

00322

162



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE HONEY Y PAHUATLÁN DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, PUEBLA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
MARCOS REYES DÍAZ



DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ LÓPEZ GARCÍA

2003

l.a





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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA 14
MEXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Estudio de la vegetación en los municipios de Honey y Pahuatlán de la Sierra Norte de -- Puebla, Puebla.

realizado por Marcos Reyes Díaz

con número de cuenta 9650406-6 , quien cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dr. José López García

Propietario M. en C. Nelly Diego Pérez

Propietario M. en C. Jaime Jiménez Ramírez

Suplente M. en C. Lilia de Lourdes Manzo Delgado

Lilia de Lourdes Manzo

Suplente M. en C, Lucio Lozada Pérez

Lucio Lozada P.

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

"El cielo proclama la gloria de Dios; de su creación nos habla la bóveda celeste"

Salmo de David 19:1

A MIS PADRES

Papá y Mamá: Tantos años se han esforzado por hacer hijos responsables. Puedo decir con orgullo: Lo han logrado.

Gracias

A MI ESPOSA

Por lo que sabes. Tú formas parte de todo este trabajo

A MIS HERMANOS

Carmen y Alberto. Se que así como hasta hoy hemos estado juntos lo seguiremos estando por que nos amamos

A FAMILIA GARCÍA REYES

Israel, Cristina y Omar

Su apoyo ha sido total para concluir el trabajo. Gracias

A MIS ABUELOS

Emilia, Lorenzo y Guillermina(t). Gracias por el apoyo y la sabiduría de cada uno
de ustedes

A MI TÍA ALICIA

Gracias por que has estado conmigo

A MI ASESOR

Por sus acertadas observaciones para la mejora del trabajo. Le agradezco mucho
su apoyo

A MIS SINODALES

Gracias por las observaciones hechas para la mejora del trabajo

AL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNAM

Por las facilidades y el material para la elaboración de este trabajo

A MIS AMIGOS

Ricardo y Leonardo por su ayuda en el campo

Álvaro y Pablo por su apoyo en el instituto

Marisol, Ramón, Norma, Adriana y José Luis por su ayuda que me dieron en una
u otra manera

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
ANTECEDENTES.....	5
DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO.....	17
METODOLOGÍA	36
RESULTADOS	41
DISCUSIÓN	65
CONCLUSIÓN	74
BIBLIOGRAFÍA	75
APÉNDICE (FOTOGRAFÍAS).....	79

INTRODUCCIÓN

México posee una diversidad biológica considerada entre las más ricas, abundantes y variadas del mundo pues en su territorio están representados prácticamente todos los ecosistemas que se han descrito para el planeta. Esto es debido a su particular situación geográfica y sus variadas condiciones topográficas, climáticas y edáficas, que da como resultado las condiciones favorables para el establecimiento de los diversos ecosistemas en los que se van a encontrar una gran cantidad de especies de fauna y flora (Trejo, 1983).

Los factores que participan en el establecimiento de ecosistemas, también tienen influencia directa sobre la flora del país. En función de la ubicación de México con respecto al resto del continente americano, las relaciones geográficas de su flora se manifiestan fundamentalmente en dos direcciones opuestas: hacia el sur y hacia el norte. Esta ubicación le permite compartir especies vegetales de tipo templado del norte del continente (zona neártica) y especies de tipo tropical que habitan en la región sur del continente (zona neotropical). Esto ha ocasionado que México sea el puente durante varios millones de años al movimiento de flora de Norteamérica hacia Sudamérica y viceversa.

La flora del país se encuentra distribuida en comunidades vegetales que debido a las condiciones de relieve y diversidad de climas permiten una amplia variedad de ellas. Debido a la presencia de grandes sistemas montañosos

distribuidos a todo lo largo y ancho del país se origina un amplio rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta alturas superiores a 4000 msnm. Estos rangos altitudinales son los que determinan los diferentes climas, que para el caso de México, van desde los climas tropicales (0 – 1500 msnm) hasta los climas fríos (> 4000 msnm) de las altas montañas pasando por los climas secos y templados.

El clima de una región influye directamente sobre las comunidades vegetales, ya que determina la cantidad de energía solar que entra al ecosistema así como la temperatura, precipitación, la presencia de vientos y la distribución de microorganismos y animales. Sin embargo, el clima no solamente influye directamente sobre estas comunidades vegetales sino que también actúa sobre los procesos de formación del suelo mediante el intemperismo de rocas además de los procesos de erosión y acumulación de restos vegetales. La distribución de las comunidades vegetales va a depender de las características y propiedades del suelo, como de la cantidad de nutrientes, permeabilidad, estructura y textura del suelo.

México es un país que presenta toda esta complejidad de factores y por ende, una gran variedad de ecosistemas y comunidades vegetales o tipos de vegetación, que es necesario estudiar y determinar, ya que en base al conocimiento detallado de ellos se puede conocer la distribución de estas comunidades y así contar con mejores herramientas para su conservación y aprovechamiento en las áreas científicas, tecnológicas, económicas y culturales.

Una manera de estudiar los tipos de vegetación del país es mediante el uso de fotografías aéreas, ya que éstas permiten la ubicación y cuantificación de las comunidades vegetales de una zona determinada de manera más sencilla, rápida y económica, para así obtener la caracterización y descripción de un área en estudio (Rico, J. 1983). A partir de la interpretación de fotografías aéreas, se ha elaborado cartografía de tipos de vegetación del País, permitiendo mediante esta técnica la ubicación geográfica con georeferencia en un marco que da a conocer la distribución y cuantificación de los tipos vegetales (Cámara, A. 1982).

Al contar con un estudio de tipos de vegetación y su representación cartográfica, es posible realizar cuantificaciones y comparaciones a través de los Sistemas de Información Geográfica, que permiten un mayor conocimiento acerca del comportamiento y distribución de las comunidades vegetales en un área así como tendencias sobre el cambio de uso de suelo al analizar cartografía antigua con la actual (Cámara, A. 1982).

La riqueza en tipos de vegetación en México se ha visto influenciada desde hace muchos años por el aprovechamiento de los recursos naturales debido al crecimiento desmedido de la población que ha tenido la necesidad de utilizar amplias regiones del país donde antes se establecían las comunidades vegetales. La necesidad de alimentación, industria y habitación han provocado que comunidades vegetales se vean afectadas y por ende se ha visto una marcada disminución de éstas a lo largo de los años.

En la actualidad hay regiones de México que se encuentran mejor estudiadas que otras, en lo que a tipos de vegetación se refiere, por lo que se requiere que en aquellas zonas en donde el conocimiento sobre este tema sea menor, se deben realizar estudios básicos para el mejor conocimiento, conservación y utilización de esos recursos como por ejemplo en los estados de Michoacán, México, Tlaxcala, Guanajuato y Puebla donde este tipo de estudios son escasos (Trejo, 1983).

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivos:

- Determinar los tipos de vegetación que se encuentran en la región de la Sierra Norte de Puebla dentro de los municipios de Honey y Pahuatlán**
- Elaborar un mapa de vegetación para esta región en base a fotografías aéreas y manejo de SIG.**

A N T E C E D E N T E S

Las diversas comunidades vegetales que se encuentran en el país han sido estudiadas desde hace muchos años de diversas maneras con diferentes técnicas y objetivos.

CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

De los trabajos realizados para la República Mexicana se encuentra el trabajo de clasificación que realizó Miranda y Hernández X. (1963) en el que se obtuvo una clasificación de 32 tipos vegetales que son descritos principalmente en lo que se refiere a la fisonomía derivada de la forma de vida de las especies dominantes.

Rzedowski (1988) haría una nueva propuesta de clasificación en la que apoyado en características fisonómico-florísticas y en las relaciones geográficas de la vegetación reconoce diez tipos de vegetación para la República Mexicana entre los que se encuentran el bosque mesófilo de montaña, el bosque tropical perennifolio y subcaducifolio, el bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y los bosques de encinos y coníferas.

A continuación se describen algunos tipos vegetales más comunes en el área en estudio según ésta última clasificación (Rzedowski, 1988).

Bosque de *Quercus*: También se les llama encinares y se consideran comunidades vegetales comunes en las zonas montañosas de México. Constituyen, junto con los pinares, la vegetación característica de clima templado húmedo aunque llegan a penetrar en áreas de clima caliente. Se conocen encinares en prácticamente todo el país a excepción de los estados de Yucatán y Quintana Roo.

El bosque en el que predominan los encinos se distribuye desde el nivel del mar hasta un poco más de los 3000 metros de altitud aunque la mayor parte de los encinares se encuentran entre los 1200 y 2800 metros. Este tipo de vegetación se presenta en lugares con van de los 600 a 1200 mm de precipitación media anual, mientras que las temperaturas medias anuales van frecuentemente de 12 a 20° C.

La mayor parte de bosques de *Quercus* están formados por árboles bajos y con troncos delgados aunque suele existir toda una gama de variedades. Existen especies de *Quercus* caducifolias por lo que en los lugares donde dominan estos será caducifolio. Pero la carencia de follaje es breve en la mayor parte de los casos. La mayor parte de los encinos de México tienen hojas gruesas y duras.

Los bosques de encino son comunidades cuya altura va desde 2 hasta 30 m de altura y son generalmente de tipo cerrado. Varían de caducifolios a perennifolios y puede formar masas puras aunque los encinares guardan

relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales formando bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*.

Bosque de coníferas: Este tipo de bosque es frecuente en las zonas de clima templado y frío del País y se puede dividir de acuerdo a los géneros a que pertenecen las especies dominantes.

Bosque de *Pinus*: Existen bosques de pino en todo el País. Su distribución coincide en general con las zonas montañosas que llegan al límite de la vegetación alrededor de los 4000 msnm aunque la mayor parte de ellos están en altitudes entre los 1500 y 3000 m.

Tienen una tolerancia de temperatura media anual de manera general entre 10 y 20° C y entre 600 y 1000 mm de lluvia al año. Son comunidades resistentes a heladas y a un periodo largo de sequía. En todos los casos se trata de una comunidad siempre verde aunque en conjunción con encinos podría llegar a hacerlo más o menos caducifolio. La altura del bosque, de manera general, oscila entre 8 y 25 m. y sus troncos son generalmente rectos.

Bosque de *Cupressus*: Sólo en muy pocos lugares de México, las especies de *Cupressus* son dominantes aunque conviven con otras especies de coníferas como los *Pinus*. Generalmente son árboles de 15 a 35 m de alto, siempre verdes y de follaje oscuro. Este bosque se desarrolla en sitios de clima

húmedo y fresco. Las especies de *Cupressus* pueden dominar en manchones dentro del bosque de *Abies* o *Pinus*.

Bosque mesófilo de montaña: En México éste bosque está en los climas húmedos de altura y ocupa sitios más húmedos que los bosques de *Quercus* y *Pinus*, pero más frescos que en los que se desarrollan los bosques tropicales. Este tipo de vegetación se encuentra en el país de manera discontinua tanto en la Sierra Madre Oriental como en la Occidental. Sin embargo, su distribución es limitada y fragmentaria.

El límite altitudinal inferior se encuentra alrededor de los 400 m siendo más común a los 600 m, mientras que el límite superior varía hasta los 2700 m, dependiendo de la distribución de la humedad. La precipitación media anual nunca es inferior a 1000 mm y un denominador común de casi todos los sitios con bosque mesófilo de montaña es la presencia de frecuente niebla y la consiguiente alta humedad atmosférica. La temperatura media anual varía de 12 a 23° C de manera general.

El bosque mesófilo de montaña se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendientes pronunciada. También se halla restringido a cañadas protegidas del viento y de la insolación. Puede descender hasta orillas de arroyos. La flora presenta vínculos con la flora de las regiones neárticas y con la de tipo neotropical. También se presentan especies de distribución restringida al país (endémicas) lo cual lo hace un tipo de bosque con una representación

florística amplia. Es un bosque denso que por lo general presenta árboles de 15 a 35 m de alto que incluye tanto especies perennifolias como de hoja decidua.

Bosque tropical caducifolio: En esta denominación se encuentran los bosques de regiones de clima cálido y dominados por especies arborecentes que pierden sus hojas en la época seca del año. Este bosque es característico de la vertiente del océano Pacífico, aunque hay algunos manchones en el lado del Golfo de México. El bosque tropical seco se desarrolla entre los 0 hasta los 1500 m de altitud, de manera general, y presenta temperaturas medias anuales entre 20 y 29° C. La humedad es desigual en todo el año ya que se observan dos estaciones bien marcadas: la lluviosa y la seca por lo que la precipitación media anual varía, frecuentemente, entre los 600 y 1200 mm.

Este bosque es una comunidad densa en la que sus especies arbóreas oscilan entre 5 y 15 m de altura y estos son generalmente retorcidos y ramificados de sus troncos. Muchas de las especies tienen cortezas de colores llamativos y superficie brillante, exfoliándose continuamente de sus partes externas. El follaje es en general de color verde claro y como característica primordial es la pérdida de hojas en la mayoría de las especies. El bosque tropical seco muestran una gradación en su distribución: A medida que se extienden hacia zonas notablemente más áridas se van convirtiendo en comunidades más y más achaparradas y con una participación cada vez mayor de plantas espinosas y cactáceas.

ESTUDIOS SOBRE VEGETACIÓN

Además de los intentos por clasificar a la vegetación también se han realizado trabajos que tienen que ver con su distribución a lo largo del país. Entre estos trabajos se puede citar el realizado por Trejo (1984) en el que se estudió la distribución de la selva baja caducifolia en el estado de Guerrero.

El bosque mesófilo de montaña fue estudiado por Puig (1987) quien hizo un estudio bastante completo de su distribución y composición para el estado de Tamaulipas, mientras que el matorral xerófilo ha recibido atención de González Medrano (1984) quién en su trabajo presenta la distribución de ésta comunidad vegetal en el estado de Oaxaca. Un trabajo de distribución elaborado en el año 2000 es el Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT, 2000) que concluyó con la impresión de mapas de cubierta vegetal para la República Mexicana a una escala de 1:250 000.

La vegetación del estado de Puebla es muy variada debido a que dentro del estado se presentan diversas condiciones climáticas que influyen en la distribución de esta vegetación. Sin embargo, el estudio de la zona norte del estado (Sierra Norte de Puebla) ha sido mayormente enfocado a los trabajos de carácter etnobotánico. Ejemplo de este tipo de estudio es el elaborado por Leszczynska-Borys (1995) quien realizó un estudio etnobotánico en las fiestas de algunos de los pueblos de la Sierra Norte de Puebla en el que determinó cuales son las plantas más utilizadas en dichas festividades, la forma en la que eran usadas y la manera

de prepararlas. Otro trabajo de carácter etnobotánico es el elaborado por Martínez *et al.* (1995) quienes realizaron un catálogo de plantas que son utilizadas en varias regiones de la Sierra Norte de Puebla.

A pesar de que estos trabajos aportan información acerca de la vegetación de la Sierra Norte de Puebla, son pocos los que cuentan con datos acerca de las comunidades vegetales y su distribución. Entre los trabajos sobre vegetación que se han realizado está el de Miranda y Sharp (1950) en donde mencionan que cerca del poblado de Honey existe un bosque de encino, con un estrato arbóreo de 15 metros de alto teniendo como representantes a *Quercus crassifolia*, *Q. aff. mexicana*, *Q. stipularis*, *Q. affinis* y algunos ejemplos de los géneros *Clethra*, *Ainus* y *Comus*, además de numerosas ericáceas en el arbustivo. Para la zona entre Pahuatlán y Huauchinango estos mismos autores mencionan la existencia de un bosque más abierto y bajo (12 m) de *Q. martensiana*.

Paray (1949) cita que en las cercanías de Honey existen bosques frondosos de encinos y una gran variedad de ericáceas y conforme se va bajando en la sierra la vegetación va cambiando por especies de tipo semitropical. Cita también algunas especies como *Lycopodium complanatum* y *Vaccinium geminiflora* que se encuentran en las cercanías de Pahuatlán en bosques de encinos. Por último, menciona que entre Pahuatlán y Tenango de Doria hay todavía algunas selvas vírgenes.

FOTOINTERPRETACIÓN DE VEGETACIÓN

Las fotografías aéreas son una herramienta importante para los estudios de vegetación, ya que son una representación fiel del terreno y de las características en el momento de la toma. Al observar y analizar fotografías aéreas, es posible generar hipótesis y modelos acerca de la distribución de los tipos vegetales de un área determinada para un mejor conocimiento de la realidad. Mediante el uso de tomas fotográficas se posibilita la realización de estudios de vegetación a costos más reducidos, en relación con los que implican los levantamientos directos en campo, o la utilización de imágenes de satélite.

Las características fotográficas están asociadas a las variables visuales de tono, color, textura, forma y contraste, que facilitan la aplicación de criterios de identificación de los detalles observables. Existe una correlación entre la experiencia y el conocimiento de la realidad, lo cual determina la identificación de objetos y sus características, además de permitir su asociación para construir modelos de los objetos y fenómenos reales. Esto constituye lo que se ha denominado fotointerpretación (Moncayo, 1970).

El uso del material fotográfico es muy amplio y práctico ya que el proceso, a base de práctica de fotointerpretación, se puede hacer en poco tiempo, con mucha confiabilidad, con un nivel de detalle bastante alto y a costos muy bajos. Sin embargo, el uso de fotografías aéreas requiere de un manejo adecuado que se basa en la interpretación de la línea de vuelo (por lo general es de este-oeste)

para la ubicación del norte geográfico, el conocimiento de la época en la que fue tomada la fotografía, así como, la hora de la toma.

Las cubiertas vegetales y las zonas urbanas presentan un patrón de textura singular e inconfundible, que es necesario analizar para la separación de estas unidades. Cada tipo de vegetación presentará un patrón de distribución de copas de los árboles característico y aun los lugares sin ningún patrón pueden ser indicación de un lugar deforestado o la presencia de algún lago o río. El nivel de color (tonos) tanto en fotografías a color como en blanco y negro está dado por la capacidad de absorción lumínica de la superficie, lo que facilitará la división de unidades de vegetación y lugares planos o sin presencia de vegetación. Por último, se debe tener en consideración los bordes y límites de las unidades presentes en la fotografía, ya que, patrones rectilíneos y regulares pueden representar actividades antropogénicas, mientras que el ambiente natural, generalmente, no presenta un límite o borde regular.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

El avance de la tecnología en computación ha permitido el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, los cuales permiten hacer análisis en el ámbito de los recursos naturales y del medio ambiente (López, 1994).

Los SIG son definidos como un conjunto de conocimientos y procedimientos utilizados para obtener, almacenar, manipular, visualizar, analizar y representar

información georeferenciada, que permite la creación de gráficas y tablas a partir de una base de datos (Franco, 1998). Pueden ser vistos como un sistema computarizado diseñado para la entrada, almacenamiento, representación, manipulación y análisis de grandes volúmenes de datos referenciados espacialmente. Estos describen entidades espaciales en términos de su posición con respecto a un sistema de coordenadas conocido, sus atributos relacionados con esta posición (color, frecuencia, etcétera) y sus interrelaciones espaciales con otros objetos.

Sus aplicaciones más relevantes son la búsqueda de coincidencias de factores que intervienen en la presencia de un fenómeno como la definición de áreas con la presencia de cierto suelo, con cierta pendiente y con una cantidad de lluvia. También sirve para delimitar áreas que tienen un mismo intervalo altitudinal, tipo de vegetación y litología. Otra aplicación importante de los SIG es la actualización de la información geográfica producida que se da en los casos de crecimiento de áreas urbanas, cambios en el uso de suelos, construcción de nueva infraestructura, etcétera. Por último, los SIG permiten monitorear o tener un seguimiento, mantenimiento y planeación de servicios en las ciudades o definir áreas que requieren ciertas medidas de control, contrarrestar el uso inapropiado de recursos, entre otros (López, 1994 y López *et al.* 1996).

Toda esta gama de información es utilizada y analizada por diversos especialistas en muchas áreas del conocimiento como puede ser la de recursos naturales (climatólogos, geógrafos, edafólogos, etcétera), aspectos bióticos

(botánicos, zoólogos, ecólogos, etcétera), sociales y económicas (sociólogos y economistas) e incluso en el área legal (legisladores ambientales). Es por ello la utilidad de un sistema que permite la integración, análisis, captura y organización útiles para todas estas áreas (Franco, 1998).

Existen varios tipos de SIG pero la mayoría cuenta con ciertos elementos básicos como son:

- Subsistema de captura de datos, los cuales colectan y/o procesan datos espaciales derivados de mapas existentes o sensores remotos.
- Subsistema de manipulación y análisis con el cual es posible una simulación de fenómenos de espacio y tiempo.
- Subsistema de reporte de datos, el cual permite desplegar y manipular datos entregando como salida modelos espaciales en forma tabular o en forma de mapa.

El Sistema de Información Geográfica ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*) fue desarrollado para que los usuarios de este sistema tuvieran una herramienta con la mayor flexibilidad posible y con un amplio campo y variedades de aplicaciones en diferentes disciplinas (López, 1994).

El SIG ILWIS permite el uso de información con una estructura raster y vectorial, así como datos de atributos con estructura tabular, lo cual le permite realizar procesamiento de imágenes digitales y análisis espaciales, así como también la utilización de bases de datos tabulares. Otro factor importante de este sistema es que está pensado para personas que no están del todo relacionadas con el trabajo en SIG y que carecen de un amplio conocimiento de computación. Es por ello que todas las funciones están en función de un menú de fácil manejo como en una especie de ramas de árbol.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Localización

El área en estudio se encuentra localizada dentro de los municipios de Honey y Pahuatlán en la región de la Sierra Madre Oriental conocida como Sierra Norte de Puebla.

La zona se encuentra limitada al norte por el río Los María desde la población de La Magdalena continuando con el río San Marcos hasta su cruce con el río Mamiquetla.

Al sur está delimitada por algunas carreteras que son: carretera Honey-Tonalixco hasta la población de La Magdalena, carretera Honey-San Miguel y carretera San Miguel-Santa Ana. En la porción restante el límite es a través del río Atotonilco desde la carretera San Miguel-Santa Ana continuando con el río Mamiquetla hasta su cruce con el río San Marcos.

Sus coordenadas extremas UTM corresponden de los 577495.5 N a los 593736.8 N y de los 2235202 W a los 2244179 W (Figura 1y 2).

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

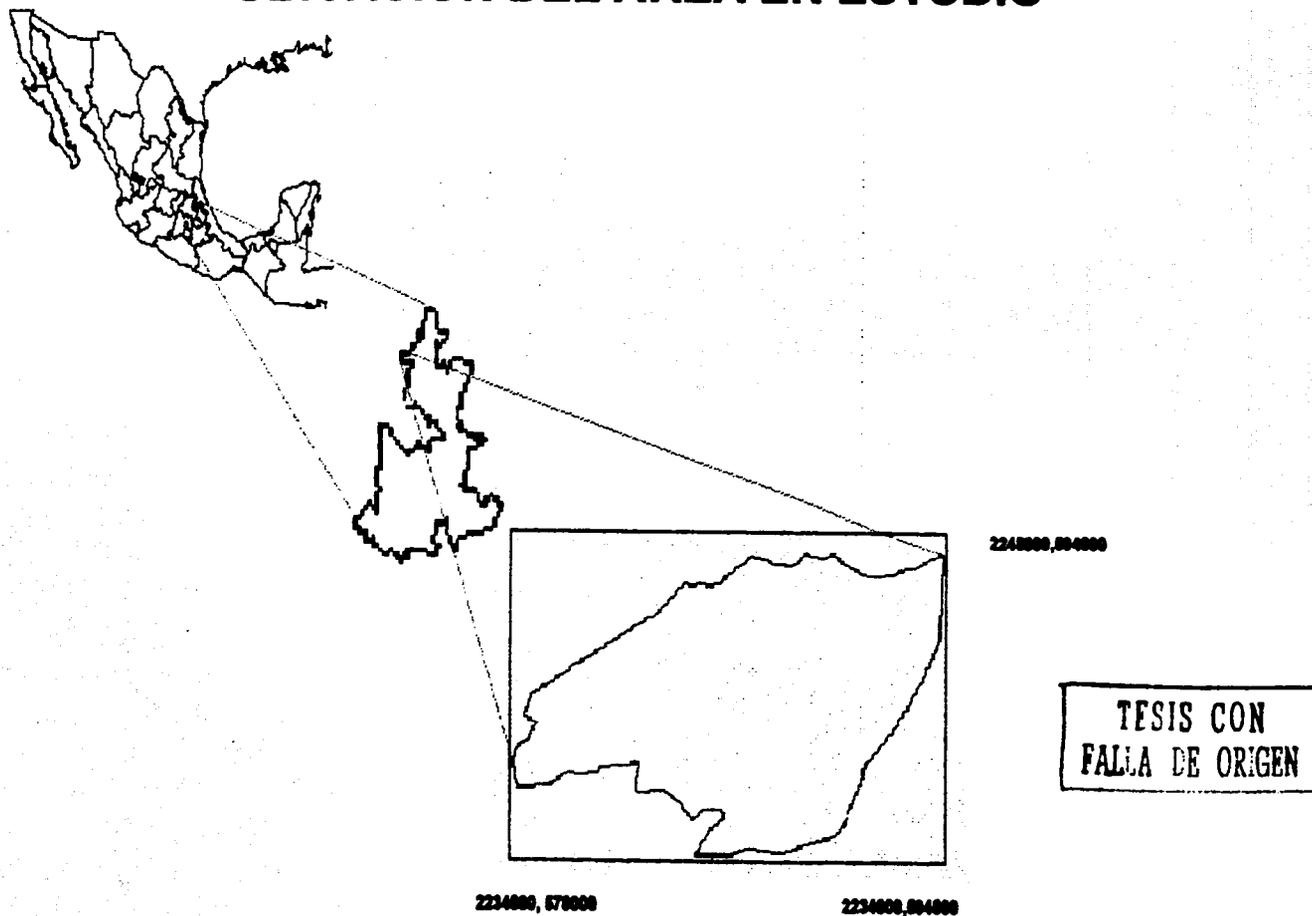


FIGURA 1

LÍMITES DEL ÁREA EN ESTUDIO

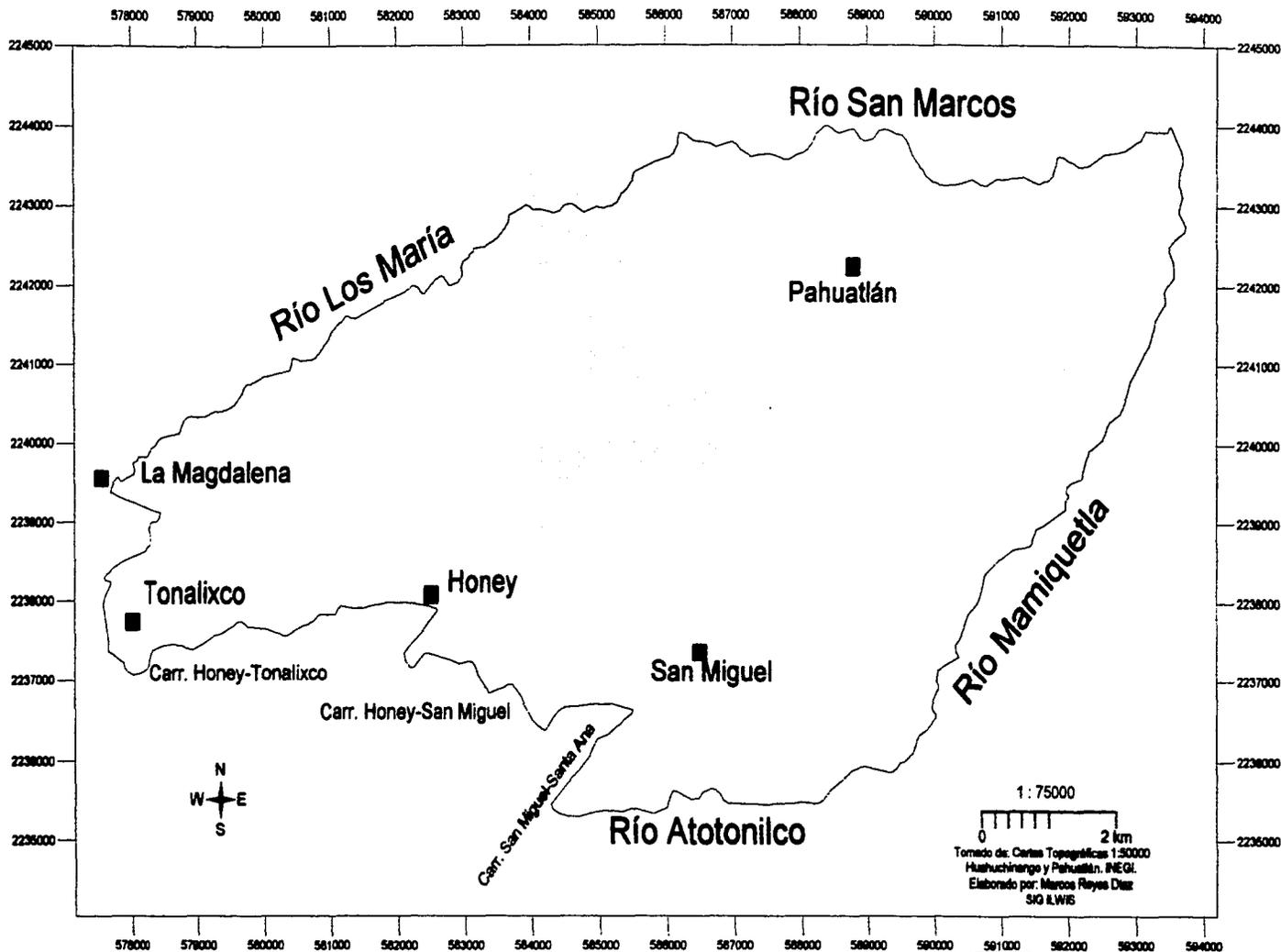


FIGURA 2 19

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La manera de acceder al área en estudio es a través de la carretera 130 México-Poza Rica. Pasando la ciudad de Tulancingo (Hidalgo) a unos 12 kilómetros aproximadamente se encuentra la desviación conocida como San Mateo que se dirige hacia el poblado de Honey y más adelante el poblado de Pahuatlán.

El área total que ocupa el presente estudio es de 8546 ha que se encuentran comprendidas en una altiplanicie en el extremo oeste que equivale al 20% del área (1647 ha) y una región montañosa alargada en dirección SW a NE que cubre el restante 80% (6821 ha).

La zona del altiplano corresponde a la región oeste que se encuentra en el municipio de Honey principalmente. Ésta zona está ubicado entre altitudes que van de los 2100 hasta los 2320 msnm.

La otra región corresponde a una zona montañosa con elevaciones que van de los 600 msnm en la confluencia de los ríos Mamiquetla y San Marcos hasta los 2100 msnm donde comienza el altiplano. En medio de ésta zona montañosa atraviesa el río Trinidad el cual divide la zona en dos áreas montañosas principales (Figura 3 y 4).

MAPA TOPOGRÁFICO

Curvas de nivel cada 20 m

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

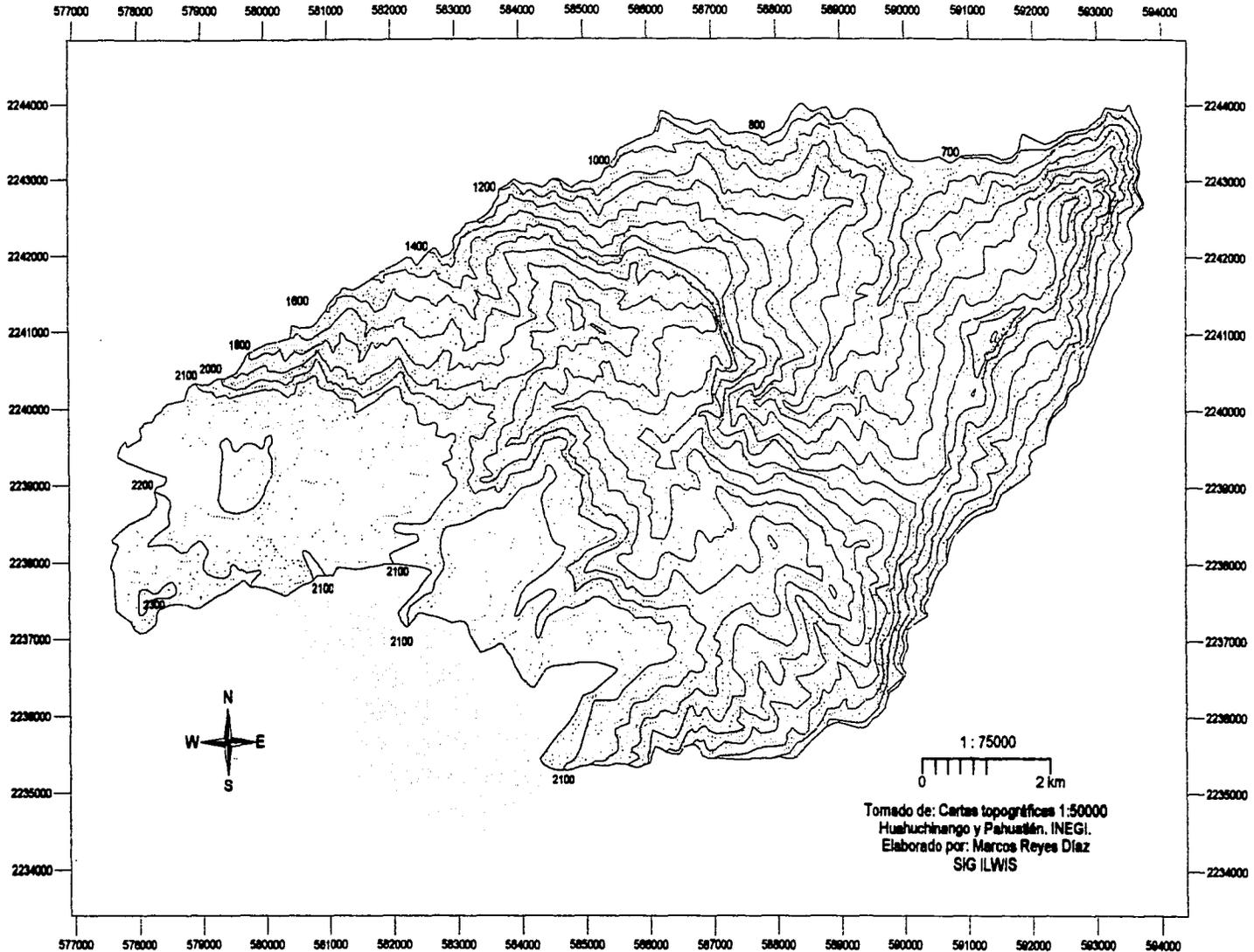


FIGURA 3 21

ALTIPLANO Y ZONA MONTAÑOSA

TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN

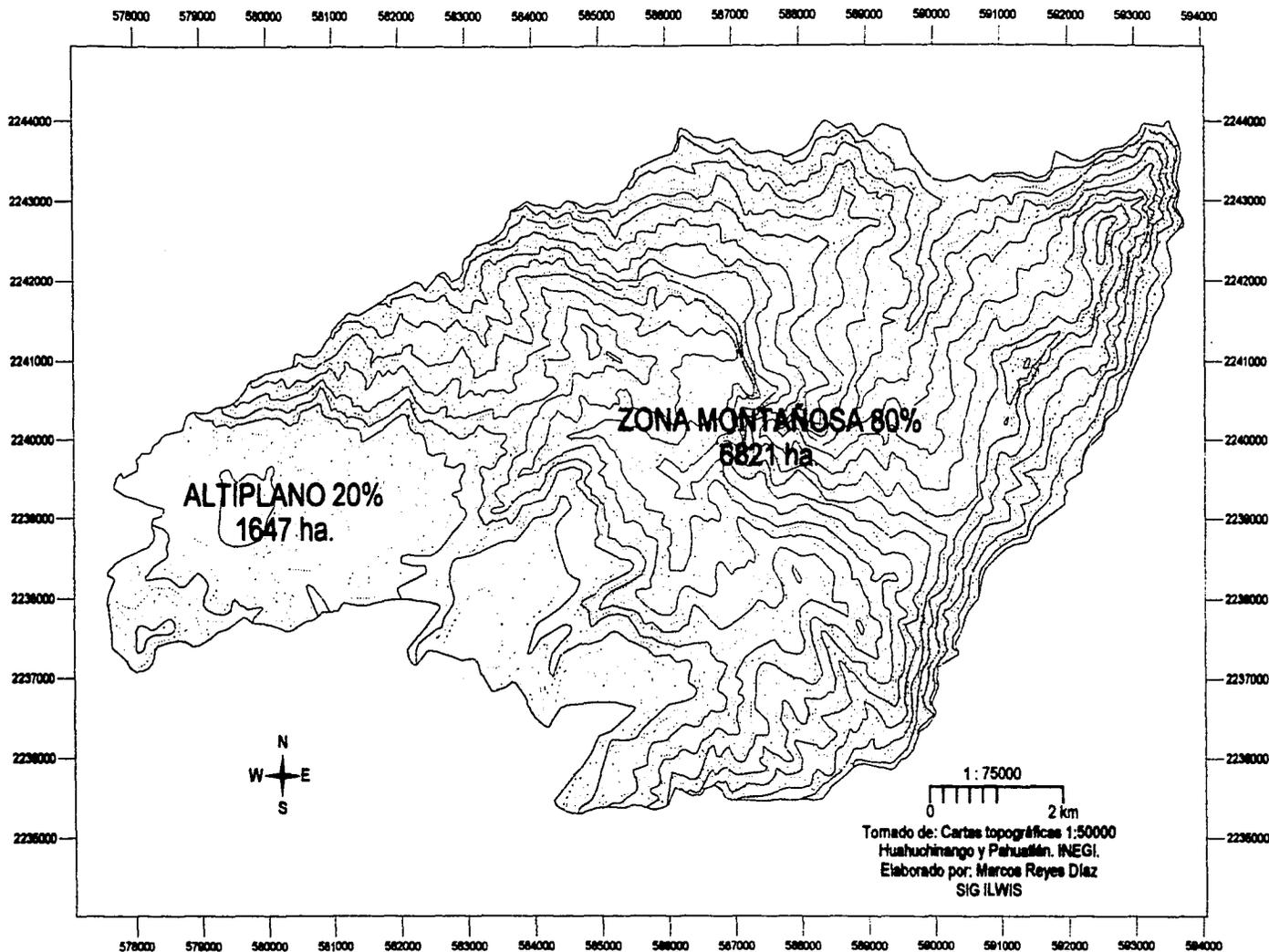


FIGURA 4 22

Geología

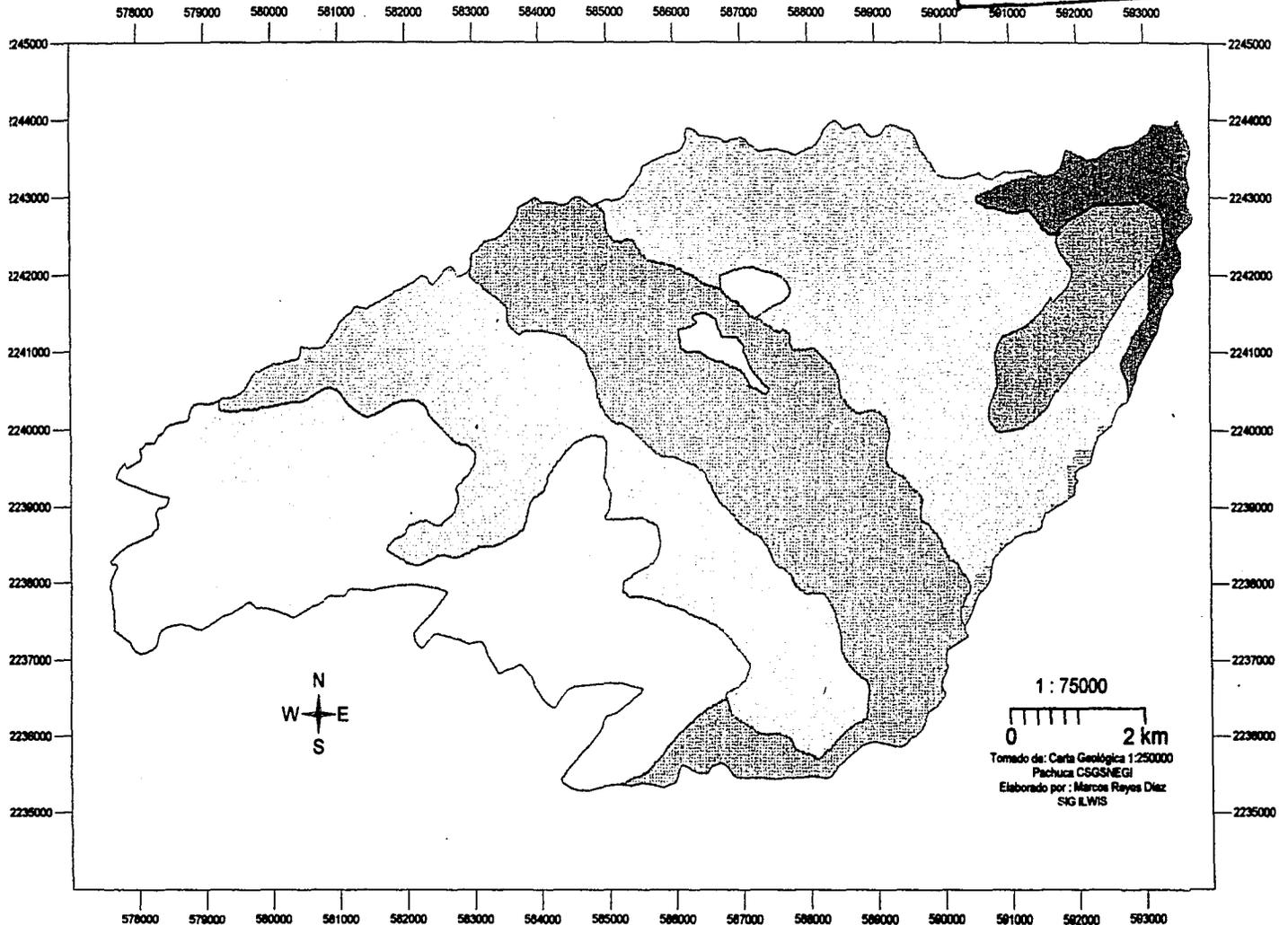
Partiendo de la Carta Geológica Pachuca, escala 1:250 000 (Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, 1983), se observa que la zona en estudio presenta regiones formadas durante la Era Mesozoica en el periodo Triásico, compuestas principalmente de basaltos en los alrededores del poblado de Xolotla, al este del poblado de Pahuatlán. Una franja que atraviesa al oeste del poblado de Pahuatlán pertenece al mismo periodo, pero su conformación es de areniscas y conglomerados (Figura 5).

Existen áreas formadas durante el periodo Jurásico, en donde el tipo de rocas que se encuentran son lutitas y areniscas en los alrededores del poblado de Pahuatlán y al noreste del poblado de Honey. Además cerca de la convergencia del río San Marcos y el río Mamiquetla, se pueden encontrar áreas con rocas de tipo lutita pero no están asociadas a las areniscas sino a rocas calizas.

La zona más reciente es la formada durante el periodo Cretácico en donde el tipo de rocas predominante son las calizas marinas que se encuentran en los alrededores del poblado de Honey y dos pequeñas porciones al oeste del poblado de Pahuatlán.

MAPA GEOLÓGICO

TESIS CON
FALLA DE ORGEN



- | | |
|--|--|
|  Ki(cz): Cretácico inferior (Caliza) |  T(ar-cg): Triásico (arenisca-conglomerado) |
|  Ji(lu-ar): Jurásico inferior (Lutita-arenisca) |  Ts(b): Triásico superior (basalto) |
|  Js(cz-lu): Jurásico superior (Caliza-lutita) | |

FIGURA 5 *27*

Suelo

La Carta Edafológica Pachuca 1:250 000 editada por la Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática (1983) permite observar que los suelos predominantes para el área en estudio son de dos tipos: cambisol húmico con regosol dístico y el luvisol crómico con andosol ócrico (Figura 6).

En la región suroeste del área el suelo dominante es el cambisol húmico con porciones de regosol dístico y una clase textural fina. Éste se encuentra principalmente alrededor del poblado de Honey que corresponde a los lugares con menor pendiente del área en estudio. Ésta región presenta características de suelos jóvenes poco desarrollados y con una susceptibilidad a la erosión de moderada a alta, lo que trae como resultado cambios en su coloración y estructura, hechos que puede afectar el desarrollo de especies vegetales.

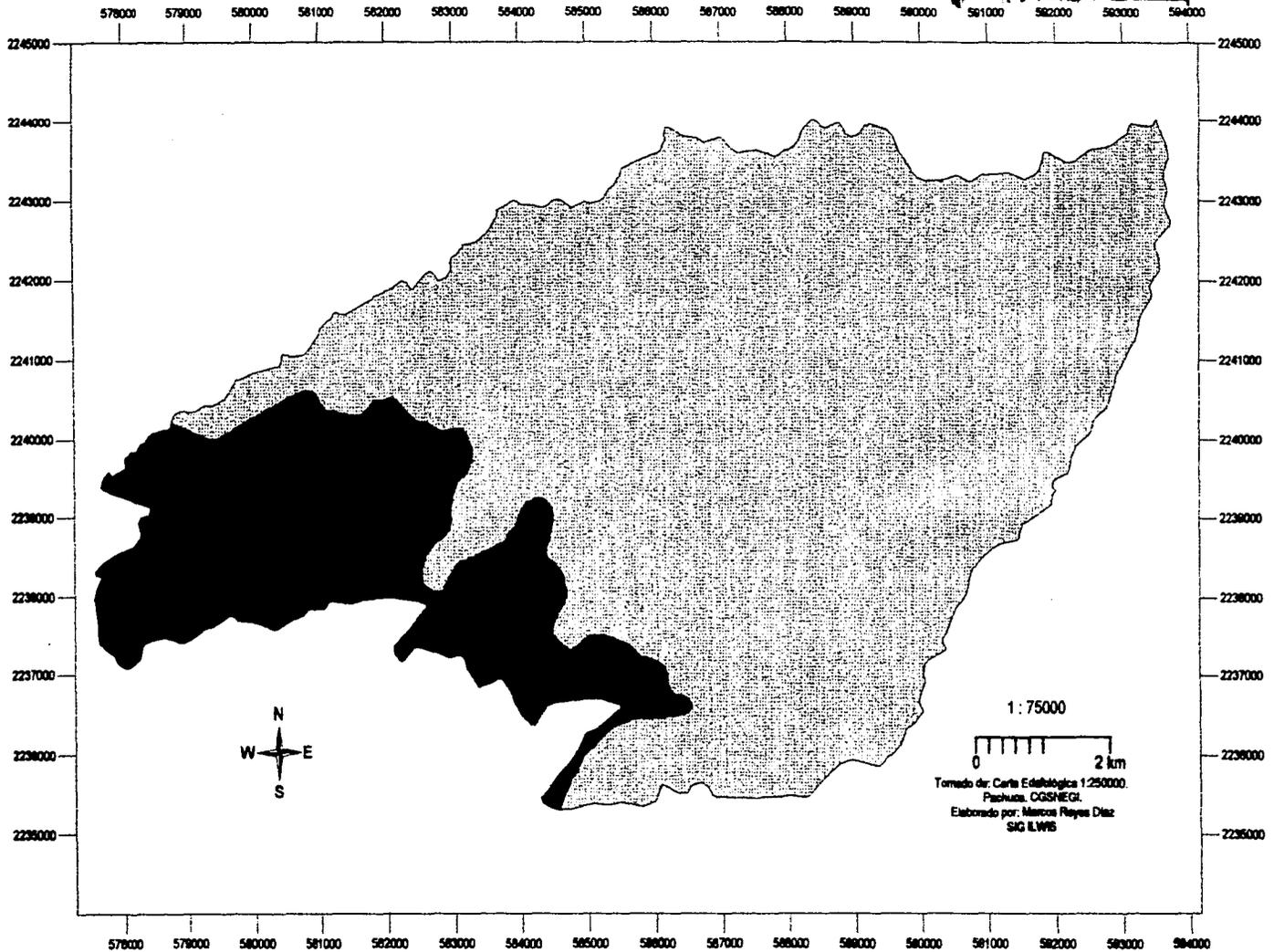
En menor proporción se encuentra en ésta unidad los suelos de tipo regosol dístico de color gris, pardo o pardo amarillento, en los que la materia orgánica aportada por la vegetación natural no tiene todavía una marcada influencia y que son susceptibles a la erosión al tener material suelto en su capa superficial.

El resto del área está representado por los suelos de tipo luvisol crómico y andosol ócrico con una clase textural fina. Éstos se encuentran distribuidos en los alrededores de los poblados de Pahuatlán y Xolotla principalmente y corresponde

a las zonas montañosas del área en estudio. Este tipo de suelos presentan la característica de tener una remoción de arcillas del horizonte superior y acumulación en el horizonte inferior.

MAPA DE SUELOS

TESIS CON
VALIA DE ORIGEN



■ Bh/Rd: Cambisol humico/regosol districal ▨ Lc/To: Luvisol crómico/andosol ócrico

FIGURA 6 2-7

Clima

La carta de climas 1:1 000 000 (SPP, 1981) permite observar en el área en estudio dos unidades climáticas principales que son: el clima C(fm) para las partes de mayor altitud que están al oeste del área en estudio y el clima (A)C(fm) para la región este del área según la clasificación de Köppen modificada por García (1981). El clima C(fm) corresponde a los tipos templados húmedos con lluvias todo el año, con una precipitación del mes más seco mayor de 40 mm y con un porcentaje de lluvia invernal menor del 18% mientras que el clima (A)C(fm) es del tipo semicálido húmedo con lluvias todo el año, con una precipitación del mes más seco mayor de 40 mm y con un porcentaje de lluvia invernal menor del 18%.

Se aprecia que éstos dos climas presentan las mismas características en precipitación, por lo que las diferencias entre ambos están dadas principalmente por la temperatura, que para el caso del semicálido está en un gradiente de 18-22 °C, mientras que el de tipo templado es de 12-18 °C. Esta diferencia climática está dada por la altitud que existe entre un tipo y el otro, ya que en el primer caso se presenta en mayores altitudes que en el segundo. Cabe aclarar que a menor temperatura hay menor evapotranspiración y por tanto mayor agua disponible en esta unidad. Sin embargo debido a la escala utilizada para éste análisis se hace necesaria una mayor particularización de las condiciones climáticas para el área en estudio.

En el siguiente cuadro se pueden ver las estaciones meteorológicas más cercanas con datos suficientes para realizar el análisis climático y su ubicación se aprecia en la Figura 7:

ESTACIONES METEREOLÓGICAS

LATITUD	LONGITUD	CLAVE	ALTITUD (msnm)	NOMBRE	PRECIPITA- CIÓN PROMEDIO ANUAL(mm)	TEMPERA- TURA PROMEDIO ANUAL (°C)
19° 53	97° 35'	21171	2045	Zacapoaxtla	1278.1	16.0
19° 52'	97° 29'	21095	2025	Tlatauquitepec	1255.0	15.3
19° 55'	97° 36'	21037	1625	Huahuaxtla	1973.9	15.6
19° 57'	97° 35'	21069	1496	San Juan Apulco	1775.7	16.5
20° 02'	97° 31'	21026	980	Cuetzalan de Progreso	4422.2	20.4
19° 56'	97° 25'	21110	900	Atexcaco	3385.0	19.5
19° 42'	97° 32'	21143	816	Presa la Soledad	3306.2	19.8
19° 59'	97° 54	21115	680	Mapiico	2457.0	21.4

Fuente: Carta de Climas 1:1000000
SPP. 1961

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

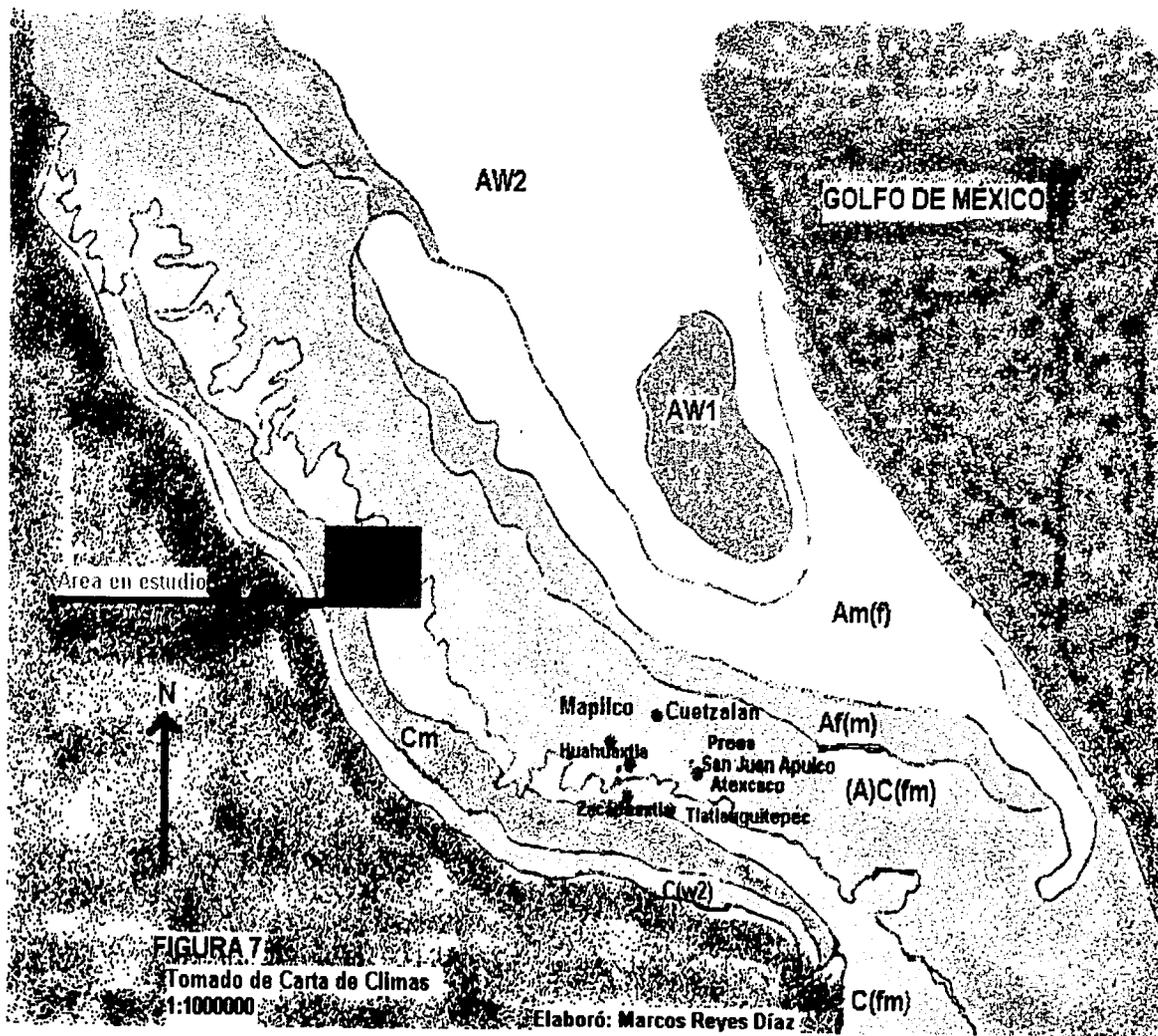


FIGURA 7

Tomado de Carta de Climas

1:1000000

Elaboró: Marcos Reyes Díaz

Se observa en el cuadro que la precipitación aumenta de manera general desde la estación ubicada a 2045 msnm hasta alcanzar la máxima precipitación en los 980 msnm. A partir de ahí nuevamente la precipitación vuelve a descender hasta la última estación que está ubicada a 680 msnm. Ésta condición puede ser explicada debido a que los vientos alisios que vienen del Golfo de México cargados de humedad la van dejando conforme atraviesan la Sierra Madre Oriental (Vázquez, 1990). Sin embargo, a la altitud aproximada de los 980 msnm, para el caso de éstas estaciones meteorológicas, se encuentra la denominada zona de condensación en donde la mayor parte de la humedad es descargada por el choque con la sierra. A partir de esa altitud los vientos llevan una menor humedad por lo que la precipitación desciende de manera considerable conforme se van alejando del Golfo de México y va aumentando la altitud.

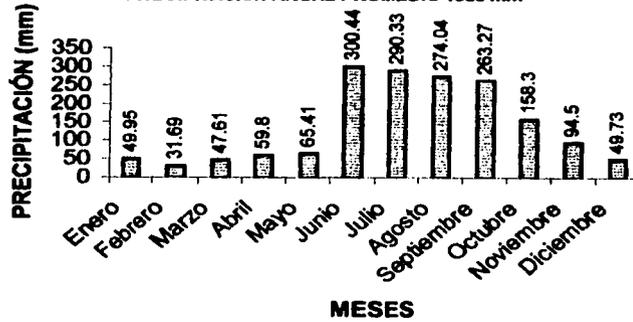
En el caso de los datos de temperatura se ve que en altitudes mayores de 1400 msnm las temperaturas se consideran templadas ya que son menores de los 18 °C, mientras que conforme va disminuyendo la altitud éstas van aumentando hasta que se pueden considerar como temperaturas cálidas mayores de 18 °C.

Usando las cartas de Cambios Climáticos (INEGI, 1970) se observa para el área en estudio dos periodos diferentes a lo largo del año. Un primer periodo comprende de mayo a octubre considerado como periodo húmedo debido a que la precipitación es de 1400 a 1700 mm en estos meses, siendo el área de Honey el lugar con menos precipitación y el área de Pahuatlán con una precipitación más elevada. El otro periodo abarca de los meses de noviembre a abril con una

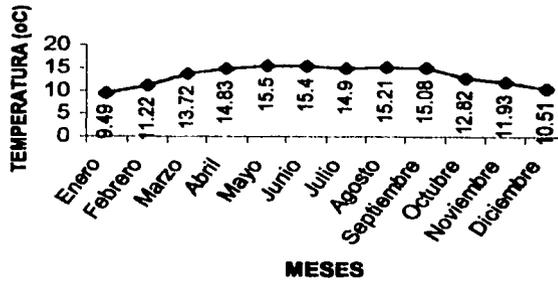
precipitación media de 300 a 350 mm por lo que se le considera periodo seco. La zona que presenta la menor precipitación es la cercana al poblado de Honey y la que alcanza la mayor humedad en este periodo es el área cercana a Pahuatlán.

Por último se menciona la presencia de dos estaciones metereológicas cerca del área en estudio, que sin embargo, no se mencionan en el análisis hecho arriba debido a que éste no se puede realizar solamente con la información de dos estaciones y una de ellas con sólo siete años de registro. La primera de ellas es la estación Chila-Honey ($20^{\circ} 15' N$ y $98^{\circ} 12' W$ y 2002 msnm) que solamente cuenta con datos de siete años. Sin embargo proporciona información específica del área en estudio por lo que es conveniente mostrar las gráficas de precipitación y temperatura para esos siete años.

**PRECIPITACIÓN EN SIETE AÑOS DE LA ESTACIÓN
METEREOLÓGICA CHILA-HONEY (2002 msnm)
PRECIPITACIÓN ANUAL PROMEDIO 1688 mm**

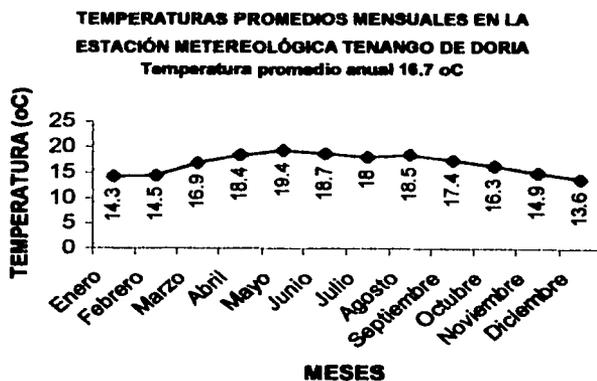
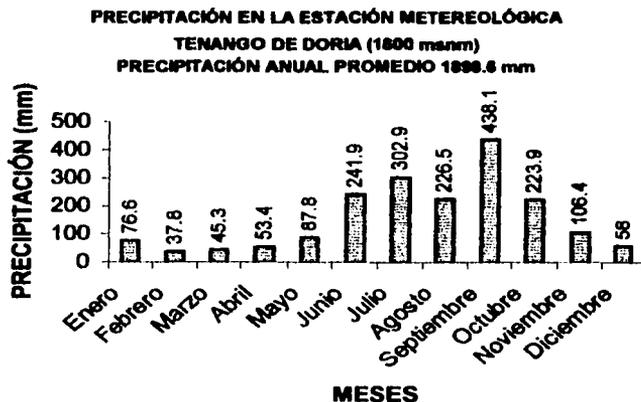


**TEMPERATURAS PROMEDIOS MENSUALES EN SIETE
AÑOS DE LA ESTACIÓN METEREOLÓGICA CHILA-
HONEY
Temperatura promedio anual 13.38 oC**



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La otra estación Meteorológica es Tenango de Doria (20° 22' N y 98° 12' W y 1800 msnm) que está cercana al área en estudio aproximadamente unos 10 Km. Sin embargo su ubicación no permite establecer una relación con las demás estaciones aunque si aporta datos del comportamiento climático en un Bosque de Niebla cercano por lo que se presentan las siguientes gráficas:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La información que presentan estas dos estaciones varía de la presentada en la tabla anterior. Sin embargo, el análisis realizado con los datos obtenidos de la Carta de Clima, permiten hacer un análisis climático general para las regiones cercanas al área en estudio sin dejar de ser apreciaciones generales para esta región de la Sierra Norte de Puebla. En el caso de los datos presentados en la estación de Chila-Honey y Tenango de Doria muestran características muy particulares en regiones cercanas al área. Es por esto que no se debe dejar de tomar en consideración que factores, como la presencia de cañadas o de zonas abiertas, pueden modificar la situación particular de esa área.

M E T O D O L O G Í A

Se obtuvieron fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro del año 1976 del INEGI a escala 1:50 000, con las que se establecieron los límites para el área en estudio y se determinaron las vías de acceso.

Una vez establecida el área en estudio se procedió a la fotointerpretación de vegetación, en la cual se debe determinar el área fotointerpretable de las fotografías de la siguiente manera:

Se colocan los pares estereoscópicos de las fotografías bajo un estereoscopio y se obtiene la base instrumental la cual consiste en la distancia interpupilar necesaria para observar las imágenes en tercera dimensión.

Una vez que se logra establecer la base instrumental y se puede observar en una tercera dimensión las fotografías, se procedió a realizar la fase de detección en la cual se separaron las unidades vegetales que se consideraran diferentes por su tono, textura, brillo, contraste y sombras.

Establecida una división de unidades y con información bibliográfica, cartográfica y con el análisis en las fotografías aéreas de las copas de los árboles, se les asigna una propuesta de clave de vegetación a cada una de las divisiones.

Basado en la información bibliográfica se establecieron las unidades de vegetación usando las siguientes claves:

BTC= Bosque tropical caducifolio

BQ= Bosque de *Quercus*

BMM= Bosque mesófilo de montaña

BQP= Bosque de *Quercus-Pinus*

BC= Bosque de coníferas

BPQ= Bosque de *Pinus-Quercus*

Aquellas áreas en las que la ausencia de vegetación era evidente en la fotografía aérea se le asignó la clave **CYP** (Áreas de cultivos y pastizales).

Posterior a esta fase se llevaron a cabo 8 salidas de trabajo de campo que permitieron corroborar y modificar las unidades de fotointerpretación. Para ello fue necesario realizar diversas caminatas por toda la zona en estudio en distintas épocas del año siguiendo las diferentes veredas y carreteras que usa la gente. Algunas veces fue necesario salirse de los caminos establecidos para inspeccionar zonas de difícil acceso.

En los lugares donde existe vegetación se tomaron fotografías a color y se realizaron colectas de los árboles más representativos del lugar. Además, por medio de un GPS se tomó la ubicación exacta del lugar, así como también la altitud a la cual se encontraba. Las muestras obtenidas de la vegetación arbórea se prensaron para su posterior determinación procurando contar con las flores y los frutos de la mayoría de ellas. En el caso de que no se encontraran sus flores y frutos del árbol se hacía una colecta de sólo las hojas y ramas, se le tomaban

fotografías y se procuró en otra fecha del año conseguir las muestras necesarias. Las colectas realizadas fueron determinadas por el autor y la ayuda del personal del herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Los ejemplares están depositados en el herbario de la BUAP.

Los puntos georeferenciados ubicados en el trabajo de campo se localizaron sobre las fotografías aéreas y se les reafirmaba la clave que se había propuesto para esa unidad o si era necesario se le asignaba una nueva clave de acuerdo a las observaciones de campo.

El trabajo de reinterpretar las fotografías aéreas y corroborar la información en el campo fue realizado hasta cubrir la mayor área posible con alternancia de trabajo de campo y fotointerpretación, pero en la zona en estudio existen lugares a los cuales es difícil acceder tanto en transporte como a pie por lo que a éstas, que ya contaban con una propuesta de clave de vegetación, se procuró llegar lo más cerca posible y con fotografías a color y binoculares se les reafirmaba la clave o se le realizaba la modificación necesaria.

Una vez realizadas todas las divisiones sobre las fotografías aéreas se procedió a digitizar la información en el SIG ILWIS. Pero para realizar una adecuada digitización es necesario hacer una restitución de la información que está sobre las fotografías aéreas, lo que permite una corrección al problema de deformación que presentan las fotografías debido a la toma aérea al pasar de una

proyección central a una ortogonal que es el mapa. Esta restitución fue realizada con el manejo de un estereosketch de la siguiente manera:

El par estereoscópico de fotografías es colocado sobre una base con la que cuenta el aparato, que se encuentran a ambos lados de este, hasta observar una tercera dimensión, mientras que el mapa base sobre el que se va a depositar la información de las fotografías es colocado en la mesa del centro. Se tiene que obtener, además, una relación entre la escala de las fotografías y la escala del mapa base, con los que se van a trabajar, la cual da una coeficiente que se compara con una tabla en la que viene establecida la altitud que debe tener la mesa del mapa base y el aumento o disminución adecuada para realizar la restitución (Moncayo, 1970).

Una vez obtenida la relación y con los datos de distancia y/o aumento adecuado se coloca la mesa del mapa base a la altura adecuada y con el uso de lentes de diferentes formas se coloca el aumento o disminución que dice la tabla para que la topografía, que se ve en las fotografías aéreas en tercera dimensión, se adapte completamente a la forma de las curvas de nivel del mapa base.

Para continuar con el trabajo de restitución es necesaria la obtención de puntos de fácil ubicación tanto en las fotografías aéreas como en el mapa base. Para ello es recomendable utilizar las zonas de mayor altitud de los cerros, las corrientes de agua y los poblados.

Al tener varios de estos puntos se hace que concuerden tanto los puntos que están en el mapa como los puntos en las fotografías, tratando de utilizar mínimo tres puntos de referencia. Una vez que están los puntos acoplados se procede a pasar las unidades de vegetación de las fotografías aéreas que están en medio de esa zona, para después, volver a ubicar tres puntos más y así restituir los polígonos que se encuentran ahí (Moncayo, 1970 y Moncayo, 1975).

El mapa base fue digitizado, con las curvas de nivel cada 20 m, en el SIG ILWIS basándose en la carta topográfica Pahuatlán 1:50 000 (INEGI, 1995) y la carta topográfica Huauchinango en escala 1:50 000 (INEGI, 2000). Una vez realizada la restitución, se contó con un mapa de polígonos sobre un mapa base el cual se digitizó en el SIG ILWIS. Con el mapa de polígonos en el SIG se procedió a etiquetar cada uno de los polígonos con el nombre que corresponde y se le asignó un color a cada tipo de vegetación encontrado para la zona en estudio.

De cada uno de los tipos de vegetación se realizaron descripciones basadas en el trabajo de campo y en las fotografías tanto aéreas como convencionales tomadas en visitas anteriores.

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

De acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1988) los tipos de vegetación de la zona en estudio son: Bosque de coníferas donde se incluye el bosque de *Pinus* y de *Cupressus*, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus-Quercus* y *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio.

BOSQUE DE CONÍFERAS (BC)

El bosque de coníferas tiene como características que está en un intervalo altitudinal entre los 1640 a los 2300 msnm, en condiciones de clima templado con temperaturas promedio menores a los 16° C. Se presenta una temporada de lluvias de los meses de junio a octubre con precipitaciones mayores de 150 mm por mes, alcanzando más de 200 mm en los cuatro primeros meses. En la temporada restantes la precipitación es de manera esporádica y no muy abundante siendo menor de 100 mm por mes (Mapa 1).

Está representado por el Bosque de *Pinus* y *Cupressus*. Se distribuyen en las partes más elevadas del área en estudio que corresponde al municipio de Honey y está principalmente en la zona de altiplano en forma de manchones intercalados entre los bosques de *Quercus* y en asociación a éste. Éste tipo de

bosque generalmente no se presenta en las laderas de los cerros sino solamente se le encuentra en los lugares planos. La vegetación de Bosque de Coníferas equivale al 2.3% del área en estudio, abarcando 196 ha.

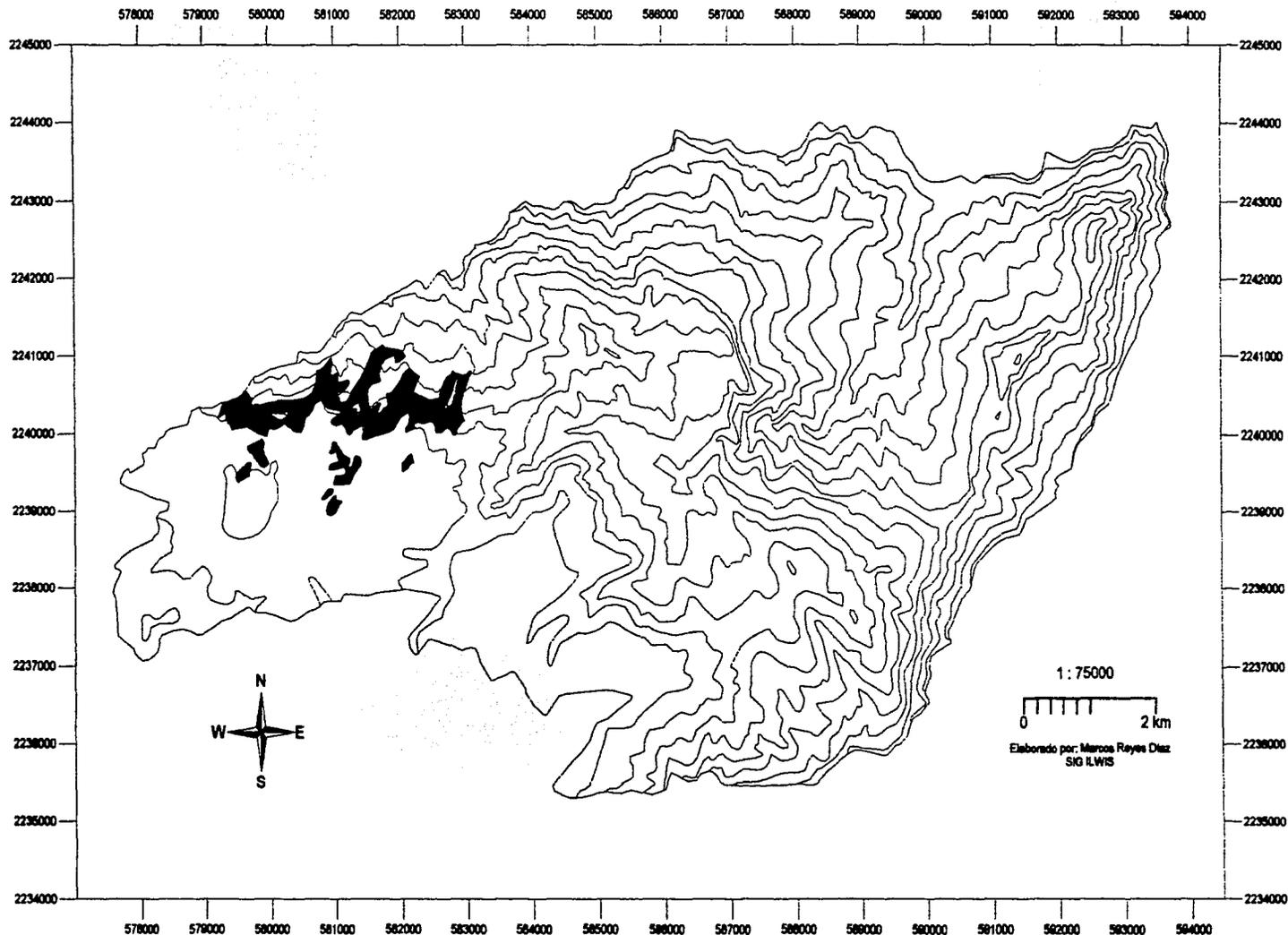
La especie dominante en este bosque es *Pinus patula* aunque también se presentan *P. pseudostrobus*, *P. teocote* y *P. ayacahuite*. Éstos forman un estrato de 20 a 30 metros mientras que la vegetación arbustiva está ausente y la herbácea está muy disminuida.

El bosque de *Cupressus* tiene una distribución restringida, representados por *Cupressus benthami* y en menor escala *C. lindleyi*, presentándose sólo un estrato arbóreo y sin estrato arbustivo y herbáceo. Este bosque se encuentra disminuido en la zona en estudio, encontrándose sólo algunos manchones que han sido reforestados a la orilla de la carretera, observándose una distribución homogénea entre los árboles (Fotografías 1 y 2).

En el bosque de coníferas es común encontrarse a personas que han cortado algunos troncos de pino para su uso doméstico, además de la presencia de algunos aserraderos en los alrededores de Honey, por lo que se puede intuir que esos bosques están siendo explotados aunque en algunas zonas se está haciendo reforestación (Fotografía 11).

BOSQUE DE CONÍFERAS

TESIS C. V.
FALTA DE CROQUIS



BOSQUE DE *Quercus* (BQ)

Este bosque se localiza en el altiplano, aunque su distribución no se restringe a estos lugares, sino también se encuentra en donde las pendientes son mayores, haciendo ecotono con el bosque mesófilo de montaña.

El bosque de *Quercus* se localiza en el municipio de Honey, en un rango altitudinal de 960 msnm hasta 2220 msnm, en condiciones templadas con temperaturas promedios menores de 16 °C. Una temporada de lluvias de los meses de junio a octubre con más de 150 mm de precipitación por mes y en los meses restantes la precipitación es esporádica y no muy abundante con menos de 100 mm de lluvia por mes. Éste tipo de vegetación equivale al 6.9% del área en estudio abarcando 590 ha (Mapa 2).

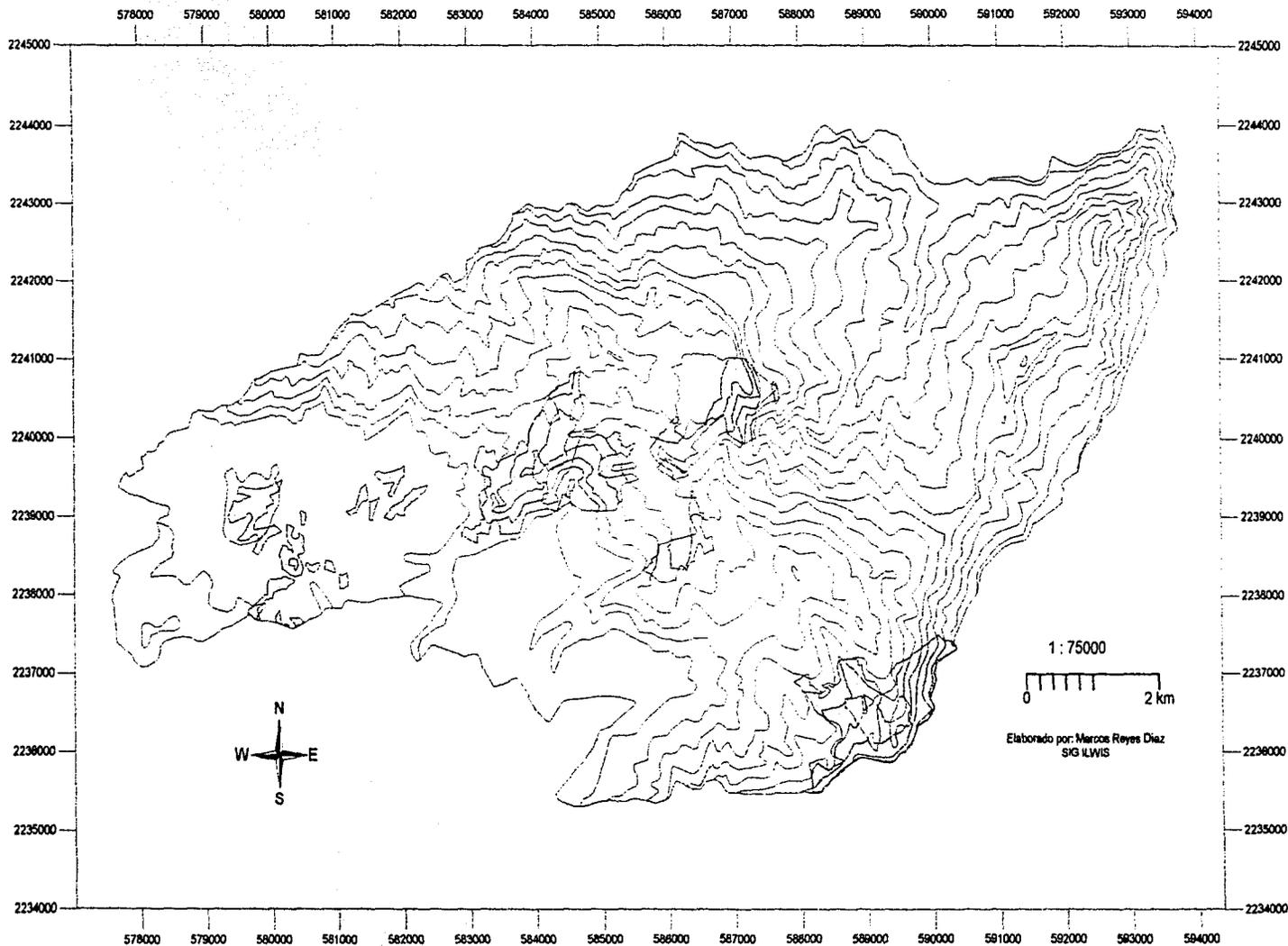
Las especies dominantes de encinos son: *Quercus affinis*, *Q. crassifolia*, *Q. oleoides*, *Q. peduncularis* y *Q. xalapensis*. Estas forman un estrato arbóreo mayor de 20 metros, encontrándose esporádicamente en este estrato algunos ejemplares de *Pinus patula*. Un segundo estrato es el formado por *Q. affinis* y *Q. crassifolia* con individuos menores de 20 metros. La vegetación arbustiva está disminuida y la herbácea está representada, principalmente, por especies de la familia de las compuestas.

Esta estratificación está dada principalmente por que existen plantas de encino en diferentes fases de crecimiento pero siguen siendo de las mismas

especies dominantes. Aunque en menor proporción que los pinos, también se observa que existe una extracción de madera de encino para uso doméstico, principalmente (Fotografía 3).

BOSQUE DE QUERCUS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BOSQUE DE *Pinus-Quercus* Y BOSQUE DE *Quercus-Pinus* (BPQ Y BQP)

En estos tipos de vegetación las especies de pino y encino se encuentran juntas. Dependiendo de cual especie es la que domina fisonómicamente se le asigna la denominación de *Pinus-Quercus* o de *Quercus-Pinus*. Cada una de éstas denominaciones presenta una distribución diferente. El bosque de *Quercus-Pinus* se distribuye en forma de manchones en lugares con poca pendiente. Está en contacto con el bosque de *Pinus-Quercus* y con el bosque de *Quercus*. En el caso del bosque de *Pinus-Quercus* su distribución es mayor encontrándose en las zonas de poca pendiente, pero también éste tipo de bosque entra en contacto con las laderas de la sierra y por lo tanto hace ecotono con el bosque mesófilo de montaña.

Estos bosques se distribuyen en el municipio de Honey en un rango altitudinal de 1420 msnm hasta los 2320 msnm para el bosque de *Quercus-Pinus* y de 1520-2320 msnm para el bosque de *Pinus-Quercus*, en condiciones de tipo templado, ya descrito anteriormente. La superficie que abarcan estas comunidades es de 10.0 % (854 ha.) y 8.6% (735 ha.) del área en estudio para el bosque de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus-Quercus* respectivamente (Mapa 3).

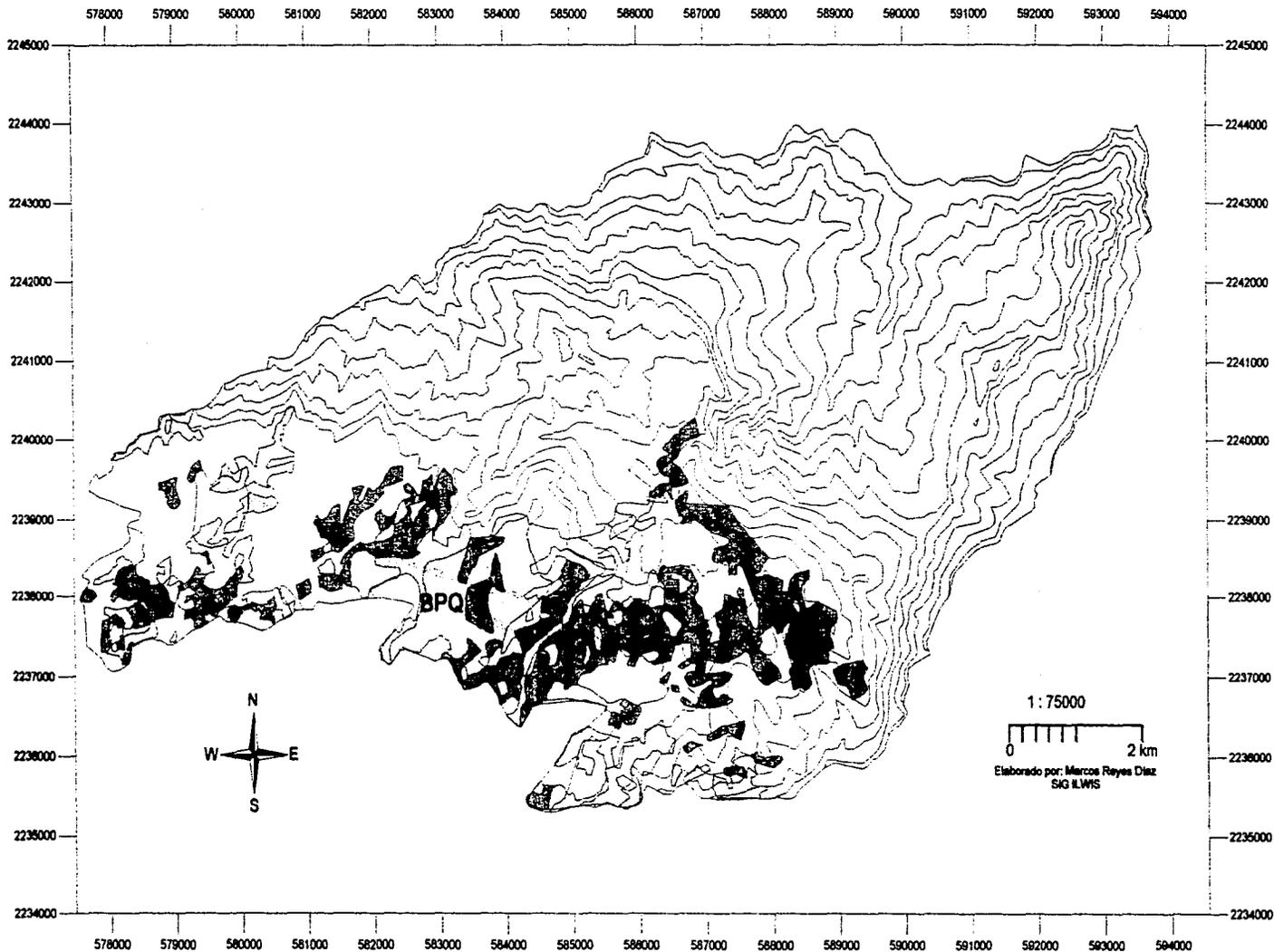
Las especies de este tipo de vegetación son *Pinus patula* principalmente con *Quercus affinis*, *Q. oleoides* y *Q. crassifolia*. Estas especies se encuentran distribuidas en un estrato arbóreo mayor de 20 metros con pino y encino, y otro estrato de menor talla con encinos, aunque éstos no tan abundantes como en el

Bosque de *Quercus*. Ambas especies se encuentran intercaladas existiendo zonas en las que la fisonomía del lugar presenta una mayor abundancia de especies de pino y otras zonas con una abundancia mayor de encinos. La vegetación arbustiva y la herbácea están disminuidas, encontrándose principalmente algunas especies de compuestas para las partes más bajas (Fotografías 4 y 5).

En estos bosques se observan lugares en donde las especies vegetales están en crecimiento y reforestación, lo que indica que de ahí se ha extraído madera. Esta situación podría llegar a influir en el nombre que se le da al bosque dependiendo de su fisonomía, ya que hay zonas en los que la vegetación original podía ser un bosque de *Pinus-Quercus*, al que le extrajeron los ejemplares de pino, siendo fisonómicamente clasificado como bosque de *Quercus-Pinus*.

BOSQUE DE QUERCUS-PINUS Y PINUS-QUERCUS

TRABAJO CON
FOLIO N.º 49



BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA (BMM)

Este bosque se encuentra en las laderas de las montañas haciendo ecotono con el bosque de *Pinus-Quercus* y el bosque de *Quercus* en las partes altas y con el bosque tropical caducifolio en las partes de menor altitud.

Está distribuido en los municipios de Honey y Pahuatlán en un rango altitudinal de 800 hasta 2100 msnm. Se cuenta con el análisis de las estaciones meteorológicas cercanas por lo que se puede deducir que en este lugar se presenta la zona de condensación de los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México. Es así, que se presenta una alta humedad a lo largo del año, siendo más marcado en los meses de junio a octubre y con presencia de una capa de niebla espesa. Las temperaturas promedio de este bosque van de los 13° C para el mes más frío y puede aumentar hasta los 19° C para los meses más cálidos. La vegetación de bosque mesófilo de montaña presenta un porcentaje de ocupación del 19.5% (1666 ha.) del área en estudio (Mapa 4).

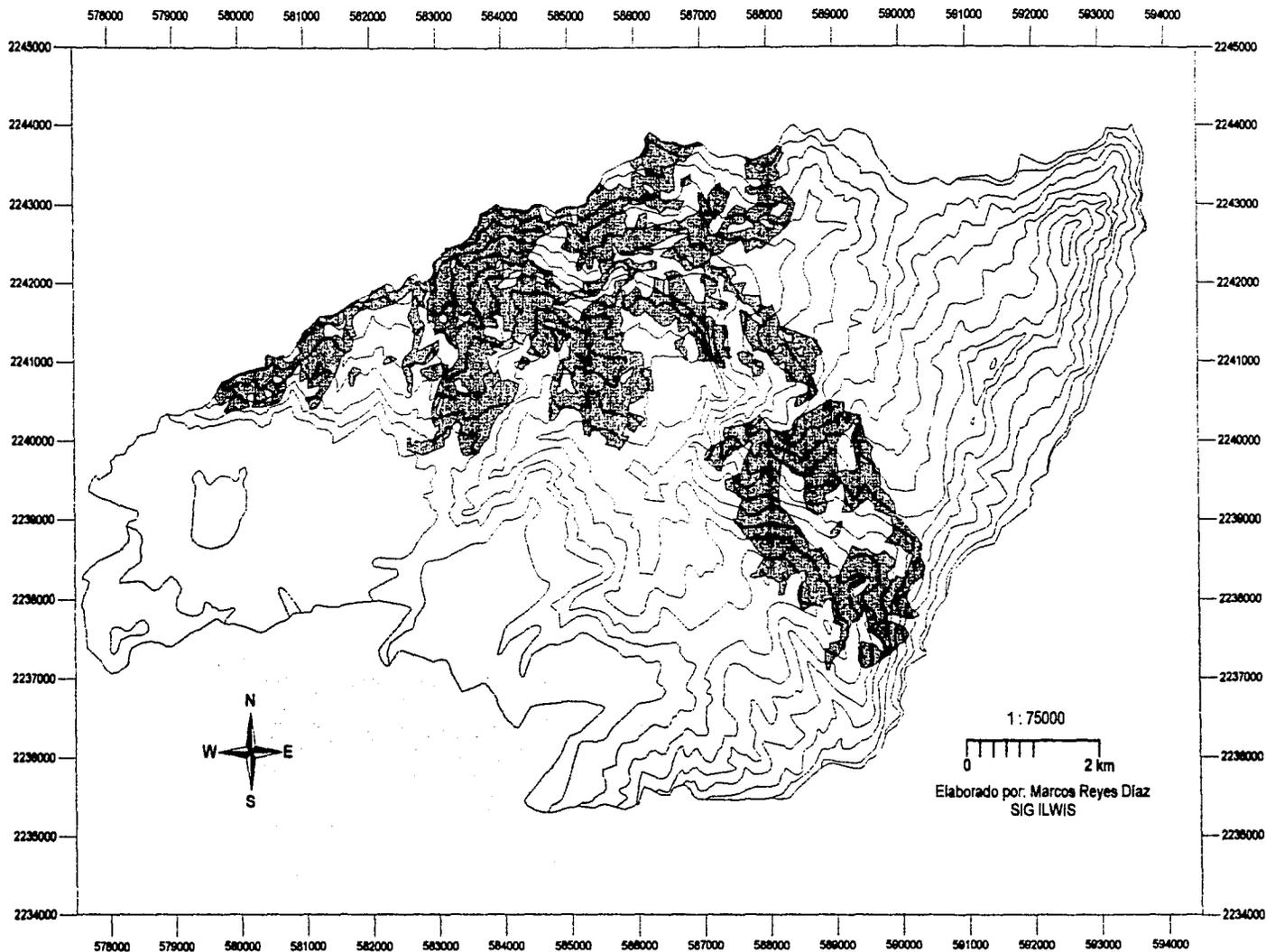
Las especies de este bosque están distribuidas en estratos de los cuales el arbóreo con más de 20 m. de altura presenta especies como *Pinus patula*, *Quercus xalapensis*, *Liquidambar styraciflua* y *L. macrophylla*. En un estrato de menor altura de 10 a 20 metros están especies como *Alnus acuminata*, *A. jorullensis*, *Clethra alcocerii*, *C. mexicana*, *Carpinus carolineana*, *Ostrya virginiana*, *Temstroemia huasteca*, *Cecropia obtusifolia*, *Trema micrantha*, *Buddleia elliptica*,

B. sessiliflora, *Oreopanax xalapensis* y *Cyathea fulva*. El estrato arbustivo y herbáceo está representado por helechos y por compuestas principalmente y se da en mayor abundancia en los lugares que han sido perturbados por el hombre para sus cultivos (Fotografías 6,7,8).

Este bosque se presenta principalmente junto con cultivos de café, utilizándose los árboles nativos como elementos de sombra o puede ser que este bosque sea totalmente deforestado para poner plantíos de maíz principalmente (Fotografía 12 y 13).

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

TFSIB C/N
FALLA DE ORIGEN



BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO (BTC)

Este tipo de comunidad se encuentra en las zonas de menor altitud en las laderas de los cerros teniendo al bosque mesófilo de montaña como su límite superior. Se encuentra localizado en el municipio de Pahuatlán en un gradiente altitudinal de 660 hasta 1440 msnm. Se carece de estaciones metereológicas en el área en estudio, pero se puede ver con el análisis de las otras estaciones metereológicas, que las temperaturas en estos rangos altitudinales son mayores de 18° C y las precipitación no es tan abundante como en la zona de condensación. Se presenta una época de lluvias de los meses junio a octubre y una época seca de noviembre a mayo. El área de ocupación del bosque tropical caducifolio equivale al 11.6% del área en estudio abarcando 991 ha (Mapa 5).

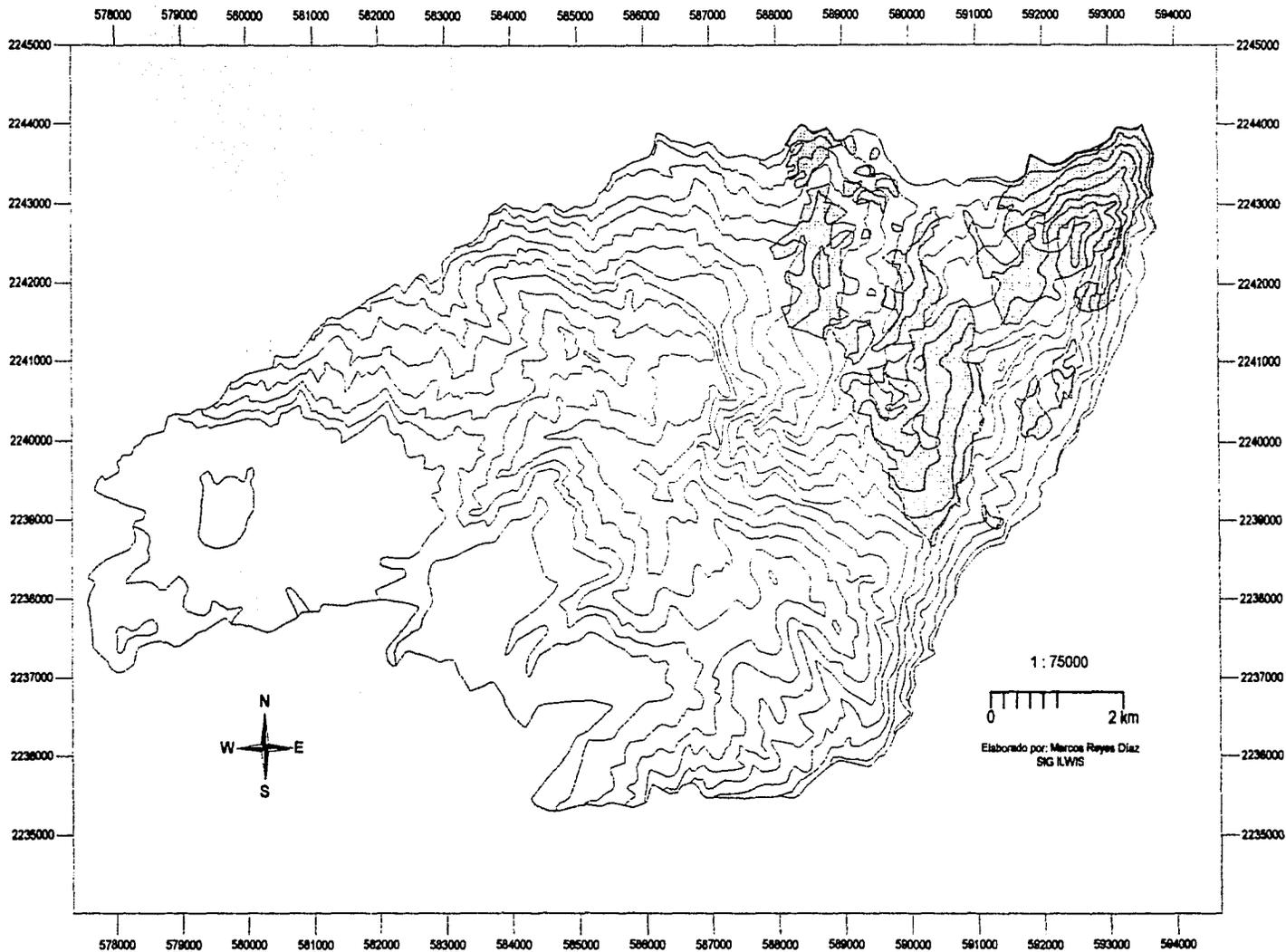
En el bosque tropical caducifolio se encuentran especies como *Plumeria rubra*, *Ceiba pentandra*, *Ficus tecolutensis*, *Oreopanax xalapensis*, *Leucaena pulverulenta*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Morus celtidifolia*, *Musa acuminata*, *Pouteria campechiana*, *P. sapota*, *Heliocarpus appendiculatus* y *H. donnell-smithi*. Asociadas a esta vegetación se encuentran especies de tipo templado como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *P. psedostrobus*, *P. greggi* y *Quercus affinis*. El estrato arbustivo en algunos lugares está representado por algunas lianas y bejucos mientras que el estrato herbáceo es mayor para las zonas con mayor cantidad de claros (Fotografías 9 y 10).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La vegetación original del bosque tropical caducifolio ha sido ocupada por grandes extensiones de cafetales y por huertos familiares dejando solamente entre esta selva especies de árboles originales como árboles de sombra (Fotografía 14).

BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

ESTADO DE
YALAPA DE ORIZABA



ÁREAS CON CULTIVOS Y PASTIZALES (CYP)

En ambos municipios es común encontrar grandes extensiones de área en los que la vegetación original ha sido desplazada por cultivos de maíz, café y huertos familiares. El área que ocupan estas extensiones es del 40.8% de área total en estudio que equivale a 3487 ha (Mapa 6).

El maíz (*Zea mays*) se encuentra principalmente en las partes más elevadas del área en estudio del municipio de Honey, aunque en el municipio de Pahuatlán también se llega a presentar este tipo de cultivos. Se encuentra en lugares con poca o nula pendiente intercalado con la vegetación de bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y bosque mesófilo de montaña. Los lugares en los que se desarrollan los plantíos de maíz son de tipo templado con una época de sequía y una húmeda, siendo los meses de noviembre a mayo para la primera y junio a octubre para la segunda. Es común observar en la época de mayor humedad un color verde homogéneo para los lugares con este tipo de cultivos y una coloración amarilla para los meses restantes (Fotografías 11 y 12).

Los cultivos de café (*Coffea arabica*) se desarrollan principalmente en las laderas de los cerros de ambos municipios, siendo más abundantes en el municipio de Pahuatlán que en el de Honey. Se encuentran distribuidos entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio de la región. Este tipo de cultivo está en lugares con épocas de lluvia y sequía en los meses de junio a

octubre y noviembre a mayo respectivamente. Los cafetales, en la zona, presentan la característica de necesitar de una vegetación arbórea que les proporcione sombra para crecer mejor. Esas especies de árboles se obtienen de la vegetación original del lugar y se pueden mencionar las siguientes especies que cumplen con esa función: *Heliocarpus appendiculatus*, *Pouteria campechiana*, *Morus celtidifolia*, *Oreopanax xalapensis* y *Leucaena pulverulenta* (Fotografía 13 y 14).

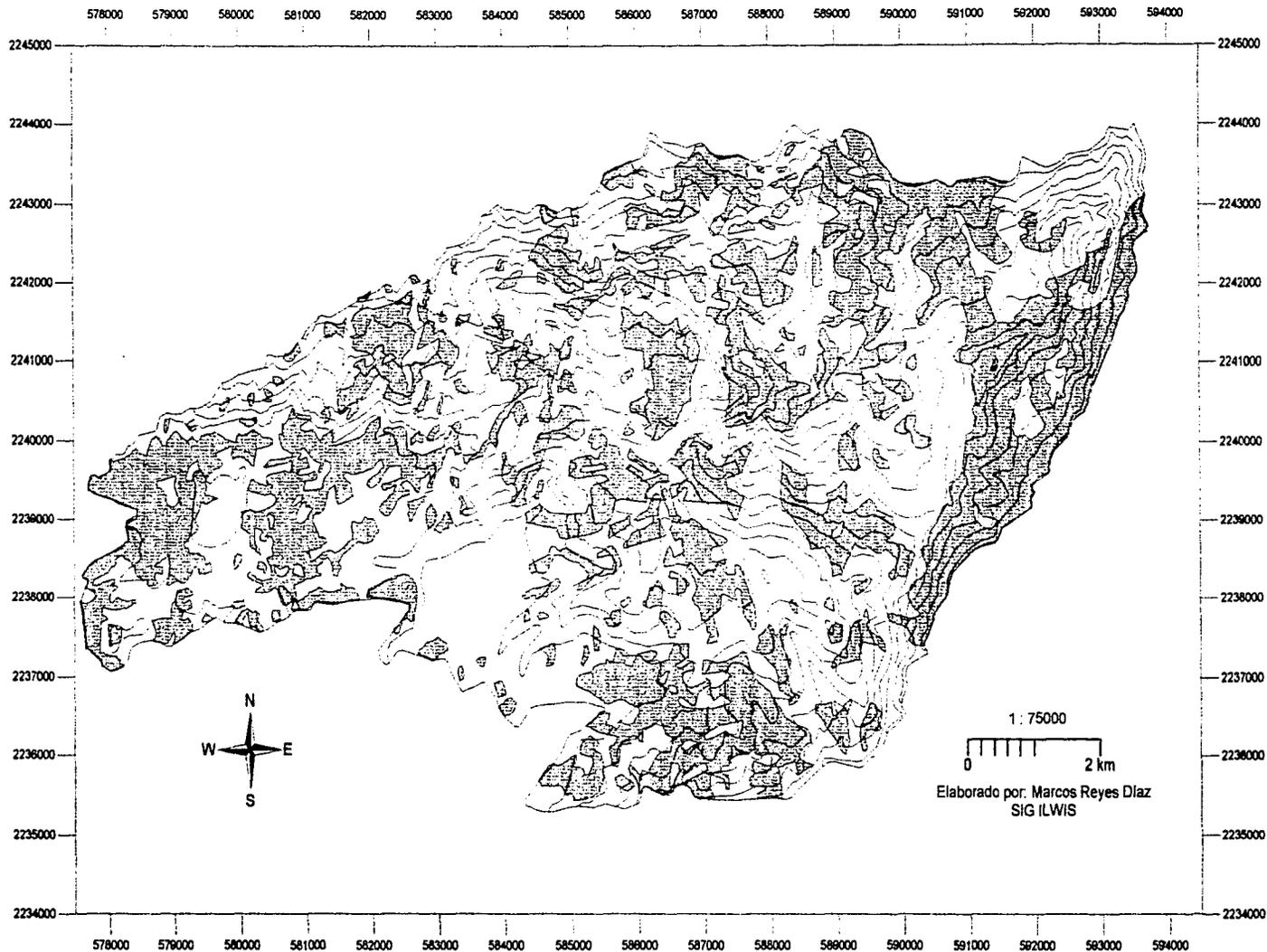
Los huertos familiares están distribuidos principalmente en el municipio de Pahuatlán en los alrededores de los poblados y con especies como: *Mangifera indica*, *Annona cherimola*, *Plumeria rubra*, *Erythrina americana*, *Persea americana*, *Magnolia grandiflora*, *Musa acuminata*, *Prunus persica*, *P. cerotina*, *Casimiroa edulis*, *Citrus aurantiifolia*, *C. paradisi*, *C. aurantium* y *C. sinensis* (Fotografía 18).

Extensiones del área en estudio están representados por pastizales inducidos que son utilizados para el cultivo del ganado, aunque esta industria no es fuerte en el área, usándose las cabezas animales para la venta local y el uso doméstico. En estos pastizales la presencia de pasto es abundante y la presencia arbórea, arbustiva y herbácea es nula. Se encuentran distribuidos en el municipio de Pahuatlán principalmente aunque algunos pastizales pueden estar en el municipio de Honey (Fotografías 15,16 y 17).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN

CULTIVOS, PASTIZALES Y POBLADOS

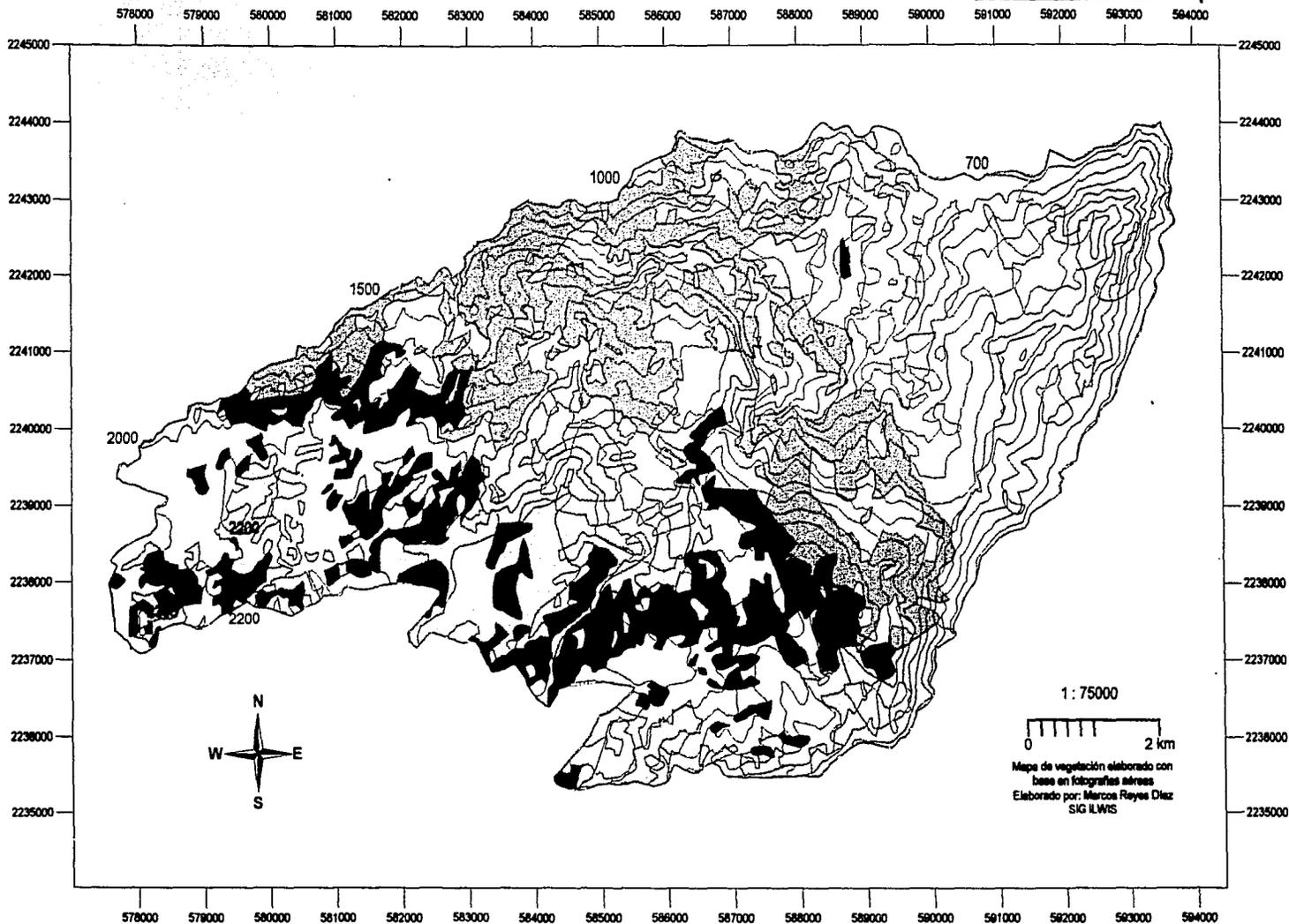


MAPA DE VEGETACIÓN

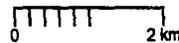
**Mapa de vegetación obtenido a partir de fotografías aéreas y con el SIG
ILWIS:**

MAPA DE VEGETACIÓN

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN



1: 75000



Mapa de vegetación elaborado con
base en fotografías aéreas
Elaborado por: Marcos Reyes Díaz
SIG ILWIS

BC: BOSQUE DE CONIFERAS
 BQ: BOSQUE DE QUERCUS
 BQP: BOSQUE DE QUERCUS-PINUS

BPQ: BOSQUE DE PINUS-QUERCUS
 BMM: BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA
 BTC: BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

CYP: CULTIVOS Y PASTIZALES
 P: POBLADOS

En el mapa de vegetación se observa la distribución espacial que presenta cada una de las comunidades vegetales. Es así que se tiene que el bosque de coníferas es el que tiene una distribución más restringida, presentándose solamente en la porción oeste del área en estudio. Se distribuye principalmente en la regiones de mayor elevación y sin pendientes pronunciadas. Aunque hay un manchón de bosque de coníferas al este del poblado de Honey el resto se encuentra distribuido en forma de parches entre la zona de cultivos.

El siguiente tipo de vegetación templada en abundancia es el bosque de *Quercus*, del cual un manchón se observa rodeado de bosque de *Quercus-Pinus* al oeste del área en estudio, mientras que su mayor distribución se observa que es al noreste del poblado de Honey, haciendo ecotono con el bosque mesófilo de montaña. Este manchón de bosque de *Quercus* junto con el que se ubica al sureste de Honey son bosques que se encuentran sobre las laderas de los cerros al inicio de la sierra. El último manchón mencionado hace ecotono con el bosque mesófilo de montaña, aunque también una fracción hace ecotono con un bosque de *Pinus-Quercus*.

El bosque de *Quercus-Pinus* presenta su distribución, principalmente, en los alrededores del poblado de Honey, aunque también hay pequeños manchones al oeste y al sur del área en estudio. Este bosque está distribuido en áreas con poca pendiente, aunque el último manchón mencionado si se encuentra en la ladera de un cerro. Se encuentra junto a la vegetación de bosque de *Quercus* y bosque de *Pinus-Quercus*.

El bosque de *Pinus-Quercus* está en zonas de poca pendiente, el cual se localiza en los alrededores del poblado de Honey y unos pequeños manchones al oeste del área. Este tipo de vegetación entra un poco a la sierra al este de Honey en forma de una franja que hace ecotono con el bosque mesófilo de montaña principalmente, aunque hay una pequeña fracción que hace ecotono con un bosque de *Quercus* hacia el sur.

El último tipo de vegetación templada es el bosque mesófilo de montaña, el cual se caracteriza por encontrarse en las laderas húmedas de las montañas. El bosque mesófilo de montaña del área en estudio sigue este patrón, ya que se encuentra en laderas que presentan un dirección al norte. Este bosque no llega a la planicie por lo que se encuentra delimitado hacia la parte superior con el bosque de *Pinus-Quercus* y el bosque de *Quercus*. Este tipo de vegetación alcanza las riberas de los ríos y los parteaguas de algunos cerros del área en estudio. Hacia abajo la vegetación con la que se encuentra es con el bosque tropical caducifolio.

La vegetación tropical representada por el bosque tropical caducifolio está distribuida al este del área en estudio en las laderas de los cerros, aunque estas laderas presentan un menor grado de pendiente que en el bosque mesófilo de montaña. Se distribuye en forma de grandes manchones rodeados por áreas sin vegetación aparente y llega incluso a las riberas de los ríos. Se encuentra tanto en laderas con exposición norte como en laderas con exposición al sur.

Por medio del SIG ILWIS fue posible obtener la superficie que está cubierta con los diferentes tipos de vegetación, denominadas según Rzedowski (1988). La tabla se presenta a continuación:

**TABLA CON PORCENTAJES DE TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DE
LOS MUNICIPIOS DE HONEY Y PAHUATLÁN, PUEBLA**

UNIDAD	Hectáreas	%
Bosque de coníferas	196	2.3
Bosque de <i>Quercus</i>	590	6.9
Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	735	8.6
Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	854	10.0
Bosque mesófilo de montaña	1666	19.1
Bosque tropical caducifolio	991	11.6
Sin cobertura vegetal aparente y poblados	3514	41.2
Total	8546	100

Se observa que el área total en estudio es de 8546 hectáreas de las cuales el 58.7% está cubierto por vegetación, mientras que el 41.2% no tiene cobertura vegetal arbórea y comprende a zonas agrícolas, pecuarias y desmontadas. La vegetación de tipo templada está representada por un 46.9% mientras que la vegetación tropical solamente corresponde al 11.6%.

De la cubierta vegetal se observa también que el bosque de coníferas es el que presenta una distribución más restringida, con solamente el 2.3% del área, mientras que el bosque mesófilo de montaña es el de mayor distribución con un

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

19.1%. Le sigue a este último bosque, en porcentaje de distribución, el bosque tropical caducifolio (11.6%) mientras que las comunidades de bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y bosque de *Quercus* van disminuyendo su distribución hasta menos del 10% (presentan el 8.6, 10.0 y 6.9% respectivamente).

DISCUSIÓN

Existe para el área en estudio una distribución de la vegetación de acuerdo a características geográficas y climáticas, entre las que destaca la altitud que es un factor que establece la distribución de estos tipos vegetales, ya que determina la distribución de la humedad.

La vegetación de tipo tropical representada por el bosque tropical caducifolio tiene su distribución desde las partes más bajas (660 msnm) hasta una altitud de 1400 msnm, lo que corresponde a lo reportado por la bibliografía. Se observa en el mapa un límite claro que está dado por la cota de los 1400 msnm que corresponde a la región con el clima más cálido y húmedo del área. Sin embargo en esta zona es también evidente una marcada temporada de sequía y una de lluvias, lo que favorece el establecimiento de una vegetación de tipo tropical, pero seca.

El otro factor que se observa y favorece la distribución de este tipo de vegetación y que además da un límite muy marcado entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio, es que las pendientes en esta zona, observadas a través de las aberturas de las curvas de nivel, son menores que en las zonas donde se desarrolla el bosque mesófilo de montaña. Esto podría interpretarse como que el bosque tropical caducifolio requiere de lugares de pendiente no tan marcada para su mejor establecimiento. Se debe recalcar que

este tipo de vegetación, por observaciones hechas en campo, presenta una marcada afectación humana, lo que complica su fotointerpretación.

Las características de las fotografías aéreas (color, textura, tono y forma) permiten una fácil separación de las unidades vegetales, sin embargo, al realizar trabajo de campo para corroborar la información proporcionada por las fotografías aéreas, se observa que existe en el área zonas ocupadas por huertos familiares y cafetales, situación que no es posible observar con la escala a la que se está trabajando, lo cual no permite dividir los lugares de vegetación original (que son mínimos) de los ocupados por algunos cultivos en una fotografía aérea con la escala manejada en el trabajo. Sin embargo, aunque no sea cartografiable un bosque tropical caducifolio separado de los cafetales y huertos, es importante colocarlas juntos en el mapa, ya que las personas dueñas de estas tierras conservan a las especies de árboles originales para uso de sombra en los cafés. Es por eso que la visita a estos lugares permite observar lo que en alguna ocasión debió de ocupar grandes extensiones de bosque tropical caducifolio y que un poco de toda esa extensión se está conservando a través de los campesinos por medio de la preservación de árboles originales para sombra del café.

Haciendo ecotono con el bosque tropical caducifolio se encuentra el bosque mesófilo de montaña que coincide con las zonas más húmedas del área en estudio debido a la zona de condensación descritas anteriormente. Este bosque presenta su principal distribución en las altitudes desde 1400 hasta los 2000 msnm, concordando con la descripción hecha por Rzedowski (1988).

Es el bosque mesófilo de montaña el que presenta una mayor cobertura (19.5%), lo que hace de este bosque una comunidad que requiere de un mayor estudio y conservación. Tiene como principal característica los altos índices de humedad presentes a lo largo del año, que hace que haya una presencia constante de niebla y un suelo muy húmedo.

Se podría considerar que el bosque mesófilo de montaña se distribuye principalmente en dos zonas: la primera es en la ladera ubicada más al norte del área en estudio y la segunda es una porción pequeña que se distribuye en ambas laderas del cerro ubicado más al sur. A pesar que se considera que la ladera norte presenta una menor insolación, que se traduce en una pérdida menor de humedad (y por lo tanto menor evapotranspiración (Luna *et al.* 1994), en el área en estudio esta diferencia no es muy pronunciada, ya que la zona de condensación abarca ambas laderas en el área.

El bosque mesófilo de montaña, por presentarse en lugares con gran humedad, tiende a sufrir una rápida deforestación para que su lugar sea ocupado por cultivos o por especies arbóreas más resistente. Aunque se debe mencionar que este tipo de vegetación, presenta el mismo problema que el bosque tropical caducifolio, ya que también son ocupadas, sus especies arbóreas, como sombra de cultivos de café.

El bosque mesófilo de montaña se ve interrumpido hacia el oeste por la presencia de un bosque de características más templadas y no tan húmedas como es el caso de los bosques de *Quercus-Pinus*, de *Quercus* y de Coníferas.

Estos ecotonos se presentan en tres partes principales. Uno de ellos es el que realiza el bosque mesófilo de montaña con el bosque *Quercus-Pinus* más al sur. Este límite con los encinos y pinos se debe a que existe una divisoria de aguas que establece hasta donde llega el bosque mesófilo de montaña. De un lado del parteaguas está este bosque, mientras que del otro lado está la presencia del bosque de *Quercus-Pinus*, en pendientes ligeras. Este parteaguas también podría representar el límite de la máxima humedad del área en estudio, ya que a partir de ahí la vegetación característica que se presenta es de tipo templado.

El siguiente ecotono del bosque mesófilo de montaña está hacia el norte y es con el bosque de *Quercus*. La zona donde crece el bosque de *Quercus* podría ser potencial para el bosque mesófilo de montaña, ya que las características podrían sustentar a este tipo de vegetación. Sin embargo, la realidad es que existe un bosque de *Quercus* que ha invadido ésta área.

El tercer ecotono está más al norte del área y es entre el bosque mesófilo de montaña con el bosque de coníferas. Al estar ocupada su área de posible distribución con un bosque de coníferas, se podría pensar que ocurre lo mismo en este ecotono que con el segundo.

La presencia de estas comunidades templadas (bosque de coníferas y de *Quercus*) en una zona potencial para el bosque mesófilo de montaña, podría llevar a pensar que hay intervención humana sobre el bosque mesófilo de montaña, lo que ha originado que esos sitios estén siendo ocupado por otros bosques, que bien pudieron ser sembrados por los pobladores. Hay lugares en donde algunos elementos del bosque mesófilo de montaña, han sido sustituidos para el cultivo de café, dejando algunos elementos de la vegetación original para árboles de sombra, al igual que ocurre con el bosque tropical caducifolio.

El bosque mesófilo de montaña es una comunidad delicada que tiende mucho a la afectación humana, debido a que se presenta en lugares en donde la humedad es elevada. Sin embargo, el área que ocupa el bosque mesófilo de montaña, a pesar de esta situación, es la mayor para el área en estudio, lo que habla de que a pesar de la afectación que hasta la fecha ha sufrido, su conservación es adecuada, además de que algunas especies originales del bosque también son conservadas a través de los árboles de sombra para el café.

El bosque de coníferas que está en el área en estudio se encuentra al noroeste en altitudes que van desde los 1700 hasta los 2300 msnm, lo que concuerda con la descripción de Rzedowski (1988). Este tipo de bosque presenta una distribución restringida sólo a esta parte que es una región donde el clima es templado, además de estar bajo el resguardo de la ladera. En esta se alcanza la mayor altitud del área en estudio.

Una parte de este bosque se encuentra como parches de vegetación en medio del área dedicada a la agricultura. Debido a ello se puede suponer que la presencia de los cultivos ha disminuido la extensión del bosque al mínimo, teniéndose el riesgo de que desaparezcan esos manchones. Sin embargo, existe un área de bosque de coníferas en los límites del altiplano, llegando incluso a descender un poco sobre la ladera del cerro. Este hecho hace que este bosque sea de difícil acceso, ya que no se presentan caminos cercanos a él. Este bosque también presenta la característica de ser el que menor área superficial abarca de todos los presentes en el área (2.3%). Sin embargo, la disposición en manchones en medio de áreas de cultivo, y la cercanía de éstas a la zona de coníferas más cercana a la ladera, podría suponer que en algún momento toda esta zona estuvo cubierta por el bosque de coníferas.

Al recorrer caminos que van más allá del área en estudio, también se observa que la altitud se va incrementando y por lo mismo el área del bosque de coníferas se toma mayor, lo que podría interpretarse que el bosque que se encuentra en el área en estudio corresponde a la menor altitud en la cual se puede encontrar bosque de coníferas.

En la denominación bosque de coníferas se encuentran incluidos el bosque de *Pinus* y el bosque de *Cupressus*, debido a que ambas son coníferas y es difícil su diferenciación a través de las fotografías aéreas. Sin embargo, el trabajo de campo permite observar que existen lugares en donde *Cupressus spp.* es la especie dominante y lugares en donde el *Pinus spp.* es abundante. En el caso del

Cupressus spp. se observa una disposición regular, lo que podría interpretarse como que esta especie ha sido utilizada para reforestar parte del área que anteriormente estuvo desmontada.

El bosque de coníferas es utilizado por las maderas que de él se extraen, y dado que en el área cercana al poblado de Honey se observó un aserradero, se podría suponer que uno de los motivos por los que este bosque se encuentra en muy poca área es la tala de árboles de pino.

El bosque de coníferas ocupa áreas afines al bosque de *Quercus*, aunque el gradiente altitudinal de este último se observa que puede alcanzar altitudes menores que el bosque de coníferas (hasta los 2220 msnm). También se aprecia que el bosque de *Quercus*, presenta una distribución mayor hacia regiones de pendientes fuertes que el de coníferas, ubicándose principalmente en las regiones protegidas contra la desecación que generan una mayor humedad que en el altiplano como la ladera norte y cañadas.

Las especies de encino y pino al compartir afinidades ecológicas pueden presentar un solapamiento por lo que se genera la vegetación de bosque de *Pinus-Quercus* o bosque de *Quercus-Pinus*, sin embargo, existen algunos manchones de bosque de *Quercus* en el altiplano que se encuentran hacia el oeste de las coníferas. Estos manchones se encuentran en medio de las comunidades mixtas de encinos y pinos. La ubicación de estos manchones de encino puede atender a que son puntos cercanos al aserradero mencionado

anteriormente, lo que podría ocasionar que en estos lugares la vegetación que existía era de bosque de *Quercus-Pinus* y que fueron desmontados los pinos de ese lugar.

Estos tipos vegetales (bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y *Pinus-Quercus*) presentan la característica de estar en un suelo de tipo luvisol crómico con andosol ócrico. Estos suelos llegan a su límite junto con el altiplano, lo que se reflejaría en el tipo de vegetación. Esto es que la vegetación basada en el tipo de suelo tendría su límite al final del altiplano. Sin embargo, se observa que la vegetación de pinos y encinos descienden a lo largo de la sierra a pesar de un cambio de suelo. Esto lleva a pensar que la distribución de la vegetación de tipo templada está delimitada por las características climáticas del área en estudio y no por características edafológicas.

El bosque de *Quercus-Pinus* y *Pinus-Quercus* es la vegetación que hace el ecotono con el bosque mesófilo de montaña. Se encuentra distribuido desde la zona de altiplano y penetra en la sierra hasta alcanzar altitudes de 1420 msnm, que concuerdan con la distribución de estas comunidades vegetales descritas por Rzedowski (1988). Este tipo de vegetación se encuentra en forma alternada desde el oeste del área en estudio hacia el este. Se observa que las regiones en las que domina el pino son las que se distribuyen principalmente hacia el altiplano, que son los lugares de mayor altitud del área. Conforme se entra a la región montañosa es mayor la presencia de encinos, por lo que la denominación que se le ha asignado es la de *Quercus-Pinus*.

Los encinos y pinos a pesar de compartir áreas semejantes presentan una diferenciación de que los encinos se pueden encontrar en regiones de menor altitud que los pinos. Aunque ambas especies descienden altitudinalmente, e incluso, hacen ecotono con regiones más húmedas como el bosque mesófilo de montaña, la mayor cantidad de pinos están en la región del altiplano. Los encinos descienden en mayor medida que los pinos, llegando incluso a hacer ecotono con el bosque mesófilo de montaña.

CONCLUSION

- A partir de fotointerpretación y trabajo de campo se determinaron los tipos de vegetación presentes en el área en estudio que corresponden a bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, bosque de *Quercus* y bosque de *Pinus-Quercus* y *Quercus-Pinus*.
- La presencia de comunidades templadas (bosque de coníferas y bosque de *Quercus*) en las áreas potenciales del bosque mesófilo de montaña, hace pensar que hubo intervención humana en éste último y esto debió modificar las condiciones físico-ambientales que permitieron el establecimiento del bosque de *Pinus-Quercus*.
- La vegetación en el área en estudio está distribuida de acuerdo a las características geográficas y climáticas, siendo principalmente la altitud y la humedad los factores determinantes.
- La presencia de manchones de bosque mesófilo de montaña en las laderas sur podría hablar de que la diferencia de humedad entre ambas laderas no es pronunciada y por lo tanto el intervalo altitudinal entre 1400 y 2000 m. podría considerarse potencial para el desarrollo de este tipo de bosque.
- A través del estudio cartográfico es posible realizar explicaciones sobre el comportamiento de la vegetación en un área determinada.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alcántara, O. y Luna, I. 1997. Florística y análisis biogeográfico de bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica.* 68 (2): 57-106.
- Bravo, H. y Ramírez, D. 1951. Observaciones florístico-ecológicas en la Mesa de San Diego y en su declive oriental hacia la cuenca del Río Cazones. *Anales del Instituto de Biología.* 22 (2): 397-434.
- Cámara, A. 1982. Estudio cartográfico de la vegetación mediante percepción remota. Tesis de licenciatura en Biología. UNAM. Facultad de Ciencias.
- Carta Topográfica. 1:50000. Huauchinango F14 D83. 2000. INEGI.
- Carta Topográfica. 1:50000. Pahuatlán. F14 D73. 1995. INEGI.
- Carta de Climas. 1:500000. Pachuca 14Q(IV). 1970. Dirección de Planeación. Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación.
- Carta de Climas. 1:1000000. 1981. SPP.
- Carta de Cambios Climáticos. 1: 250000. 1970. INEGI.
- Carta Edafológica. 1:250000. Pachuca F14-11. 1983. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Carta Geológica 1:250000. Pachuca F14-11. 1983. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Carta Uso de Suelo. Agricultura. 1:250000. Pachuca F14-11. 1985. INEGI.
- Carta de Uso de Suelo. Forestiera. 1:250000. Pachuca F14-11. 1985. INEGI.
- Carta de Uso de Suelo. Vegetación. 1:250000. Pachuca F14-11. 1983. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Dirzo, R. y Raven, P. 1996. *Diversidad de Flora Mexicana.* CEMEX. México.
- Franco, D. 1998. Introducción al estudio y lectura de mapas. Tesis licenciatura de Geografía. UNAM. Facultad de Filosofía y Letras.
- Fuentes, L. 1972. *Regiones naturales del estado de Puebla.* Instituto de geografía. UNAM. México.

- Fujiyaki, A. 1946. Exploración sanitaria del municipio de Pahuatlán de Valle, Estado de Puebla. Tesis licenciatura de Médico Cirujano. UNAM. Facultad de Medicina.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de geografía. UNAM.
- González, F. 1984. Guías de excursiones botánicas en México. VII. Excursión botánica al estado de Oaxaca. S. B. M. México.
- INEGI. 2000. Sistema nacional de fotografía aérea SINFA. INEGI. México.
- Lesczczynska-Borys, H. 1995. Ornamental plants in the customs of the Sierra Norte of Puebla. *Acta Horticulturae*. 391:251-260.
- López, J. 1994. Evaluaciones geomorfológicas y de recursos naturales aplicando un sistema de información geográfica ILWIS. Tesis doctorado. UNAM. Facultad de Filosofía y Letras.
- Lopez, J.; Galicia, L. y García, F. 1996. Aplicación de un SIG para la caracterización morfológica y la delimitación de unidades de ladera de una cuenca tropical estacional en Chamela, Jalisco, México. *Investigaciones geográficas*. Número especial 4: 39-61
- Luna, I.; Ocegueda, S. y Alcántara, O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlalchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. 65 (1): 31-62.
- Martínez, M.; Evangelista, V.; Mendoza, M.; Morales, G.; Toledo, G.; Worg, A. 1995. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Cuaderno 27. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Matteucci, S. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. USA.
- Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. No. 28. Sep. 1963: 29-179.
- Miranda, F. y Sharp, A. J. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology*. # 31 Vol. 3: 313-333
- Moncayo, F. 1970. Manual para uso de fotografías aéreas en dasonomía. SAG. México.
- Moncayo, F. 1975. Panorámica de la aplicación de la fotografía aérea en inventarios forestales y en estudios de vegetación en México. SAG. México.

- **Paray, L. 1944. Exploración botánica de la barranca de Tolantongo. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 1: 2-9.**
- **Paray, L. 1949. Exploraciones en el estado de Hidalgo. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 8: 1-7**
- **Pennington, T y Sarukhan, K. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). México.**
- **Pérez, J. P. 1992. Caracterización y diagnóstico de los sistemas de producción agropecuaria en cinco unidades edafoclimáticas de la Sierra Norte de Puebla. Tesis de licenciatura. UACH.**
- **Puig, H.; Bracho, R. y Sosa, V. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas: Composición florística y estructura. En H. Puig y R. Bracho (eds). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México. Instituto de ecología. UNAM. México.**
- **Trejo, R. 1983. Estudio de vegetación en la zona de Tlalcocotitlán en la depresión oriental del Balsas, Guerrero. Tesis de licenciatura en Biología. UNAM. Facultad de Ciencias.**
- **Trejo, R. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: Relaciones con el clima y el suelo. Tesis de doctorado. UNAM. Facultad de Ciencias.**
- **Rico, J. 1983. Mapa de vegetación de Isla Guadalupe. Chapingo. Año VIII, Num. 40: 46- 54.**
- **Ruiz, C. Meave, J y Contreras, J. L. 2000. El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: Análisis estructural. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 65: 23-37.**
- **Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Limusa. México.**
- **Sandoval, A. 1987. Actualización y análisis cartográfico sobre uso de suelo y vegetación del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de licenciatura en Biología. UNAM. Facultad de Ciencias.**
- **Urbina, T. 1990. Impacto socioeconómico de la producción de papel amate en la comunidad de San Pablito, Pahuatlán, Puebla. Tesis licenciatura en Ingeniero Agrónomo. UNAM. FES Cuautitlán.**
- **Valdez, E. 1941. Informe general sobre la exploración sanitaria del municipio de Chila-Honey, Estado de Puebla. Tesis licenciatura de Médico Cirujano. UNAM. Facultad de Medicina.**

- **Vázquez, J. H. 1990. El conocimiento ecológico en las prácticas agrícolas tradicionales entre los totonacas de una comunidad de la Sierra Norte de Puebla. Tesis licenciatura de Geografía. UNAM. Facultad de Filosofía y Letras.**
- **Villaseñor, R. 1988. Etnobotánica de plantas comestibles en dos comunidades: San Pablito y Xolotla de la Sierra Norte de Puebla. Tesis licenciatura de Biología. UNAM. Facultad de Ciencias.**

APÉNDICE

FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA EN ESTUDIO



Foto 1. Bosque de *Pinus sp.* camino de San Miguel a Honey, Puebla



Foto 2. Bosque de *Cupressus sp.* a orillas de la población de Honey, Puebla

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Foto 3. Bosque de *Quercus* en los alrededores de Honey, Puebla

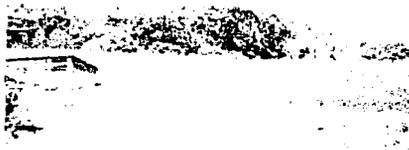


Foto 4. Bosque de *Quercus-Pinus* camino San Miguel-Honey, Puebla



Foto 5. Bosque de *Pinus-Quercus* a las orillas de Honey, Puebla



Foto 6. Bosque mesófilo de montaña a orilla de carretera a Pahuatlán, Puebla

FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA EN ESTUDIO



Foto 7. Bosque mesófilo de montaña camino a Chila de Juárez, Puebla



Foto 8. Bosque mesófilo de montaña camino a Pahuatlán, Puebla



Foto 9. Bosque tropical caducifolio a orilla de río cerca de Pahuatlán, Puebla



Foto 10. Bosque tropical caducifolio cerca de la población de Pahuatlán, Puebla



Foto 11. Cultivo de maíz cerca de zona en reforestación de pino en Honey, Puebla



Foto 12. Cultivo de maíz en bosque mesófilo de montaña cerca de Acahuales, Puebla

TEJES CON
FALLA DE ORIGEN

FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA EN ESTUDIO



Foto 13. Cafetal en bosque mesófilo de montaña en la carretera a Atla, Puebla



Foto 14. Cafetal en bosque tropical caducifolio a orilla de río San Marcos, Pahuatlán, Puebla



Foto 15. Pastizales alrededor de Pahuatlán y Atla, Puebla



Foto 16. Pastizal camino a Chila de Juárez, Puebla



Foto 17. Pastizal cerca de Pahuatlán, Puebla



Foto 18. Huertos familiares cerca del poblado de Xolotla, Puebla

ELIS CON
FALLA DE ORIGEN