características inherentes y formas de uso del recurso. Además, su análisis específico e integrado establece la base de información que a futuro llegará a constituirse en los indicadores de calidad del suelo y de la tierra, con los cuales será posible evaluar permanente los cambios o impactos que pudieran ocurrir en la comunidad por factores de diversa índole —e.g. disminución de periodos de descanso de la tierra, cambio de uso de suelo, desastres naturales, políticas institucionales, etc.

La pertinencia de esta propuesta metodológica es encomiable, puesto que en México desde la década de 1980 se ha reconocido la necesidad de contar con indicadores que permitan evaluar el estado y los cambios del medio ambiente (SEDUE, 1986). A pesar de ello, es hasta fechas recientes que dio inicio el diseño y aplicación de indicadores a escala de país. Así, para 1999 se establecieron los indicadores de desarrollo sustentable (INEGI-SEMARNAP, 1999) y durante el siguiente año los indicadores ambientales (SEMARNAP, 2000b). En el marco de este último documento se ubican los indicadores de calidad del suelo (Tabla VI.3), mismos que fueron construidos con base en un estudio de gran visión, realizado durante 1999, con el fin de actualizar la información de los suelos del país.

Como se observa en la Tabla VI.3, la propuesta metodológica desarrollada para los suelos de Zoyatlán generó la información de los indicadores que han sido considerados en México para evaluar la calidad dinámica de los suelos. Sin embargo, en la metodología utilizada en la comunidad de estudio, adicionalmente se aportó la evaluación de la calidad inherente de los suelos. Llama la atención la ausencia de este último componente en el conjunto de indicadores de calidad del suelo que han sido propuesto para México, pues de él depende en gran medida definir la vocación del suelo para diferentes usos.

Por ejemplo, los resultados con la metodología paramétrica indicaron, por una parte, que más de 80% de la superficie total de la comunidad presenta restricciones moderadas y mínimas para el desarrollo de la agricultura que realizan los habitantes de Zoyatlán. Esto pudo ser corroborado tanto con el análisis por separado de los factores limitantes y de calidad —clase parcial-, como en la integración de ambos —clase global-. Así, las clases globales I y II se extienden sobre ≈ 746.13 ha, mientras que solamente poco más de 94 ha presentan severas restricciones para el desarrollo

Tabla VI.3. Definición, criterios y características y de los indicadores diseñados para evaluar la calidad de los suelos de México (tomado de INEGI-SEMARNAP, 1999; SEMARNAP, 2000b).

Criterio	Definición y Características
Indicador	<ul style="list-style-type: none"> • Definición: parámetro o valor derivado de parámetros generales, que provee información o describe el estado de un fenómeno dado – del ambiente o de un área específica- con un significado que trasciende el valor específico del parámetro. • Función básica: reducir el número de mediciones y parámetros que normalmente se requieren para reflejar una situación dada; simplificar el proceso de comunicación con el usuario.
Marco Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Presión–Estado–Respuesta • Herramienta analítica que trata de clasificar o jerarquizar la información sobre los recursos naturales y ambientales, a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas o económicas.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear los efectos a largo plazo de las prácticas agropecuarias y forestales en la calidad del suelo. • Evaluar el impacto económico de prácticas de manejo alternativas diseñadas para mejorar la calidad del suelo. • Examinar el avance de desertificación y aridificación de los terrenos nacionales. • Hacer el diagnóstico de la calidad de los terrenos en las áreas montañosas de las cuencas de captación de agua, de los terrenos agrícolas, forestales y de uso pecuario. • Examinar la efectividad de las políticas diseñadas para dirigirse al tema de calidad del suelo agrícola. <p>Mejorar el análisis de las políticas de calidad de suelo incluyendo no sólo valores ambientales sino también factores sociales y económicos.</p>
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad inherente del suelo: resulta de las propiedades innatas del suelo, que son determinadas por los factores que guían su formación, como el clima, la topografía, la biota y el material parental. • Calidad dinámica del suelo: se deriva de los cambios en la salud o condiciones de las propiedades del suelo, influenciadas por el uso agrícola y las políticas de manejo agropecuario.
Indicadores de Calidad Dinámica del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión hídrica: (a) dentro del sitio – deformación del terreno-; (b) fuera del sitio –depósitos, inundaciones, etc-. • Erosión eólica: (a) dentro del sitio -pérdida de la capa superficial del suelo, deformación del terreno-, (b) fuera del sitio – tolvaneras-. • Degradación por deterioro interno: (a) degradación química – pérdida de nutrientes, contaminación y acidificación, salinización, discontinuidad de la fertilidad inducida por inundaciones, otros problemas químicos-; (b) degradación física – encostramiento, compactación, degradación de la estructura del suelo, hidromorfismo del suelo, aridificación. • Degradación biológica: desbalance de la actividad microbiológica de la capa superficial del suelo.

de la agricultura. Por otra parte, el análisis por separado y combinado de las propiedades del suelo, representado por los diferentes índices, mostraron que actualmente en Zoyatlán la degradación química y física de los suelos es un fenómeno representado de forma aislada. Los resultados de los índices para valorar dichos procesos –suma y saturación de bases y densidad aparente, respectivamente- indicaron la dominancia de las categorías 1 y 2. Inclusive con base en las propiedades mineralógicas y de fertilidad potencial que presentan estos suelos, el riesgo de lixiviación de bases es mínimo. Con respecto a la vulnerabilidad de los suelos a la erosión, la dominancia de categorías 1 y 2 destacó que la erodabilidad moderada y baja en los suelos de la comunidad se extiende en más de 90% de su superficie total. Sin embargo, su asociación con los contenidos de materia orgánica debe ser tomada con cautela -por riesgo a la erosión hídrica-, sobre todo en los suelos donde la fracción fina es un componente importante. Esto se debe a que el índice que evaluó la materia orgánica mostró mayor variabilidad, aun cuando en él nuevamente dominaron las categorías 1 y 2. La mayoría de los suelos de la comunidad, en un sentido comparativo con los suelos agrícolas de México, presenta altos contenidos de materia orgánica, razón por la cual es inoperante determinar que en Zoyatlán existe un proceso de degradación biológica. A pesar de ello, la vinculación de esta variable con diferentes propiedades del suelo tales como: erodabilidad, densidad aparente, pH, fertilidad natural y potencial, retención de humedad y disponibilidad de fósforo, pone de manifiesto que de los seis índices considerados para evaluar la calidad, el de materia orgánica es el más promisorio para considerarlo como el indicador que a través de su seguimiento valore los cambios, positivos o negativos, que pudieran estar ocurriendo en la calidad de los suelos de la comunidad.

Este resumen señala las discrepancias que pueden presentarse cuando se aplican criterios que no reflejen fielmente la realidad ambiental que subyace al uso y manejo de los recursos. Resulta paradójico que bajo los criterios utilizados por el sistema de clasificación de tierras de Zoyatlán –que de acuerdo con la teoría serían inadmisibles-, en la actualidad estos suelos no presenten procesos serios de degradación en la mayor parte de su territorio; además, que éstos sostengan y hayan sostenido históricamente la agricultura de subsistencia que realizan los habitantes. Asimismo, llama la atención que las áreas degradadas o con escasa aptitud de uso agrícola, ya sea por el limitado espesor del suelo o sus características fisicoquímicas, normalmente se ubicaron en lugares donde Zoyatlán aún mantiene problemas de conflicto de tierras o en las áreas de límites comunitarios. Aunque esta situación podría ser un vestigio de los eventos catastróficos que sufrió la comunidad a principios del siglo XX, se debe reflexionar sobre si la razón del estado de esos suelos y casi siempre de la cubierta vegetal sea el resultado de la ausencia de las manipulaciones que los productores realizan cotidianamente para el mantenimiento de la productividad de sus tierras. Esta hipótesis toma sentido, si se consideran los resultados obtenidos por García-Barrios et al. (1991) para los suelos de la Mixteca Oaxaqueña. En este estudio se encontró, que la pérdida de las labores culturales que tradicionalmente realizaban los campesinos,

para la producción de granos básicos, fue una de las causas medulares que propició la degradación de los suelos de San Andrés Lagunas.

También destaca que de las 746.13 ha cuantificadas con restricciones moderadas y mínimas para el desarrollo de la agricultura –de acuerdo con la metodología paramétrica-, la superficie total con uso agropecuario actual sólo represente 32% de esa superficie potencial. Seguramente esto se relaciona con la variedad de estrategias laborales que realiza la población, además de criterios de eficiencia para el trabajo humano; como se demostró en este estudio, la agricultura se practica mayoritariamente con fines de autoconsumo para el abasto familiar (Ver Capítulo III). Esto confirma que el conocimiento empírico sintetizado en una clasificación por aptitud de uso de la tierra –cuyos criterios e intervalos de valoración reflejan las limitantes y potencialidades que el medio impone-, ha permitido mantener las actividades agropecuarias para su subsistencia, e indirectamente favorecer la presencia de una cubierta vegetal que abarca casi tres cuartas partes del territorio de Zoyatlán. Ello sugiere que los usuarios manejan una visión integral de los bienes y servicios ambientales que los recursos naturales de su territorio les brindan. Resultados similares se mencionan para otras áreas de México que son habitadas por grupos indígenas. A raíz del estudio de gran visión para los suelos de México (SEMARNAP, 2000b) se reconoció que el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias no siempre estuvo relacionado con procesos de degradación del suelo. Inclusive, a pesar que la erosión hídrica en las áreas montañosas representa 58% del total nacional, llama la atención que la proporción de suelos sin degradación aparente en éstas áreas (31%), sea ligeramente menor (38%) a la de los suelos del resto del país (SEMARNAT, 2002).

Los argumentos expuestos corroboran la hipótesis de este trabajo, en Zoyatlán existen de manera aislada distintos tipos de degradación; cuyo origen básicamente concierne a conflictos agrarios, pero que actualmente se manifiesta como un proceso de empobrecimiento florístico. Sin embargo, ello no representa la afectación más allá de niveles umbrales que impidan la funcionalidad del sistema de estudio, pues el territorio de la comunidad sigue brindando los beneficios de los que depende la supervivencia y la reproducción de la población. La documentación de la trayectoria histórica del sistema y el valor de uso de la tierra para fines productivos (ecosistema cultural) fue el sistema de referencia utilizado en este estudio, razón por la cual la premisa de la restauración ecológica acerca del ecosistema original fue desechada como la meta a alcanzar (Ver Capítulo I). La dinámica del sistema y su valor social y productivo indicaron que la rehabilitación era la estrategia promisoría, dado que en ésta no se incluye el reestablecimiento de la integridad biótica en términos de la composición y la estructura de la comunidad. Además, su versatilidad de aplicación en el paisaje permite incluir desde sencillas estrategias de manejo que ayuden a mantener las funciones de las que depende la agricultura, hasta aquellas en donde el componente biótico requiere de algunas manipulaciones para favorecer su dinámica y productividad (Ver Fig. I.1).

VI.5. Diseño de estrategias y escala de aplicación

Sobre las bases citadas en el apartado anterior se diseñaron y aplicaron las estrategias de restauración ambiental en Zoyatlán (Ver Fig. 1.1). Los sistemas agroforestales (SAG) representaron las prácticas que mantienen la productividad de la tierra y previenen la degradación del suelo, mientras que las plantaciones son la estrategia que ayuda a corregir la estructura y composición de las áreas que actualmente no se utilizan para la agricultura (Cervantes et al., 2001). A pesar de que en estas áreas existe un proceso de regeneración de la vegetación que es favorecido, tanto por las actividades productivas de los campesinos como por las condiciones de los suelos, sus características pueden mejorar a través de manipulaciones del componente biótico.

Aunque el diseño y la aplicación de estrategias se realizaron a nivel parcelario -debido a las particularidades de tenencia de la tierra-, ello no implicó la ausencia de una visión holística del paisaje de Zoyatlán. Por el contrario, cada estrategia distingue la diferenciación del espacio comunitario que los habitantes han plasmado en su territorio, pero a su vez, se integran en un escenario de continuidad territorial porque a esos espacios subyace el conocimiento de las particulares ambientales y socioculturales. Esto, de acuerdo con Hobbs y Norton (1996), favorecerá que la restauración se constituya en la herramienta que asegure el manejo integrado de los ecosistemas para su producción y conservación. Por ejemplo, las diferentes etapas y niveles de trabajo utilizados en esta investigación indicaron que los esfuerzos de mejoramiento (Tabla VI.1) deben dirigirse al nivel biótico, dado que en Zoyatlán existe un empobrecimiento florístico, derivado de la combinación de factores de disturbio histórico. A partir del análisis puntual de los diferentes parches de vegetación del BTC (Capítulo V) fue evidente que el tiempo de abandono agrícola, determina en parte las diferencias de las características de la vegetación. Sin embargo, destacó que la escasez de individuos reproductores y sus hábitos de colonización son los factores biológicos que limitan el arribo de las especies de etapas más tardías del BTC, a los sitios con vegetación secundaria temprana. Aunque este hallazgo pudiera parecer irrelevante, su distinción es crucial porque asentó las bases que permitieron generar los escenarios de planeación para el desarrollo de las estrategias.

En la selección de las especies vegetales a introducir en las prácticas preventivas y correctivas, se tomaron en cuenta en primer lugar las recomendaciones y preferencias de los productores por ciertas especies vegetales (Tabla VI.4). A continuación, se contrastaron las características ambientales de las parcelas, con la información de la distribución de las especies derivada tanto de los estudios en Zoyatlán -incluyendo los dos niveles de estudios utilizados para caracterizar la vegetación-; como la de otros realizados para la región de La Montaña (Arriaga, 1991; Casas, 1992; Arriaga et al., 1994; Aranguren-Becerra, 1994; Cervantes, 1996). En tercer lugar, en el caso de los SAG, además de tomar en cuenta lo anterior, se prestó atención a que las especies introducidas cumplieran con la premisa de no entorpecer el desarrollo de los cultivos y que aportaran beneficios adicionales para el mantenimiento y mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos (Hernández-Cruz et al., 2001). Adicionalmente, para poner en práctica las

Tabla VI.4. Especies utilizadas en las estrategias de restauración establecidas en Zoyatlán. La nomenclatura utilizada para el tipo de semilla de acuerdo con la viabilidad está basada en su almacenamiento *ex situ*: R = rústico, C = controlado. El tratamiento óptimo se derivó de la capacidad, velocidad y homogeneidad de germinación de las semillas. La edad de transplante se derivó de los estudios de crecimiento en vivero, además de los ensayos de calidad y transplante a diferentes edades de las plantas (Fuentes: López-González, 1999; Cervantes et al., 2001; Salas, 2003).

Especie	Características de las Semilla		Tratamiento Óptimo	Edad de Transplante
	Latencia	Viabilidad (años)		
<i>Acacia acatlensis</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	15 segundos de ebullición en agua	3 meses + 10 días
<i>Acacia bilimekii</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	15 segundos de ebullición en agua	4 meses + 10 días
<i>Acacia cochliacantha</i>	Primaria (Testa dura)	Más de 5 (R) - Ortodoxa	Abrasión física	3 meses + 10 días
<i>Acacia farnesiana</i>	Primaria (Testa dura)	Más de 3 (R) - Ortodoxa	Abrasión física	3 meses + 10 días
<i>Acacia macilenta</i>	Ninguna (Quiescente)	1 (R y C)	Remojo en agua 2 horas	3 meses + 10 días
<i>Acacia pennatula</i>	Primaria (Testa dura)	Más de 3 (R) - Ortodoxa	Abrasión física	4 meses + 10 días
<i>Agave cupreata</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R) - Ortodoxa	Remojo en agua 3 horas	8.5 meses + 10 días
<i>Diphysa occidentalis</i>	Ninguna (Quiescente)	1 (R y C)	Ninguno	4 meses + 10 días
<i>Erythrina americana</i>	Ninguna (Quiescente)	1 (R)	Ninguno	3 meses + 10 días
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Ninguna 60% del lote, Impuesta por tegumentos 40% (Polimórfica)	Más de 2 (R y C) - Ortodoxa	Semillas sin pericarpio	3 meses + 10 días
<i>Gliricidia sepium</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 2 (R y C) - Ortodoxa	Remojo en agua 2 horas	3 meses + 10 días
<i>Havardia acatlensis</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	15 a 30 segundos de ebullición en agua	4 meses + 10 días
<i>Leucaena esculenta</i>	Ninguna 50% del lote, Primaria 50% (Polimórfica)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	½ a 1 minuto de ebullición en agua	3 meses + 10 días
<i>Leucaena macrophylla</i>	Ninguna 50% del lote, Primaria 50% (Polimórfica)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	½ a 1 minuto de ebullición en agua	3 meses + 10 días
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	15 a 30 segundos de ebullición en agua	3 meses + 10 días
<i>Lysiloma divaricata</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	12 horas de remojo en agua	3 meses + 10 días
<i>Lysiloma tergemina</i>	Ninguna (Quiescente)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	15 a 30 segundos de ebullición en agua	3 meses + 10 días
<i>Mimosa benthamii</i>	Primaria (Testa dura)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	Abrasión física	3 meses + 10 días
<i>Mimosa polyantha</i>	Primaria (Testa dura)	Más de 3 (R y C) - Ortodoxa	Abrasión física	3 meses + 10 días
<i>Pithecellobium dulce</i>	Ninguna (Quiescente)	2 (R y C) ~ Quizá intermedia	Ninguno	4 meses + 10 días
<i>Prosopis juliflora</i>	Impuesta por tegumentos y Primaria (Testa dura)	Más de 2 (R y C) - Ortodoxa	Semillas sin pericarpio y ½ a 1 minuto de ebullición en agua	4 meses + 10 días

estrategias propuestas, se retomó el antecedente de la escasa disponibilidad de germoplasma para varias de las especies elegidas. Es precisamente en esta fase, donde los estudios de biología de las especies y técnicas silvícolas jugaron un papel crucial (Ver Fig. 1.1). Aunque en este caso se contaba ya con antecedentes metodológicos para propagar de forma masiva especies útiles para estos fines (Arriaga, 1991; Arriaga et al., 1994; Cervantes, 1996; Cervantes et al., 1996a; Cervantes et al., 1998), su perfeccionamiento tuvo que incluir en primer lugar el componente geográfico para la identificación de fuentes productoras de semillas de las especies de interés. Además, se establecieron colectas de semillas que permitieran: (a) evaluar la calidad de las semillas colectadas en las diferentes fuentes, a través de estudios de germinación, (b) diseñar las técnicas de manipulación y preservación de los propágulos para mantener su viabilidad a través del tiempo. En tercer lugar, este procedimiento llevó además a diseñar técnicas para seleccionar las prácticas de cultivo adecuadas a las características de crecimiento de las distintas especies (Tabla VI.4). Todo esto permitió la producción masiva de plantas de buena calidad que abastecieran continuamente las estrategias de rehabilitación realizadas en Zoyatlán (Cervantes et al., 2001). Si bien estos aspectos son los insumos cotidianos en los que se sustenta cualquier programa de mejoramiento de la cubierta vegetal, la insuficiencia de esta información, sobre todo para especies vegetales no convencionales, es una de los factores que obstaculiza la puesta en práctica de estrategias de restauración, no sólo en México (Cervantes, 1996; Cervantes et al., 1996b), sino también en otros países (Pywell y Putwain, 1996; Parrota et al., 1997; Gilbert y Anderson, 1998; Prach y Pysek, 2001).

Con respecto a las variables de seguimiento y evaluación de las estrategias de restauración (Ver Fig. 1.1), es menester destacar que su elección debe considerar tanto las de índole ambiental, como las sociales y económicas. Las experiencias obtenidas en Zoyatlán durante el desarrollo de este proceso mostró que la ausencia de alguno de estos componentes propicia análisis equivocados de las propuestas de restauración, pues su retroalimentación se manifiesta articuladamente en el éxito o fracaso de las estrategias. Por ejemplo, en los casos en donde la supervivencia y desarrollo de las plantas introducidas tuvieron resultados poco satisfactorios (supervivencia $\leq 50\%$), las características demográficas de la familia y su disponibilidad de fuerza de trabajo influyeron drásticamente en la obtención de esos resultados. Contrariamente, en aquellos casos en donde las alianzas de parentesco familiar o social se organizaron para realizar el establecimiento y cuidado de las estrategias, la sobrevivencia y desarrollo de las plantas fue considerablemente mayor (en algunos casos la supervivencia se ha mantenido en 90%; Ver Cervantes et al., 2001). Tal situación en primer lugar comprueba que las estrategias de restauración no pueden, ni deben diseñarse al margen de la población local. En segundo lugar muestra que aunque las estrategias sean técnicamente viables, su potencialidad depende de las redes sociales y económicas que se organizan al interior de las familias. En tercero, representa un llamado de atención para que las instituciones interesadas en desarrollar programas de

restauración ambiental, tomen en cuenta la estrecha relación que existe entre dichos componentes. La ausencia de esta visión puede propiciar que los recursos económicos asignados durante el desarrollo de estos programas, no coincida con los escenarios de tiempo que toma a las comunidades locales operar dichos programas.

VI.6. Reflexiones generales

La restauración vista como una herramienta del manejo integrado de la tierra, debe aportar el conjunto de alternativas que ayude a recuperar las funciones y servicios ambientales de los sistemas naturales, así como a mantener su funcionalidad, dentro de los límites permisibles para asegurar la subsistencia de las poblaciones humanas. Esta dualidad implica identificar en primer lugar dónde es necesario y posible restaurar, y en segundo, distinguir el diseño y la aplicación de estrategias de mejoramiento o mantenimiento, de acuerdo con el estado y uso actual del sistema de trabajo. Esta condición ayudará a hacer un uso más eficiente de los recursos económicos y humanos que actualmente se destinan para el desarrollo de estas actividades. La carencia de esta distinción, que se fundamenta en varios niveles de trabajo y análisis, en parte ha propiciado el escaso éxito de estos programas, lo cual también repercute en el desperdicio de los limitados recursos económicos dirigidos a estas actividades. Si bien se podría argumentar que dichos fracasos no atañen directamente a la restauración ecológica, pues este enfoque es relativamente reciente desde el punto de vista del sector científico (en los países desarrollados se presenta a raíz de la década de 1970) y que éste nace con intereses básicamente dirigidos a la conservación (Young, 2000), se debe considerar que en la aplicación de cualquier estrategia de mejoramiento del ambiente se requiere de recursos económicos extraordinarios, ya que restaurar siempre será más costoso que prevenir la degradación del ambiente.

Al respecto, es necesario recordar que en México la reforestación y la forestación (Tabla VI.1) han sido las estrategias utilizadas para tratar de mejorar o restaurar la cubierta vegetal del territorio desde hace mucho tiempo. La degradación de los bosques y sus efectos negativos en la población fue reflejada desde las primeras ordenanzas, que datan de 1579, para tratar de regular la explotación de los bosques, así como también para realizar reforestaciones. A pesar de ello, el desarrollo económico del país durante la época del porfiriato aumentó la afectación de los bosques; cabe recordar las concesiones ferroviarias y de explotación forestal, además de la Ley de Colonización —de donde nacen los términos de tierras ociosas y baldías (Tabla VI.1)—, durante el periodo de 1834 a 1911. Si bien durante todo ese tiempo se registraron varios intentos para promover el mejoramiento de la cubierta vegetal a través de la reforestación, no fue sino hasta 1934 que dicha actividad fue normada y realizada con mayor frecuencia, fundamentalmente en la ciudad de México. En ese año se decreta el día del árbol y se da inicio a los programas de reforestación de manera continua para la ciudad de México; asimismo, se establece el bimestre de la reforestación para las áreas rurales. Además, hacia 1935 dio inicio el establecimiento de viveros para producir las plantas que atendieran dichos programas (Moncayo, 1979). A pesar de las

condiciones relativamente más favorable para el desarrollo de la reforestación, los contratiempos a los que se enfrentaron esos programas fueron considerables. Conviene recordar las lagunas de información y de disponibilidad de propágulos que tuvo que enfrentar Miguel Ángel de Quevedo, entre otros problemas, para iniciar los programas de revegetación de la ciudad de México (Martínez-González, 1991).

Estos antecedentes señalan que la degradación de la cubierta vegetal ha sido un problema bien identificado durante mucho tiempo. Sin embargo, el escaso éxito de las estrategias para prevenir, aminorar o revertir dicho proceso, ha estado supeditado a carencias históricas constantes de diversa índole. Entre ellas, por una parte se encuentran las inconsistencias de las políticas institucionales, mismas que han tenido un papel crucial en el fracaso de dichos programas, pues por un lado se promovía la deforestación y por otro se favorecía la reforestación. Un claro ejemplo de esto fue el Programa Nacional de Desmontes decretado en 1960 (SARH, 1994a), aunque al parecer fue una modificación a la Ley de Colonización (Moncayo, 1979; Warman, 2001), y su paradoja hacia 1978 con las acciones de COPLAMAR, programa que integró las actividades de reforestación más ambiciosas y dirigido a todo el país (Cervantes et al., 1996b). Por otra parte, es indudable que el factor económico y la confusión de objetivos y metas que dichas acciones deberían revestir son causas básicas de sus escasos resultados. Entre ellos se pueden citar factores relativos a la elección de sitios para desarrollar las propuestas de mejoramiento, el desconocimiento del nivel de afectación, así como los factores causales de dicho estado. Por si esto fuera poco, a estas deficiencias también se debe añadir la escasa disponibilidad de información de las especies promisorias para los distintos objetivos que debe cubrir dicha actividad, la ausencia de planes sistemáticos que favorezcan el acopio y la preservación de propágulos de las especies deseadas; además del desconocimiento de las técnicas para la propagación adecuada de las especies. Aunque todas estas carencias han caracterizado históricamente a los programas de reforestación y forestación de México (Cervantes et al., 1996b), llama la atención que varias de ellas sean nuevamente los focos de atención que se destacan para lograr que las actividades de restauración tengan mayores probabilidades de éxito y replicabilidad.

Como se muestra en la Tabla VI.1, en los últimos años los esfuerzos de las instituciones encargadas de evaluar y corregir el estado del medio ambiente en México, son de considerar. Aunque en los términos y definiciones empleadas se puede notar una dirección y acotamiento hacia la identificación de niveles de afectación del ambiente natural y productivo, así como la distinción de líneas para prevenir o contrarrestar la degradación del suelo y la cubierta vegetal, no fue sino hasta 1994 que los programas de reforestación comenzaron a rediseñar la visión y objetivos del quehacer de esta actividad. Entre los cambios más destacables se encuentra la distinción de problemáticas que se vinculan a la degradación y pérdida de la cubierta vegetal en México, así como también el cambio gradual de las especies vegetales para tratar de responder adecuadamente a esa variedad de problemáticas. Además, en 1998 se realizó la primera evaluación —en toda la historia de los programas de reforestación del país— de las plantaciones

realizadas (SEMARNAP, 2000a). Los cambios graduales que operaron entre 1995 y 2000 en esos programas se enfrentaron a las deficiencias de información y de claridad de objetivos y metas que históricamente se han reseñado para el país, y que actualmente se indican para las acciones de restauración ambiental. Seguramente por esto, en los programas de financiamiento para las acciones de restauración, la CONABIO distingue los objetivos y prioridades de esos financiamientos (Tabla VI.5). En esta propuesta es posible visualizar que se pretende atender la variedad de factores que se vinculan a la degradación, el mejoramiento y la conservación de los recursos naturales del país.

Tabla VI.5. Líneas temáticas y prioridades del programa de restauración y compensación ambiental de la CONABIO.

Área	Líneas Temáticas
<p data-bbox="314 783 532 812">RESTAURACIÓN.</p> <p data-bbox="172 845 674 994">Actividades encaminadas a favorecer la recuperación y restitución de ecosistemas hábitats o especies que han sido degradadas, dañados o destruidos de manera directa o indirecta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="689 787 1361 845">• Acciones de restauración, recuperación reforestación, o remediación en áreas dañadas. <li data-bbox="689 853 1361 911">• Reintroducción de especies desaparecidas o extirpación de especies invasoras. <li data-bbox="689 919 1361 1002">• Estudios que aporten sustento a las acciones de restauración: inventarios biológicos, estudios ecológicos, socioeconómicos, etc. <li data-bbox="689 1011 1361 1069">• Monitoreo de las acciones de restauración a corto y largo plazo.
<p data-bbox="314 1098 532 1127">CONSERVACIÓN</p> <p data-bbox="172 1160 674 1309">Actividades encaminadas a la conservación directa, a través del manejo y protección de los ecosistemas y su biodiversidad incluyendo su uso sostenible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="689 1102 1361 1131">• Protección, seguridad y obras de prevención. <li data-bbox="689 1139 1361 1222">• Obras de carácter ambiental que sean de interés y beneficio para los habitantes de zonas dañadas y aledañas. <li data-bbox="689 1230 988 1259">• Educación ambiental <li data-bbox="689 1268 1361 1326">• Compra de tierra y pago de servidumbre ecológica (tierras frágiles y zonas núcleo) <li data-bbox="689 1334 1361 1392">• Desarrollo comunitario, aprovechamiento sustentable, mercados verdes <li data-bbox="689 1400 1361 1483">• Estudios que aporten sustento a las acciones de conservación: inventarios biológicos, estudios ecológicos, socioeconómicos, etc. <li data-bbox="689 1491 1361 1549">• Monitoreo de poblaciones y áreas naturales a corto y largo plazo.
<p data-bbox="172 1574 594 1603">CONTINGENCIAS AMBIENTALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="689 1574 1361 1690">• Acciones necesarias ante un riesgo inminente derivado de actividades humanas o de fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad y el equilibrio de un ecosistema.

Actualmente, el interés por la restauración del ambiente ha permeado a todos los niveles de la sociedad. Si bien esta moda es encomiable, resulta indispensable que todos los actores interesados en estas actividades cuenten con un panorama del conocimiento indispensable para que sus resultados sean satisfactorios. Como se mostró en esta investigación, ello implica una visión interdisciplinaria y un contexto de paisaje. De lo contrario, difícilmente la restauración podrá ser vista como la herramienta que dirija el manejo integrado de la tierra para su producción y conservación. Aun cuando en los últimos años en nuestro país se han destinado recursos económicos para el desarrollo de estas actividades, no hay que olvidar que en la historia de las políticas institucionales dirigidas al medio ambiente, la ponderación de prioridades y el destino de los recursos económicos son muy variables. Por tal razón, las condiciones que hoy en día se presentan deben ser capitalizadas eficientemente, lo cual implica un compromiso fuerte e ineludible para todos los actores interesados en la restauración del ambiente del país.

REFERENCIAS

- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 56 (Suppl.): 187-211.
- Aranguren-Becerra, A.R. 1994. Caracterización de los Bosques Tropicales Caducifolios y del Aprovechamiento de sus Recursos por Comunidades Nahuas de la Montaña de Guerrero. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arriaga, V. 1991. Fenología de 12 especies de La Montaña de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL/ INE/ UNAM. México, D.F.
- Bilsborrow, R.E. 1994. Population development and deforestation: some recent evidences. 117-134 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- Birdshai, N. 1994. Another look at population and global warming. 39-54 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- Bradshaw, A.D. 1989. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. pp. 53-74. En: W. Jordan III, M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Brown, S. y A. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6: 1-32.
- Cairns, J.J. 1989. Restoring damaged ecosystems: is predisturbance condition a viable option? *Environmental Professional*, 11: 152-159.

Actualmente, el interés por la restauración del ambiente ha permeado a todos los niveles de la sociedad. Si bien esta moda es encomiable, resulta indispensable que todos los actores interesados en estas actividades cuenten con un panorama del conocimiento indispensable para que sus resultados sean satisfactorios. Como se mostró en esta investigación, ello implica una visión interdisciplinaria y un contexto de paisaje. De lo contrario, difícilmente la restauración podrá ser vista como la herramienta que dirija el manejo integrado de la tierra para su producción y conservación. Aun cuando en los últimos años en nuestro país se han destinado recursos económicos para el desarrollo de estas actividades, no hay que olvidar que en la historia de las políticas institucionales dirigidas al medio ambiente, la ponderación de prioridades y el destino de los recursos económicos son muy variables. Por tal razón, las condiciones que hoy en día se presentan deben ser capitalizadas eficientemente, lo cual implica un compromiso fuerte e ineludible para todos los actores interesados en la restauración del ambiente del país.

REFERENCIAS

- Anderson, P. 1995. Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 56 (Suppl.): 187-211.
- Aranguren-Becerra, A.R. 1994. Caracterización de los Bosques Tropicales Caducifolios y del Aprovechamiento de sus Recursos por Comunidades Nahuas de la Montaña de Guerrero. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arriaga, V. 1991. Fenología de 12 especies de La Montaña de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL, / INE/ UNAM. México, D.F.
- Bilsborrow, R.E. 1994. Population development and deforestation: some recent evidences. 117-134 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- Birdshal, N. 1994. Another look at population and global warming. 39-54 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- Bradshaw, A.D. 1989. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. pp. 53-74. En: W. Jordan III, M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Brown, S. y A. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6: 1-32.
- Cairns, J.J. 1989. Restoring damaged ecosystems: is predisturbance condition a viable option? *Environmental Professional*, 11: 152-159.

- Casas, A. 1992. Etnobotánica y Procesos de Domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.D.C.) Benth. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cervantes, V. 1996. La Reforestación en La Montaña de Guerrero: Una Estrategia Alternativa con Leguminosas Nativas. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996a. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 82: 171-184.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996b. La problemática socioambiental de la reforestación en la Región de la Montaña, Guerrero México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 59: 67-80.
- Cervantes, V., V. Arriaga, J. Meave y J. Carabias. 1998. Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern México. *Forest Ecology and Management*, 110:329-341.
- Cervantes, V., M. López-González, N. Salas y G. Hernández. 2001. Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Las Prensas de Ciencias, UNAM/ PRONARE- SEMARNAP. México, D.F.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. CONABIO/ Instituto de Biología, UNAM/ Sierra Madre, S.C. México, D.F.
- CNA. 1990. Manual de Clasificación, Cartografía e Interpretación de Suelos, con base en el Sistema de Taxonomía de Suelos. Comisión Nacional del Agua - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, D.F.
- Cook, G.A. 1985. Historia de la tecnología agrícola en el altiplano central desde el principio de la agricultura hasta el siglo XIII. 7-76 pp. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). Tomo II: Historia de la Agricultura Época Prehispánica – Siglo XVI. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.
- Cousins, S. y O. Eriksson. 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology*, 17: 517-529.
- CP. 1991. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Colegio de Postgraduados/ SARH/ SPP. Chapingo, México.
- Cruz, M.C. 1994. Population pressure and land degradation in developing countries. 135- 147 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- Cruz, M.C., C. Meyer, R. Repetto y R. Woodward. 1992. Population growth, poverty and environmental stress: frontier migration in the Philippines and Costa Rica. World Resource Institute. Washington, D.C.

- Deininger, K. y B. Miten. 1996a. Poverty, Policies, and Deforestation: the case of México. Environment, Poverty, Growth. Working Paper # 5, World Bank. Washington D.C.
- Deininger, K. y B. Miten. 1996b. Determinants of Forest Cover and the Economics of Protection: an Application to Mexico. Environment, Poverty, Growth. Working Paper # 5. World Bank. Washington, D.C.
- Díaz- Perea, F.J. 1994. Estudio de la Recuperación de la Vegetación y la Fertilidad del Suelo en Terrenos Sujetos al Sistema de Producción Agrícola Tlacolole, en el Municipio de Alcozauca, Guerrero. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Dobson, A.P., A.D. Bradshaw y A.J.M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science*, 277: 515-522.
- Ehrenfeld, J.G. 2000. Defining the limits of restoration: the needs for realistic goals. *Restoration Ecology*, 8: 2-9.
- Gama-Castro, J.E. 1985. Taxonomía de Suelos. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- García-Barrios, R., L. García-Barrios, E. Álvarez-Buylla. 1991. Lagunas. Deterioro Ambiental y Tecnológico en el Campo Semiproletarizado. El Colegio de México. México D.F.
- Gilbert, O.L. y P. Anderson. 1998. Habitat Creation and Repair. Oxford University Press, Nueva York.
- Graae, B.J., P.B. Sunde y B. Fritzbooger. 2003. Vegetation and soil difference in ancient opposed to new forests. *Forest Ecology and Management*, 177: 179-190.
- Harper, J.L. 1989. The euristic value of ecological restoration. 35-45 pp. En: W. Jordan III, M. Gilpin y J. Aber (Eds.). *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Hernández-Cruz, E., S. Palacios-Mayorga, J.E. Gama-Castro y V. Cervantes. 2001. Effect of native tree legumes on soil restoration under agroforestry systems in the south of México. International Symposium on Silvopastoral Systems an Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. CATIE, San José, Costa Rica.
- Higgs, E.S. 1997. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 11: 338-348.
- Hoobs, R.J. y J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9: 239-246.
- Hobbs, R.J. y D.A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-110.
- Hoonay, O., M. Hermy y P. Coopin. 1999. Impact of habitat quality on forest plant species colonization. *Forest Ecology and Management*, 115: 157-170.
- INEGI. 1994. VII Censo Agrícola – Ganadero. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

- INEGI-SEMARNAP. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente. México, 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI-SEMARNAP. 1999. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- Islam, K.R. y R.R. Weil. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 9-16.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical ecological and biocultural restoration. *Science*, 239: 243-244.
- Jim, C.Y. 2003. Soil recovery from human disturbance in tropical woodlands in Hong Kong. *Catena*, 52: 85-103.
- Jordan III, W.R. 1994. Sunflower forest: Ecological restoration as the basis for a new environmental paradigm. 17-34 pp. En: Dwight B., A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). *Beyond Preservation: Restoring and Inventing Landscapes*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Kim, O. y P. van den Oever. 1992. Demographic transition and patterns of natural-resources use in the Republic of Korea. *Ambio*, 21:56-62.
- Landa, R.M.A. 1992. Evaluación Regional del Deterioro Ambiental en La Montaña de Guerrero. Tesis (Maestría en Ciencias Ambientales). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Ley Agraria, 1993. Nueva Legislación Agraria. Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares. Procuraduría Agraria. México, D.F.
- López-González, M. 1999. Germinación de Semillas de Especies de Leguminosas Silvestres de Uso Múltiple (*Dyphysa occidentalis* Rose, *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg., *Lysiloma tergemina* Benth, y *Mimosa benthamii* Macbride) de la Región de la Montaña del Estado de Guerrero. Tesis Profesional (Biología). Escuela de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Guerrero.
- Lugo, E. 1997. The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. *Forest Ecology and Management*, 99: 9-19.
- Lugo, E. 1999. Will concern for biodiversity spell doom to tropical forest management? *The Science of the Total Environment*, 240: 123-131.
- Martínez-González, L. 1991. Las áreas verdes de la Ciudad de México: una perspectiva histórica. 283-357 pp. En: López-Moreno, I.R. (Ed.). *El Arbolado Urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. MAB/ UAM-Azcapotzalco/ Instituto de Ecología A.C. México, D.F.
- Masera, O. 1996. Deforestación y Degradación Forestal en México. GIRA. Documento de Trabajo No. 19. Pátzcuaro, Mich., México.
- Maass, J.M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. 399 – 421 pp. En: S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Nueva York.

- Moncayo, R.F. 1979. Relación de Algunas Cosas de los Montes de México: un Ensayo Histórico del Asunto Forestal. Premio Nacional Forestal 1979. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre/ SARH. México, D.F.
- Morris, J., D.G.J. Gowing, J. Mills y J.A.L. Dunderdale. 2000. Reconciling agricultural economics and environmental objectives: the case of recreating wetland in the Fenland area of eastern England. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 245-247.
- Murphy, P. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-88.
- Myers, N. 1991. The world's forest and human populations: the environmental interconnections. 237-251 pp. En: K. David y M. Bernstam (Eds.). *Resources and Environment Population: Present Knowledge, Future Options*. Oxford University Press. Oxford, England.
- Myers, N. 1994. Population and the environment: the vital linkages. 55-63 pp. En: *Population, Environment and Development*. United Nations, Nueva York.
- NHI. 1997. *Environmental Degradation and Migration. The U.S./Mexico Case Study*. Natural Heritage Institute, San Francisco.
- Paniagua, A., J. Kammerbauer, M. Avedillo y A.M. Andrews. 1999. Relationship of soil characteristics to vegetation succession on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 215-225.
- Parrota, J.A. y O.H. Knowles. 1999. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology*, 7: 103-116.
- Parrota, J.A., J.W. Turnbull y N. Jones. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99: 1-7.
- Poudevigne, I. y J. Baudry. 2003. The implication of past and present landscape patterns for biodiversity research: introduction and overview. *Landscape Ecology*, 18: 223-225.
- Pearce, D. 1990. Población, pobreza y medio ambiente. *Pensamiento Iberoamericano*, 18: 223-258.
- Pfadenhauer, J. 2001. Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. *Restoration Ecology*, 9: 220-229.
- Prach, K. y P. Pysek. 2001. Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from Central Europe. *Ecological Engineering*, 17: 55-62.
- Prach, K., P. Pysek y B. Marek. 2001. Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: a pattern across seres. *Applied Vegetation Science*, 4:83-88.
- Pywell, R. y P. Putwain. 1996. Restoration and conservation gain. 203-221 pp. En: I.F. Spellerberg (ed.). *Conservation Biology*. Longman-Harlow. Singapur.
- Rojas, T. 1985. La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. 129-231 pp. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). *Tomo I: Historia de la Agricultura Época Prehispánica – Siglo XVI*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.

- Rossiter, D.G. 1994. Non-FAO Land Classification Methods. 1-21 pp. En: Cornell University (ed.). Land Evaluation College of Agriculture and Life Sciences. http://wwwscas.cit.cornell.edu/landeval/le_notes/s494ch7p.htm
- Salas Nava, N.S. 2003. Viabilidad y Comportamiento Germinativo de Seis Especies de Leguminosas de la Selva Baja Caducifolia, en Condiciones de Almacenamiento Controlado. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla Edo. de México.
- SARH. 1994a. Inventario Forestal Periódico 1992-1994. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre –Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- SARH. 1994b. Reglamento de la Ley Forestal. México, 1994. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General Jurídica. México, D.F.
- SEDUE. 1986. Informe sobre el Estado del Medio Ambiente en México. Secretaría de Ecología, México, D.F.
- SEMARNAP. 1997a. Ley Forestal. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAP. 1997b. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAP. 2000a. La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAP. 2000b. Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAT. 2002. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- SER. 2002. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group. The SER Primer on Ecological Restoration. www.ser.org/.
- Toledo-Manzur, C.A. 1994. Diagnóstico Ecogeográfico y Ordenamiento Ambiental del Municipio de Alcozauca, Gro. a través de un SIG. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Torres, W.B. 1985. Las plantas útiles en el México antiguo según las fuentes del siglo XVI. 53-128 pp. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). Tomo I: Historia de la Agricultura Época prehispánica – Siglo XVI. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.
- Trejo, I. 1998. Distribución y Diversidad en Selvas Bajas de México: Relaciones con el Clima y el Suelo. Tesis (Doctorado en Ciencias - Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Turner, F. 1994. The invented landscape. 35-66 pp. En: Dwight-Baldwin, A., J. de Luce y C. Pletsch (Eds.). Beyond Preservation. Restoring and Inventing Landscapes. University of Minnesota Press. Minneapolis.

- van der Wal, H. 1996. Modificaciones de la vegetación y el suelo por los chinantecos de Santiago Tlapeusco, Oaxaca, México. *Etnoecológica*, 3: 37-57.
- van der Wal, H. 1998. Chinantec Shifting Cultivation and Secondary Vegetation. A case-study on secondary vegetation resulting from indigenous shifting cultivation in the Chinantla, Mexico. BOS Foundation, Organization for International Forestry Cooperation. Wageningen.
- van der Wal, H. 1999. Chinantec Shifting Cultivation: Interactive Landuse. A case-study in the Chinantla, Mexico, on Secondary Vegetation, Soils and Crop Performance under Indigenous Shifting Cultivation. Treemail Publishers. Heelsum, Holanda.
- Wali, K. 1992. Ecology of the rehabilitation process. 3-23 pp. En: M.K. Wali (Ed.). *Ecosystem Rehabilitation Vol. I*. SBP Academic Publishing. La Haya.
- Warman, A. 2001. *El Campo Mexicano en el Siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Williams, B.J. 1985. Clasificación nahua de los suelos. 233-236 pp. En: T. Rojas y W.T. Sanders (ed.). *Tomo I: Historia de la Agricultura Época Prehispánica – Siglo XVI*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.
- Williams, B.J. and C.A. Ortiz-Solorio. 1981. Middle american folk soil taxonomy. *Annals of the Association of American Geographers*, 71: 335-358.
- WRB. 1994. *World Reference Base for Soil Resources (draft)*. FAO - World Soil Resources. Wageningen/ Roma.
- Young, T.P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, 92: 73-83.
- Zapfack, L., S. Engwald, B. Sonke, G. Achoundong y B. Madong. 2002. The impact of land conversion on plant biodiversity in the forest zone of Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2047-2061.
- Zimmerman, J.K., J.B. Pascarella y T.M. Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology*, 4: 350-360.