



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS

IZTACALA



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

**"CARACTERIZACION FISIONOMICA ECOLOGICA
DE LA VEGETACION DE LA SUBCUENCA DE
ORIENTAL PUEBLA-TLAXCALA-VERACRUZ"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
L I C E N C I A T U R A E N B I O L O G I A
P R E S E N T A N:
DIAZ PEREZ MARIA DE LA LUZ
PLASCENCIA HIPOLITO MARIA DEL CONSUELO

DIRIGIDA POR:
DR. JAVIER ALCO CER DURAND

LOS REYES IZTACALA



1997

BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tlalticpac toquitchin tiez

La tierra será como los hombres sean.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Javier Alcocer Durand, por la dirección de esta tesis.

Al Dr. Diodoro Granados Sánchez, por la codirección de este trabajo.

Al Biol. Daniel Tejero Díez, por su disposición para asesorarnos en el aspecto botánico.

Al Sr. Francisco Ramos M. y al Sr. Juan Sánchez Martínez, por su amable colaboración para la colecta y determinación del material botánico.

A Angel Castillo Martínez, por la contribución en la elaboración de los dibujos y esquemas.

A Rubén Díaz Pérez, por la participación en la elaboración de mapas y gráficos.

A Cristina Díaz Pérez, por su paciencia y apoyo en la revisión y corrección del manuscrito.

A los miembros del comité revisor: Dr. Diodoro Granados Sánchez, Dr. Javier Alcocer Durand, M. en C. Silvia Aguilar Rodríguez, Biol. Daniel Tejero Díez y Biol. Daniel Muñoz Iniesta, por sus comentarios y sugerencias.

A la Universidad Autónoma de Chapingo y al Proyecto CONACyT 0956-N9111 "Regionalización y diagnóstico integrado de la Cuenca de Oriental, Puebla para la conservación de sus recursos acuáticos", por el subsidio para la realización de la investigación de campo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, por brindarnos la oportunidad de realizar nuestros estudios de nivel medio y profesional.

INFINTAS GRACIAS.

Consuelo y María de la Luz.

A VEHCANITZIN Y ATZIN

Mis hijos:

Porque han sido la parte primordial de este esfuerzo y logro y porque constituyen mi principal razón de seguir adelante.

A ANGEL

Mi esposo y compañero:

Por la gran fortaleza que me has transmitido. Tu apoyo incondicional, paciencia y gran amor que me dan en cada momento toda la felicidad.

A MIS PADRES

Por haberme dado la vida y
estar a mi lado siempre

LORENZO

Por tu gran cariño y
ejemplo intachable.

VIRGEN

Por tu abnegación y ayuda invaluable
para que siguiera estudiando.

A MIS HERMANOS

Leopoldo, Luis Francisco, Rocío, Cristina, Martín y Rubén:
Por todos los momentos compartidos, su apoyo y por las enormes razones
para sentirme orgullosa de ustedes.

A CONSUELO

Por haber confiado en mí al compartir este trabajo y
por ser una verdadera amiga en todas las circunstancias.

Y a todas las personas que contribuyeron para alcanzar esta meta.

Con todo mi cariño y agradecimiento

MARIA DE LA LUZ

A MIS PADRES

Por el apoyo económico, pero sobre todo, por el apoyo moral, la paciencia y confianza que han tenido para mí.

GRACIAS TEODO
POR TU FORTALEZA

GRACIAS FRANCISCO
POR TU LUCHA CONSTANTE

Los amo

A MIS HERMANAS

Teresa, Beatriz y Magdalena, por creer en mí
y darme su ayuda y cariño incondicional.

A MIS SOBRINOS

Franciso Daniel y Cynthia,
por su sonrisa traviesa y su cariño.

A MI CUÑADO

Ernesto, por la estimación que me
has dado.

A MIS AMIGOS

María de la Luz, por ayudarme a crecer,
por todas las horas gratas y difíciles que pasamos juntas.
Te quiero hermanita.

Vehcanitzin y Atzin, por la paciencia y las horas compartidas.

A la Familia Díaz Pérez, por abrirme las puertas de su casa
y brindarme una franca y sincera amistad.

Enrique, Laura, Julio, Ivonne y Manuel,
por los locos sueños compartidos y
las hermosas horas estudiantiles que pasamos juntos.

Con mi más profundo y sincero afecto

CONSUELO

RESUMEN

Se presenta la caracterización fisonómica de la vegetación en la Subcuenca de Oriental, comprendida en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Su extensión es de 4,981.747 km², de carácter endorréico, la fisiografía en su mayoría corresponde a la de malpaís, de composición geológica riolítica, derrames basálticos y volcanes andesíticos, es relevante la presencia de suelos tipos regosol, andosol y litosol y los climas que predominan son el templado húmedo y seco estepario.

El trabajo de campo se realizó en el periodo comprendido de septiembre de 1993 a febrero de 1995, en el cual se hizo un reconocimiento general del área, así como el registro de datos cuantitativos de la flora -frecuencia y abundancia relativas-, además topográficos y geográficos locales por ejemplo altitud, pendiente, pedregosidad, grado de alteración, urbanización y uso del suelo.

La modificación del clima, debida a la posición perpendicular de la zona respecto a la trayectoria de los vientos provenientes del Golfo y la sombra meteorológica que forma la barrera orográfica del este, influye en la presencia y distribución de la vegetación en la Subcuenca.

En el área de estudio se distinguen los siguientes tipos de vegetación y asociaciones de acuerdo con el criterio de clasificación de Rzedowski (1981): pastizal: zacatonal halófito, zacatonal alpino; matorral xerófilo: *Nolina parviflora*, *Nolina parviflora-Yucca periculosa*; bosque de coníferas: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. teocote*, *P. cembroides* var. *orizabensis*, *Pinus-Quercus* y *Juniperus deppeana*; y, bosque de encinos: *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes* y *Q. rugosa*.

Dichas asociaciones se representan mediante diagramas de perfiles fisonómico-estructurales, propuestos por Davis y Richards (1983) y se elaboró una lista florística de la vegetación acompañante.

INDICE GENERAL

	Página
Agradecimientos	IV
Dedicatorias	V
Resumen	VII
Indice general	VIII
Indice de fotografías	X
Indice de figuras	XI
1. Introducción	1
2. Antecedentes botánicos	3
3. Objetivos	6
4. Metodología	7
5. Resultados	
5.1 Ubicación del área de estudio	11
5.2 Fisiografía	14
5.3 Clima	17
5.4 Hidrología	27
5.5 Edafología	32
5.6 Geología	37
5.7 Vegetación	41
5.7.1 Pastizales	45
a) Zacatonal halófito	45
b) Zacatonal alpino	45
5.7.2 Matorral xerófito o desértico rosetófilo	46
a) <i>Nolina parviflora</i>	48
b) <i>Nolina parviflora</i> - <i>Yucca periculosa</i>	48

5.7.3	Bosques de coníferas	52
	a) <i>Pinus hartwegii</i>	52
	b) <i>Abies religiosa</i>	52
	c) <i>Pinus pseudostrobus</i>	55
	d) <i>Pinus montezumae</i>	58
	e) <i>Pinus patula</i>	58
	f) <i>Pinus teocote</i>	58
	g) <i>Pinus cembroides</i> var. <i>orizabensis</i>	58
	h) <i>Juniperus deppeana</i>	62
	i) <i>Pinus- Quercus</i>	67
5.7.4	Bosques de encinos	68
	a) <i>Quercus laurina</i>	68
	b) <i>Quercus crassifolia</i>	68
	c) <i>Quercus crassipes</i>	68
	d) <i>Quercus rugosa</i>	69
5.8	Lista florística	70
6.	Discusión	
6.1	Factores ambientales	87
6.2	Asociaciones vegetales	92
6.2.1	Pastizales	92
6.2.2	Matorral xerófito o desértico rosetófilo	95
6.2.3	Bosque de coníferas	97
7.	Conclusiones	105
8.	Anexo. Nombre común de algunas plantas	107
9.	Bibliografía	110

INDICE DE FOTOGRAFIAS

No.		Página
1.	Laguna de Alchichica	28
2.	Laguna de Quechulac	29
3.	<i>Distichlis spicata</i> en Totolcingo	46
4.	Matorral xerófito o desértico rosetófilo en Frijol Colorado	47
5.	<i>Yucca periculosa</i> en Frijol Colorado	49
6.	<i>Abies religiosa</i> en el volcán La Malinche	54
7.	<i>Pinus teocote</i> en el volcán La Malinche	59
8.	<i>Nolina</i> sp. en la asociación de <i>Pinus</i> en Agua de Mina	60
9.	<i>Pinus cembroides</i> var. <i>orizabensis</i> con epífitas del género <i>Tillandsia</i>	61
10.	Zona de bosque reemplazada por cultivos en Agua Mina	91
11.	<i>Nolina parviflora</i> en el cerro El Brujo	96
12.	<i>Juniperus deppeana</i> en Santiago Texmelucan	103
13.	Bosque de <i>Juniperus deppeana</i> en Santiago Texmelucan, afectado por el fuego	104

INDICE DE FIGURAS

No.		Página
	Mapa 1. Ubicación	13
	Mapa 2. Sitios de referencia	16
	Mapa 3. Tipos de suelo	36
	Mapa 4. Unidades geológicas	40
	Mapa 5. Tipos de vegetación	42
1.	Climograma de la Estación Nevado de Toluca	22
2.	“ “ “ Huamantla	22
3.	“ “ “ Alchichica	23
4.	“ “ “ Oriental	23
5.	“ “ “ Tepeyhualco	24
6.	“ “ “ Ciudad Serdán	24
7.	“ “ “ Tlalchichuca	25
8.	“ “ “ Perote	25
9.	“ “ “ Tecoaac	26
10.	Esquema de la dirección de los vientos alisios	18
11.	Perfil fisonómico de La Malinche a Pico de Orizaba	43
12.	“ “ “ Huamantla al Cofre de Perote	44
13.	“ “ “ Cerro El Brujo	50
14.	“ “ “ Totalco	51
15.	“ “ “ La Malinche	53
16.	“ “ “ el Cofre de Perote	56
17.	“ “ “ la Sierra de Zoltepec	57
18.	“ “ “ Los Humeros	63
19.	“ “ “ Frijol Colorado	64
20.	“ “ “ Villanueva	65
21.	“ “ “ Santiago Texmelucan	66

I. INTRODUCCION

Los recursos naturales de un país constituyen una base para su desarrollo económico, social y cultural. Su utilidad práctica es evidente, ya que las actividades básicas del hombre e incluso la conformación de su pensamiento están relacionadas con el lugar en el que vive. Sin embargo, no puede ni debe intervenir irreflexivamente en la naturaleza para transformarla, sin considerar los efectos negativos de su actitud. De aquí que surja la necesidad de crear políticas adecuadas para administrar, aprovechar y preservar dichos recursos de manera acertada, mediante un conocimiento que favorezca su interrelación con el medio.

De acuerdo con Toledo (1988) y Rzedowski (1981), en México hay una enorme diversidad de ecosistemas, no obstante, existe un marcado desconocimiento de ellos y de manera notable en lo que se refiere a la vegetación, a diferencia de lo que sucede en la mayor parte de los países industrializados, donde ha sido inventariada y estudiada desde hace más de un siglo, aquí ha cobrado importancia hace dos décadas aproximadamente, por lo que se hace necesario el generar información respecto a florística regional y datos suficientes y detallados sobre la distribución geográfica de muchas especies.

La cubierta vegetal es uno de los recursos naturales renovables que permite apreciar la fisonomía biológica y expresa un diagnóstico sobre su riqueza, entendiéndose por ésta el número de especies por unidad de superficie. La constitución orgánica de una especie se encuentra en armonía con el medio ambiente en el cual se desarrolla, por lo tanto existe una relación entre su aspecto y las condiciones naturales en que vive, es decir, los factores abióticos tales como humedad, temperatura o conformación del suelo (Fuentes 1972), ya que la vegetación responde a condiciones físicas, químicas y biológicas particulares.

Las especies de plantas se presentan casi siempre en comunidades por lo que constituyen asociaciones que se diferencian unas de otras por la apariencia y fisonomía de las dominantes; por ejemplo, es fácil distinguir un pastizal de un bosque (Fuentes *op cit.*). Asimismo, una comunidad o formación vegetal considera un aspecto general y es producto de la combinación de los diferentes estados medioambientales (Matteucci y Colma 1982).

Un elemento que facilita el conocimiento del comportamiento vegetal de un sitio, es la aplicación del levantamiento fisonómico-estructural, en el que se hace una representación sintética de la comunidad, permitiendo una comparación visual. Por otra parte, representa un almacén de datos que sirve como marco de referencia físico para el manejo de cuestiones agrícolas, sobre todo en áreas de temporal, y la interpretación integral de los diferentes paisajes de una región, que bien pueden ser explotados racionalmente o conservarse como reservas ecológicas (Matteucci y Colma *op cit.*).

El estudio de la Subcuenca de Oriental, resulta interesante desde el punto de vista de la variedad de sus ecosistemas y notable fitodiversidad que tienen relación con la compleja constitución del suelo y la topografía, producto de la historia geológica que le confiere características particulares. Cabe destacar que las cadenas montañosas que limitan el área, actúan como barrera orográfica y de lluvia, causando cambios significativos de climas y, por lo tanto, diferencias marcadas de precipitación pluvial. Así, su riqueza biológico-ecológica es resultado directo de la variedad de los ambientes que proporcionan una diversidad de habitats.

2. ANTECEDENTES BOTANICOS

La riqueza biológica de México, responde a la particular historia fitogeográfica, su topografía contrastante y heterogénea, características climáticas y tipos de suelo, aspectos que han sido objeto de estudio de diversos autores (Acot 1990, Toledo 1994).

Entre los primeros estudiosos de la vegetación destacan el botánico alemán Grisebach (1838) que denominó "formación geográfica" a un grupo de plantas con un carácter fisonómico definido, y Alexander von Humboldt (1805) quien en su obra "Geografía de las plantas" considera los vegetales bajo las relaciones de su asociación local en los diferentes climas (Pascal 1988). Este último autor y Bonpland realizaron un recorrido por el país (1815-1825) con el cual elaboraron un trabajo taxonómico-florístico (Acot 1990).

Sin embargo, las publicaciones de Martens y Galeotti (1842) y Richard y Galeotti (1844) son las primeras que proporcionan una visión conjunta de la vegetación, la distribución de plantas de la nación completa y su división en zonas botánico-geográficas y la caracterización de cada una de ellas (Rzedowski 1981).

Miranda y Hernández (1963) publicaron "Los tipos de vegetación de México y su clasificación", donde definen diferentes tipos vegetacionales basados en su fisonomía, derivada ésta de las formas de vida de sus especies dominantes y como una expresión de los factores abióticos del medio.

Rzedowski ha hecho numerosas aportaciones al conocimiento de la vegetación de México; entre ellas establece un sistema de clasificación que ubica las grandes masas vegetales distribuidas en el territorio y jerarquiza su florística. De acuerdo a este sistema (Rzedowski *op cit.*) la Subcuenca de Oriental se ubica en el reino Neotropical, sobre la región Xerófito Mexicana, en la provincia florística de la Altiplanicie y las provincias Sierra Madre Oriental y Serranías Meridionales en la región Mesoamericana de Montaña.

En relación al conocimiento del medio natural del sitio de estudio existen varias aportaciones referentes al aprovechamiento, explotación y conservación de sus recursos.

Gómez-Pompa (1982) presenta un resumen de investigaciones y datos no publicados sobre la vegetación y ecología del estado de Veracruz. El autor da el significado de las comunidades y la relación de su presencia con los factores medio ambientales existentes, tales como clima (temperatura y precipitación), altitud y tipos de suelo, además los efectos del hombre sobre la cubierta vegetal.

Ramírez - García y Novelo (1984) y Ramírez - García y Vázquez-Gutiérrez (1989) hacen

una relación de la vegetación acuática vascular de los seis lagos-cráter, localizados en el estado de Puebla. Con base en las concentraciones salinas del agua, los dividieron en "salinos" y "diluídos", característica importante ya que determina la diversidad de especies que pueden desarrollarse en cada tipo de lago, representada en total por catorce especies de angiospermas, pertenecientes a trece géneros y nueve familias.

Fuentes (1972) elaboró un trabajo donde divide el territorio del estado de Puebla, en regiones naturales, las cuales define como "una porción de la superficie terrestre limitada por las condiciones del medio ambiente", para lo cual considera la influencia de las plantas en la determinación de las mismas. En éste incluye un apartado sobre diversas consideraciones de la vegetación de este estado.

Ramos (1979) determinó los tipos de vegetación de Los Llanos de San Juan y enlistó las especies más abundantes, basándose en las formas de vida y fisonomía; asimismo, enfatizó que las asociaciones con una composición florística determinada se deben a las condiciones ecológicas, climáticas y topográficas. Por último, estableció las relaciones florísticas con otras zonas salinas del país.

Fernández (1987), en su estudio ecológico del bosque de *Abies religiosa* en el parque nacional "La Malintzin", Tlaxcala, da a conocer los aspectos estructurales y forestales de esta especie y propone alternativas de conservación para dicha reserva ecológica.

Fuentes (1992) hizo una caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides* var. *orizabensis*), en el municipio de Guadalupe Victoria, Puebla. De acuerdo a los valores cuantitativos y parámetros complementarios se manifiesta una asociación vegetal de *Pinus cembroides* var. *orizabensis* - *Nolina longifolia*.

Silva (1994) desarrolló una caracterización sinecológica del bosque de pino piñonero de la especie antes mencionada en Atlzayanca (Santa María las Cuevas), Tlaxcala, donde establece la estructura y funcionalidad de este bosque y describe su estructura fisonómica y sus relaciones ecológicas.

Referente a la zona árida poblano-veracruzana denominada "Llanura de Perote", se cuenta con diversos trabajos de los que sobresalen:

Rodríguez (1984) integró un estudio sinecológico de la vegetación concluyendo que la perspectiva de esta área es de uso agroindustrial más que alimentario y que el desierto poblano-veracruzano es una región *sui generis* dado que es un desierto ubicado en la zona tropical pero frío, único en el país.

Pérez (1987) elaboró una regionalización agroecológica en la cual define las siguientes comunidades vegetales: *Nolina-Opuntia*, *Nolina-Hechtia*, *Nolina-Dasyllirion*, *Pinus*, *Juniperus* y *Distichlis - Cyperus*. Además, señala la importancia de

los recursos de esta zona árida y de las malezas, así como las ventajas de conocer el manejo tradicional de los huertos familiares.

Soto *et al.* (1977) realizaron un estudio piloto de la vegetación en la región de Alchichica-Perote, por medio de la percepción remota, donde se identifican y describen los tipos de vegetación que hay en las zonas áridas de Veracruz y Puebla. La información es presentada mediante mapas grises reclasificados.

Diversas investigaciones se han realizado también en la región del Cofre de Perote, Veracruz, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

Delgadillo (1984) determinó los musgos alpinos del Cofre y el Pico de Orizaba, resumiendo que las plantas alpinas de los dos volcanes incluyen 70 especies y variedades de musgos y que comparten la mayoría de los taxa con otras montañas del Eje Neovolcánico de edad variable, por lo que deduce que la flora es el resultado de emigración en varias direcciones a diferentes tiempos.

Narave (1985) desarrolló un estudio de su vegetación en el que registra 80 familias con casi 600 especies, analiza someramente los factores ambientales que la afectan, y comenta sobre su estado actual.

De manera particular, la Fundación Alemana para la Investigación Científica (FAIC) ha hecho diversos trabajos edáficos, climáticos, geológicos e hidrológicos, entre otros. En el aspecto botánico destacan:

Hartmut (1972), que describe la vegetación natural en las zonas superiores a los 2,500 m del oriente de México, incluyendo el volcán La Malinche y sus zonas sur-orientales, el "Bloque Tlaxcala" y también una pequeña porción de la Sierra de Tlaxco. En el mismo estudio delimitan los tipos de vegetación por pisos altitudinales y cita la destrucción de la que son objeto los bosques en la zona por parte de los pobladores, y sus consecuencias.

Werner Gerd (1976) lleva a cabo un estudio sobre la deforestación en el volcán La Malinche y sus consecuencias en el desarrollo de los suelos así como sus propiedades ecológicas y concluye que las causas principales de la deforestación es la explosión demográfica y la sobreexplotación forestal.



3. OBJETIVOS

Aun cuando la Subcuenca de Oriental ha llamado la atención desde diversos puntos de vista, por ejemplo estético, geológico, arqueológico y botánico-ecológico entre otros, los estudios publicados sólo abarcan aspectos particulares o locales, de tal modo que no existe uno que permita considerar e integrar un conocimiento global de la vegetación, lo cual se hace indispensable ya que las necesidades primarias de la creciente población humana pone en serio peligro la estabilidad de esta zona.

El presente trabajo de tesis se desarrolló en esta Subcuenca con el objetivo general de entender la organización y la estructura de las diferentes comunidades vegetales que la integran, para lo que se planteó la realización de una caracterización fisonómica-ecológica de las mismas a través de las siguientes metas:

- Caracterización de los atributos peculiares fisiográficos, geológicos, edáficos, climáticos e hidrológicos, que son los que más influencia tienen sobre la vegetación.
- Descripción de las asociaciones vegetales reconocidas, incluyendo las especies dominantes y las acompañantes mejor representadas.
- Representación esquemática de estas asociaciones a través de perfiles fisonómico-estructurales.
- Elaboración de una lista florística con las especies sobresalientes que acompañan las asociaciones vegetales descritas.
- Discusión de las relaciones causales que determinan la estructura de cada comunidad.

4. METODOLOGIA

La metodología se desarrolló de acuerdo al criterio de caracterización fisonómica de la vegetación propuesta por Davis y Richards (1933), que hace referencia a la forma o fenotipo. A través de ésta se describió cada asociación, que representa una unidad de clasificación determinada tanto por el tipo de especies como por la cantidad de cada una de ellas.

4.1 Delimitación del área.

Se empleó la regionalización señalada en cartas hidrológicas de aguas superficiales escala 1:250,000 del INEGI (1981), para la que se toma como base la orografía (forma superficial de la tierra) e hidrografía (corrientes de agua). Los límites están representados por los parteaguas, es decir, aquellos puntos de mayor nivel topográfico.

Con este criterio se trazó el parteaguas de la Subcuenca en mapas topográficos a escala 1:250,000, lo que proporciona información acerca de la forma y dimensiones de la región. Por otra parte, representa la concreción gráfica del inventario de la infraestructura, orografía, hidrografía y distribución geográfica de la población, ya que en ellas se registran fielmente todos estos factores y la relación que guardan entre sí. Finalmente, por la estructura y enfoque, el documento topográfico sirve como apoyo a las actividades de estudio, análisis, programación y planeación a nivel local, regional y nacional a cierto tiempo (INEGI 1981f).

4.2 Caracterización de la zona.

Se realizó con base en la interpretación e integración de los siguientes materiales:

- Cartográfico: topográfico, climático, edáfico, geológico, hidrológico, fisiográfico y de uso de suelo y vegetación.
- Atlas Nacional del Medio Físico (INEGI 1981g).
- Mapa de unidades ambientales físicas, regionalización ecológica de la Subcuenca de Oriental (1993).
- Documentos de estudios fisonómicos y ecológicos realizados en diversos sitios de la República Mexicana y, en particular, en la Subcuenca de Oriental.
- Y, por último, se realizaron climogramas en los que se destacan las variaciones de temperatura y precipitación a lo largo del año, de los diferentes climas que se presentan en la zona. Para ello se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas representativas, reportados por García (1988). La excepción fue el tipo E(T) ubicado en los puntos más elevados, ya que no se cuenta con información

de éstos dentro del área de estudio, por lo que se emplearon los del Nevado de Toluca, cuyas características son muy semejantes.

4.3 Selección de puntos de muestreo.

Las diversas comunidades se localizaron por su tipo de asociación florística en cartas de vegetación, y en recorridos de campo se seleccionaron los sitios representativos, utilizando el criterio de las áreas mejor conservadas.

4.4 Trabajo de campo.

Se efectuaron ocho visitas al campo entre septiembre de 1993 y febrero de 1995, en las cuales se desarrollaron las actividades descritas a continuación.

- a) Inspección preliminar para registrar los datos botánicos y ecológicos convencionales tales como altitud, pendiente, pedregosidad, grado de alteración, urbanización y uso del suelo.
- b) Obtención de datos cuantitativos a través del método de punto cuadrante central de Cottam y Curtis (1956) para el estrato arbóreo y el de área mínima de 10 x 10 de Cain y Castro (1959) para el arbustivo y herbáceo (*in*: Matteucci y Colma 1982, Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). El primero resulta práctico y flexible por no ser necesario ajustar el tamaño de la unidad muestral a las condiciones particulares de la vegetación y permite obtener datos menos variables. El segundo es empleado para el análisis cuantitativo de individuos por especie, registrando la composición y frecuencia de la comunidad vegetal.
- c) Colecta botánica, prensado y herborización de las especies acompañantes que predominaban en cada sitio (Lot y Chiang 1986).
- d) Elaboración de perfiles fisonómicos semirrealistas mediante la apreciación de la vegetación integrante de las diferentes asociaciones, lo que resulta útil para plasmar las características estructurales no visualizadas fácilmente en fotografías, como la profundidad de la copa, número, posición, altura y espesor de los árboles (Richards *op cit.*).

4.5 Trabajo de gabinete.

- a) Se determinó la abundancia (frecuencia, cobertura y densidad relativas), así como valores de importancia de las especies dominantes de las asociaciones (Cottam y Curtis *op cit.*, Matteucci y Colma *op cit.*). Estos datos son valiosos para comparar bosques de estructura distinta, o mixta de la misma región, así como los diferentes estados de una asociación.

- b) Determinación de los ejemplares colectados con base en claves especializadas y bibliografía correspondiente, en la Universidad Autónoma de Chapingo e incorporados al Herbario de Bosques Forestales de la misma.

4.6 Presentación de resultados.

- Descripción ecológica. Los parámetros ambientales considerados fueron fisiográfico, geológico, edáfico, climático e hidrológico.
- Descripción de las asociaciones vegetales reconocidas con base en el sistema de clasificación de Rzedowski (1981), con algunas modificaciones que permitieron incorporar pequeñas variantes que se encontraron.
- Elaboración de diagramas de perfil fisonómico-estructural de acuerdo a lo descrito por Davis y Richards (1983 *in*: Matteucci y Colma *op cit*) con el objetivo de explicar las relaciones físicas y los tipos de vegetación, además de llevar a cabo un análisis comparativo de las diferentes comunidades de plantas. Dichos perfiles sintetizan en esquemas bidimensionales la flora que integra cada comunidad y reflejan su estratificación, señalando en las ordenadas la altura y en las abscisas la cobertura de los tipos biológicos.
- Elaboración de una lista florística con las especies acompañantes sobresalientes.

5. RESULTADOS

5.1 UBICACION

La Subcuenca de Oriental ocupa la parte este de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, también llamada Faja Volcánica Transmexicana, que es una banda de terreno montañoso, sobre todo volcánico, que atraviesa la República Mexicana desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México en su parte central. La citada Subcuenca es de carácter endorréico, con un origen geológico y tipos de roca semejantes, sin embargo, presenta diferencias significativas en su clima y suelo.

Se ubica entre las coordenadas 18° 56' 51" - 19° 43' 25" de latitud norte, y 97° 07' 10" - 98° 03' 04" de longitud oeste. De acuerdo a las cartas hidrológicas de aguas superficiales de la SPP (1983c, 1983d, 1984e) corresponde a la región RH-18, Cuenca A, Subcuenca h. Tiene una superficie total de 4,981.747 km² y forma de pentágono irregular con unos 70 km en su eje de mayor extensión. Puede definirse como una planicie cubierta en parte por lagunas temporales y someras y rodeada por altas y escarpadas montañas cuyas cimas representan los parteaguas (Reyes 1979, Alcocer *et al.* 1996) (Mapa 1).

La altitud de la planicie en el centro de la zona -la laguna de Totolcingo-, es de 2,334 m.s.n.m., pero existe un punto aún más bajo, en la zona de embalses intermitentes ubicados en Tepeychualco, a los pies del cerro Pizarro de 2,312 m (Reyes *op cit.*).

La región investigada limita al norte con la caldera de Los Humeros y la sierra de San Antonio, al noroeste con la sierra de Tlaxco, al occidente con el volcán La Malinche (4,461 m.s.n.m.), en la parte sur está la sierra de Zoltepec en dirección noroeste-sureste y, por último, al oriente El Cofre de Perote (4,250 m) y la sierra del Citlaltépetl, que comprende la Sierra Negra y El Pico de Orizaba (5,610 m), la mayor elevación del territorio mexicano.

En el interior del área se encuentran otras prominencias bien definidas. Destacan el Cerro Pizarro hacia el noreste, el núcleo riolítico que forman las crestas de Las Derrumbadas y el Cerro Pinto en la parte centro-oriental, asimismo, Libres, apéndice de la sierra de Tlaxco, en la porción centro-occidental. Al sur hay un conjunto de aparatos volcánicos en San Salvador el Seco. Por último, los conos aplanados forman lagos-cráter denominados localmente *axalapazcos* que son, al norte, Alchichica, Atexcac, Quechulac y la Preciosa (o las Minas) en Los Llanos de San Juan, y Aljojuca y Tecuitlapa al sur, en Los Llanos de San Andrés.

Entre las principales poblaciones y sus rutas de acceso se cuentan las siguientes carreteras: la federal 125 (Ciudad de México-Puebla-Teziutlán-Nautla), que pasa por Lara Grajales y Oriental. Por la 190 desde el Estado de México a San Martín Texmelucan, de aquí continuando por la 119 está Tlaxcala y a 74 km se encuentra Apizaco de donde, a través de la 13 (Texcoco-Huamantla-Veracruz) se localiza Huamantla, o a sólo 13.5 km está la desviación pavimentada que lleva a la estación de

microondas y al albergue del IMSS del Parque Nacional "La Maliche". También por la 136 se puede llegar a Oriental, El Carmen y Zacatepec.

Este último poblado es relativamente céntrico en el área de estudio y, a través de la carretera federal 140 (Distrito Federal-Puebla-Xalapa-Veracruz), vincula diversos puntos de interés. Por el noreste con el poblado de San José Alchichica, la ciudad de Perote y el Parque Nacional "Cofre de Perote". Hacia el sureste se toma la desviación de la carretera de cuota 150 en el estado de Puebla y en San Nicolás Tlalchichuca, 25 km adelante, está el refugio alpino de Piedra Grande (4,200 m) del volcán "Pico de Orizaba". Al sur es posible llegar a San Salvador el Seco y tomar la carretera 124 hasta Ciudad Serdán (López 1979, Gasca 1981, INEGI 1981a, 1982a).

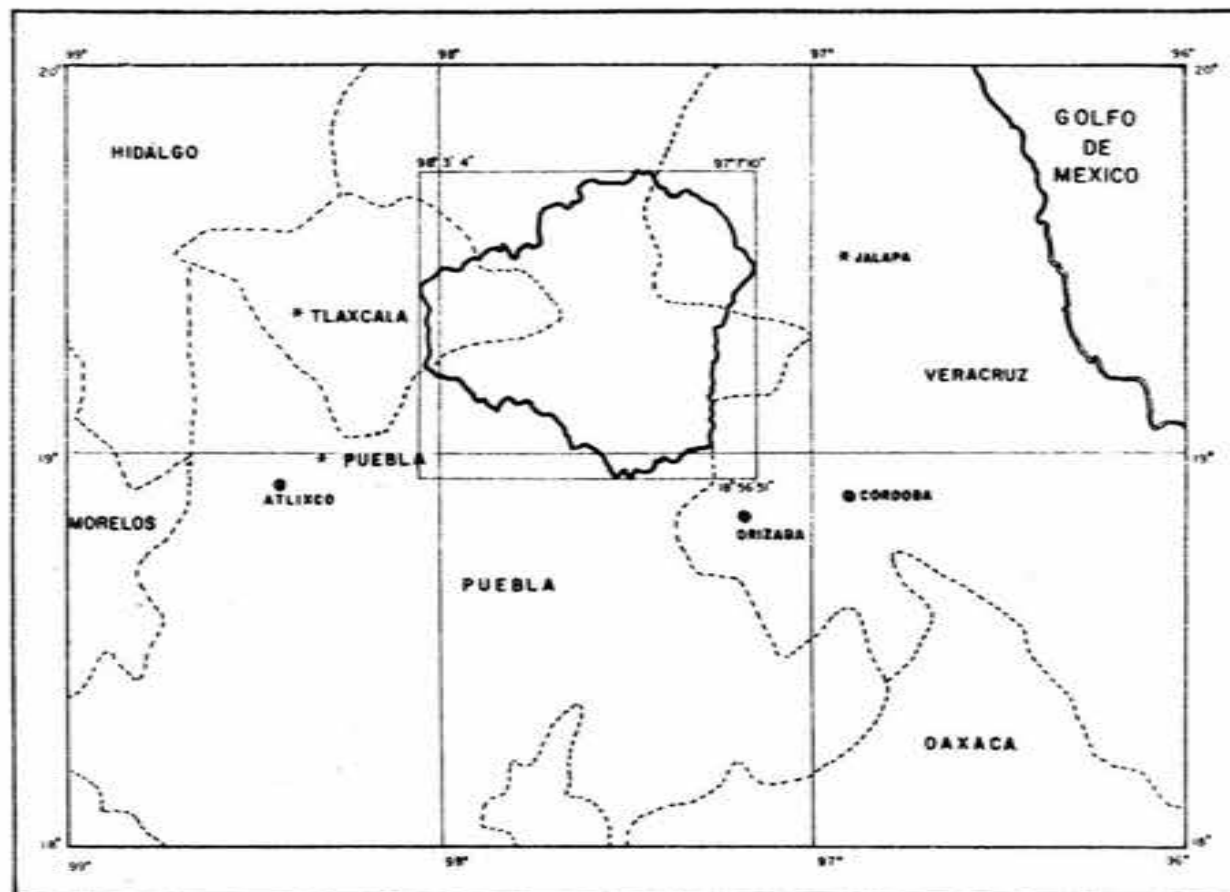
Las dos principales vías ferreas son la que se dirigen a Veracruz, vía Jalapa, y cruza diagonalmente la Subcuenca, y hacia Teziutlán que recorre la porción noroccidental (Gasca *op cit.*). Además, la mayor parte de la planicie se conecta por una red de brechas que unen áreas agrícolas y son utilizables la mayor parte del año.

Entre las partes de interés turístico pueden citarse los Parques Nacionales Cofre de Perote, La Malinche y Pico de Orizaba, los lagos-cráter, siendo el más conocido Alchichica, y un sinnúmero de lugares de belleza escénica natural. Otros aspectos atractivos son las artesanías como los tapetes de flores y aserrín de Huamantla y la piedra labrada de San Salvador el Seco.



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

- Límite estatal
- Zona de estudio
- * Capital del estado
- Poblado o ciudad



Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio.
 “Subcuenca de Oriental
 Puebla-Tlaxcala-Veracruz”.

5.2 FISIOGRAFIA

La descripción de este factor, está en parte basada en la carta fisiográfica escala 1:1'000,000 de la SPP (1981).

La Subcuenca de Oriental presenta un paisaje muy variable. Pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico, subprovincia "Lagos y Volcanes de Anáhuac". Una provincia se define como "la región de un mismo origen geológico y tipos de rocas semejantes en casi toda su extensión". El Eje Neovolcánico comprende del este al oeste de la República Mexicana, atravesándola en su parte central, es decir, desde el Golfo de México hasta el Océano Pacífico (INEGI 1991).

Al terreno de estudio se le considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas del Cenozoico, que dieron lugar a un relieve formado por laderas extensas, quebradas profundas, numerosos conos volcánicos, sierras con pendientes abruptas y mesetas escalonadas; su planicie está cubierta en parte por lagos y rodeado por montañas altas y escarpadas, cuyas cimas representan los parteaguas (Werner 1978, Reyes 1979).

La topoforma dominante de la región de estudio es de sierra volcánica con estratovolcanes. Las tres elevaciones principales que se localizan en ella son el Pico de Orizaba (5,610 m), la máxima elevación del país, La Malinche (4,461 m), ambos de forma cónica y con pendientes que se extienden hasta cerca de la orilla de la cuenca de Puebla y, finalmente, el Cofre de Perote (4,250 m) (INEGI 1981f, 1991).

La sierra de Tlaxco, al noroeste y oeste de la zona, es una cadena montañosa que no muestra formas volcánicas, la erosión ha construido cimas redondeadas, aunque en los arroyos se forman paredes irregulares y barrancos que contribuyen con su material a la formación de las Dunas del Carmen (Reyes *op cit.*).

El norte del área muestra una topografía muy irregular debido a numerosos conos volcánicos que dan la apariencia de un "paisaje lunar". La presencia de extensas coladas basálticas superpuestas forman un malpaís escalonado que desciende por la caldera de Los Humeros, hasta cortarse abruptamente en el llano a los pies del Cerro Pizarro (Reyes *op cit.*).

En Las Derrumbadas, la mayor elevación en el interior del área, así como en San Salvador El Seco, se presentan lomeríos sin asociaciones ni fases y con sistema de tobas. El Cerro Pizarro, Los Humeros y Frijol Colorado son lomeríos asociados con llanura sin fase y basaltos.

En el Cerro Cuamila, Mina, Saltillo la Fragua, Quetzalapa, San Miguel Zoapan y al oeste del Pico de Orizaba, se observa una fisiografía de meseta asociada con lomeríos

sin fases y con sistema basáltico escalonado. Este tipo se localiza también en la porción este de La Malinche, los poblados Rincón Zitlaltepec, Santa Cruz del Bosque, Alvaro Obregón y los cerros El Pinal y Encinos Grandes.

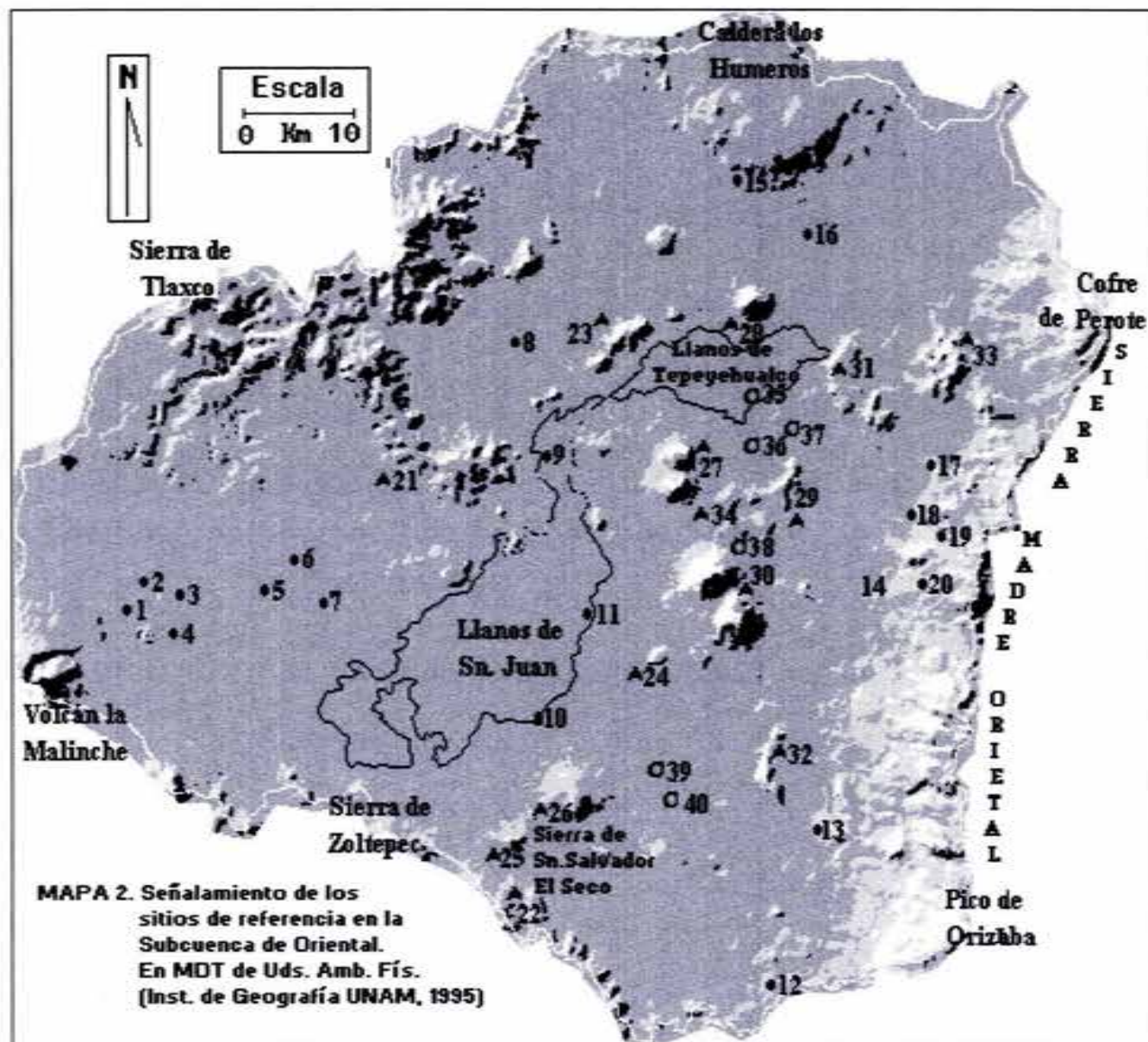
En Alchichica, Tepeyehualco, Perote y el Cerro Yolotepec, aparecen llanuras sin fases; sin embargo, en la mayor parte de la zona se presenta este carácter pero con sistema aluvial, por ejemplo en Ciudad Serdán, Aljojuca, San Juan Atenco y Tlachichuca. El resto de la zona tiene llanuras con lomeríos sin fase y un sistema aluvial hacia Huamantla, San José Chiapa, San Juan Ixtenco, San Martín Rinconado, San Rafael Lara Grajales y San Lorenzo Cuapixtla.

Al lado oeste de la Laguna de Totolcingo, hay una pequeña llanura con fases rocosas y cementadas; hacia el sur, una porción semejante con fase salina y sistema de vaso lacustre y, por último, por el este, un tramo del tipo de llanura con fase salina.

Otros cuerpos fisiográficos importantes son los seis lagos-cráter (maars o *axalapazcos*), que son depresiones resultantes de varias erupciones esporádicas, con forma de cono y en cuyo cráter inactivo se ha formado un lago (Gasca 1981).

Reyes (*op cit.*) reporta que la Subcuenca está casi desprovista de estructuras menos prominentes como cuevas y covachas. Asimismo, no existen afloramientos con características especiales de disolución ni fracturamiento. Sin embargo, se construyen oquedades por el avance y lenta solidificación de las lavas, entre las que se pueden citar las del norte de Cantona, y las cuevas en el malpaís al norte del cerro Pizarro. También existen cárcavas formadas por la erosión al noreste de Huamantla, en la sierra de Tlaxco.

Los accidentes fisiográficos de la zona estudiada no impiden las actividades del hombre, sin embargo, algunas porciones tienen condiciones inaccesibles o de muy difícil acceso, esto sucede en la falda occidental de la Sierra del Citlaltépetl a partir de la cota 3,600, así como, las partes altas del Cofre de Perote y La Malinche donde, además, el clima es muy frío (Mapa 2).



● **Ciudades y poblados**

1. Trinidad Sánchez Santos
2. Huamantla
3. San Juan Ixtenco
4. El Rincón Xitlaltepec
5. Rafael Lara Grajales
6. San José Chiapa
7. Cuapixtla
8. Libres
9. Oriental
10. San Nicolás Buenos Aires
11. Zacatepec
12. Cd. Serdán
13. Tlalchichuca
14. Gpe Victoria
15. El Frijol Colorado
16. Totalco
17. El Progreso
18. Maravillas
19. Agua de Mina
20. Saltillo La Fragua

▲ **Cerros**

21. Santa Ma. Cuevas
22. Rincón Grande
23. Tepeyehualco
24. Volcán Jalapazquillo
25. Coatepec
26. El Brujo
27. Pinto
28. Pizarro
29. Siete Cuevas
30. Derrumbadas
31. Yolotepec
32. Horno Continuo
33. Cuamila
34. Techachalco

○ **Lagos cráter**

35. Alchichica
36. La Preciosa
37. Quechulac
38. Atexcac
39. Tecuitlapa
40. Aljojuca

5.3 CLIMA

Entre los factores físicos que forman el medio ambiente el clima es, quizá, el más importante, ya que la temperatura, humedad y precipitación influyen sobre otros parámetros. Asimismo, como resultado de las diferencias topográficas y latitudinales, los componentes climáticos son muy variados lo que justifica, en parte, las diversas asociaciones vegetales y su distribución (García 1989, Gómez-Pompa 1982).

Basándose en los criterios de Toledo (*op cit.*), Rzedowski (1981), Gómez-Pompa (1982), García (1988, 1989), el Atlas Nacional del Medio Físico (1981), INEGI (1981) y Gasca (1981), se describen los factores climáticos que tienen singular influencia en el desarrollo, abundancia y distribución de las plantas.

Cabe destacar que, aun cuando la zona por su latitud debiera presentar un clima subtropical, éste es semiárido y de templado a frío, lo que se manifiesta en una riqueza de flora poco común. Este hecho se debe a diversas particularidades que tienen singular influencia, tales como su configuración, la posición perpendicular respecto a la trayectoria de las corrientes aéreas provenientes del Golfo de México y la sombra meteorológica causada por la barrera orográfica que limita al este.

Esta barrera orográfica propicia, como ya se mencionó, que el clima que debiera ser subtropical, forme una unidad climática diferente, en la porción semiárida poblanoveracruzana. El sistema montañoso está constituido por la sierra que va desde el Pico de Orizaba hasta el Cofre de Perote y la sierra de Chiconquiaco -que está por debajo del paralelo 20°-, dando lugar a la llamada sombra eólica y de lluvia, ya que actúa como una represa o embalse de los vientos húmedos del noreste los cuales cambian de dirección y ascienden.

Temperatura.

Su efecto es considerable por la relación con la variación a lo largo de una escala altitudinal. La mayor parte de la zona es templada, no obstante, los valores oscilan de 6-8 a 16°C. Los datos extremos, sobre todo los mínimos, actúan como un factor limitante y de tolerancia para la mayoría de las especies en la distintas asociaciones. Con objeto de hacer resaltar las diferencias en este punto y las variaciones anuales se elaboraron climogramas (Figs. 1 a 9).

Precipitación.

La lluvia es el elemento climático y abiótico más relevante, incluso a cualquier altitud, destacando sobre el suelo, relieve, temperatura, nubosidad y presión atmosférica entre otros. De la cantidad de lluvia durante el invierno se origina un tipo particular de vegetación perennifolia, subperennifolia o caducifolia.

Hay por lo menos cuatro aspectos de gran importancia que considerar en lo que se refiere al comportamiento de la precipitación: a) la cantidad total anual de lluvia y su distribución sobre el área, b) su origen o tipo que puede ser conveccional, orográfico o frontal. c) su periodicidad estacional, o sea su distribución a lo largo del año, lo que se conoce como régimen de lluvias o régimen pluviométrico y, d) su variabilidad anual y estacional. En la mayoría de los sitios a mitad de la temporada de lluvias hay una disminución de las mismas, por lo que se presentan algunos días con clima seco y caliente, conocidos como condición de "canícula", fenómeno del cual aún no se estudia su origen.

La cantidad de precipitación anual se ve influenciada al separarse el Altiplano Central de la Planicie Costera del Golfo por la Sierra Madre Oriental y, como consecuencia, se dan en la Planicie (barlovento -parte donde pega el viento-) lluvias de convección, típicas del verano provocadas por el calentamiento de masas de aire sobre la ladera, lo que origina la creación de corrientes que ascienden verticalmente con gran nubosidad y lluvias intensas. Mientras que en el lado opuesto (sotavento -al abrigo del viento-) resultan lluvias orográficas asociadas muchas veces con neblinas, causadas por la elevación de masas de aire ante el obstáculo montañoso y que tienden a calentarse en el descenso, lo que se traduce en una disminución considerable de la precipitación.

Vientos.

El viento se origina por diferencias horizontales de presión atmosférica y representa el movimiento del aire como respuesta a estas desigualdades. En la circulación atmosférica mundial se originan varios sistemas de vientos y de corrientes de aire que son: a) ascendentes ecuatoriales, b) descendentes subtropicales y c) los vientos alisios. El clima de la Subcuenca está controlado de manera relevante por el efecto de estos últimos, los que influyen, sobre todo, en el verano y afectan la zona este de la Sierra Madre Oriental y llegan al interior aunque no en forma tan marcada (Fig. 10).

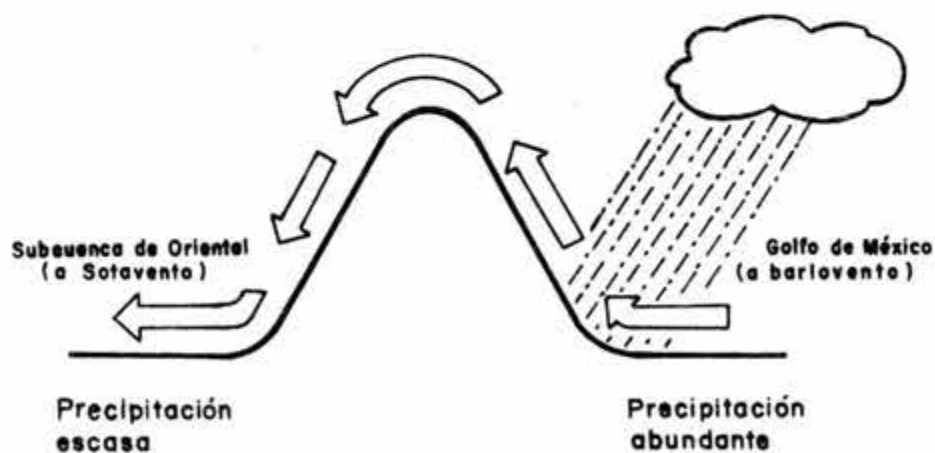


FIG. 10 Dirección de los vientos alisios

La zona de estudio, por su posición altitudinal, se encuentra en la convergencia de los vientos alisios del norte y los del sur, lo que causa corrientes de aire ascendentes a barlovento y, a medida que el aire húmedo sube, su contenido de vapor de agua se condensa, produciendo lluvias abundantes como en Agua de Mina y Maravillas, mientras tanto, a sotavento, donde el descenso del aire es en gran escala, la nubosidad y la precipitación son escasas formando regiones con aspecto árido y seco, tal es el caso de la región de Alchichica.

Los fenómenos monzónicos también tienen un influjo sobre todo en la parte oriental del territorio de la subcuenca intensificando la lluvia de verano producida por los vientos alisios.

El efecto de encañonamiento de los vientos en el lugar de estudio se debe al relieve, ya que la parte norte del Cofre de Perote tiene una configuración menos abrupta y más baja, por lo que no significa un obstáculo que impida la circulación de las corrientes de aire. Los vientos que penetran por Perote se desvían, por un lado, a través de las Derrumbadas, hacia la planicie de Libres y la llanura donde se localizan las Dunas del Carmen y, por el otro, hacia la porción de Ciudad Serdán, donde dominan los vientos fríos.

Al noreste, en Frijol Colorado, Totalco y Los Humeros, la estación climática más importante es el invierno ya que la precipitación no es producto de los vientos alisios, sino de masas de aire polar llamadas "nortes", típicos de esta época del año, en las que estas masas de aire frío descargan su humedad. Dicho fenómeno le da a este malpaís la peculiaridad de ser la parte más seca y fría de la región de estudio (Granados, 1990, Gómez-Pompa *op cit.*).

Humedad.

Se ve influenciada por la cercanía relativa del Golfo de México que actúa como regulador de temperatura y abastecedor de humedad. La orografía y la circulación del aire tienen una influencia decisiva en la mayor o menor evaporación.

A partir de los datos obtenidos de las cartas climáticas, se concluyó que la variación en la precipitación va desde 215 mm en la porción más árida que corresponde a Totolcingo, hasta cerca de 1059.1 mm en La Malinche, que es la más húmeda.

De acuerdo a Gómez-Pompa (*op cit.*) y corroborado en campo, la neblina, que es otra forma de precipitación, influye en las zonas de alta montaña donde es característica, originando una mayor humedad y menor iluminación. La vegetación que se desarrolla en estas condiciones recibe el nombre de "bosques de neblina".

Por último, en algunas estaciones meteorológicas como las de Perote y Orizaba, se han registrado nevadas ocasionales por encima de los 2,200 m y, aunque esto es eventual.

puede ser la razón de la ausencia de varios géneros y especies en dichas localidades (Soto 1969 *in*: Gómez-Pompa *op cit.*).

Fórmulas climáticas.

Los climas predominantes en la Subcuenca de Oriental son templado húmedo y seco estepario, conforme a la clasificación de Köppen, cambia de templado húmedo a seco en la parte meridional. Se presentan las siguientes variantes de acuerdo con García (*op cit.*):

C(w1)(w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, y una precipitación invernal menor de 5% en Soltepec, San Juan Ixtenco, El Ocotal y Tlachichuca.

C(E)(wo)(w): Templado semifrío, subhúmedo con lluvias en verano y 5% de precipitación invernal en Huamantla, Los Humeros, Libres, Santa María las Cuevas, El Seco y Ciudad Serdán.

C(E)(w1)(w): Templado semifrío, subhúmedo medio con lluvias en verano y una precipitación invernal menor de 5 mm en Saltillo La Fragua.

C(E)(w2)(w): Templado semifrío, subhúmedo con lluvias en verano y menos del 5% de precipitación invernal. La precipitación del mes más seco es de 40 mm. Se localiza de 2,800 a 4,000 m en el Pico de Orizaba y La Malinche y de 3,000 a 4,000 m en el Cofre de Perote.

E(T)H: Frío de altura con marcado invierno o de tundra. Temperatura anual promedio entre -2 y 5°C, en el mes más frío bajo 0°C y en el mes más cálido entre 0 y 6.5°C. Presente en El Cofre de Perote, La Malinche y el Pico de Orizaba por arriba de 4,000 m.

EFH: Muy frío de altura o de hielos perpetuos y nieve. Temperatura anual promedio bajo -2°C, en los meses más fríos y más cálido bajo 0°C. En este clima ya no es posible el establecimiento de vegetación. Únicamente en el Pico de Orizaba, por arriba de los 5,000 m.

BS1k'w: Semiseco templado con lluvias en verano, con una precipitación invernal entre 5 y 10.2%. Presente en Perote, Totalco, Frijol Colorado, Maravillas, Guadalupe Victoria, Progreso, Oriental, Alchichica y Guadalupe Buena Vista, los Llanos de San Juan incluyendo la laguna de Totolcingo, y la laguna de Tepeyhualco.

Los climas del grupo C se caracterizan porque la temperatura media anual es de 5° y 12°C, la media del más cálido es menor de 6.5°C. La isoterma mejor representada es de 16°C con una temperatura media anual de 14.5°C. Los climas del subgrupo B tienen un coeficiente de precipitación total mayor de 22.9 mm.

Al observar el plano de isoyetas de la región (INEGI 1981), se aprecia una depresión con las precipitaciones mínimas en el centro. Sin embargo, en las cumbres de La Malinche, Cofre de Perote y Pico de Orizaba se alcanzan hasta 1,000 mm, para descender paulatinamente hacia Totolcingo y Alchichica, en donde no supera los 400 mm al año. La zona de mayor captación pluvial se localiza en las faldas del Pico de Orizaba y el valor medio general de toda la Subcuenca se calcula en 618 mm, con períodos de lluvia que comprenden desde fines de abril hasta octubre.

Gráficas de la distribución anual de la temperatura y precipitación en la Subcuenca de Oriental.

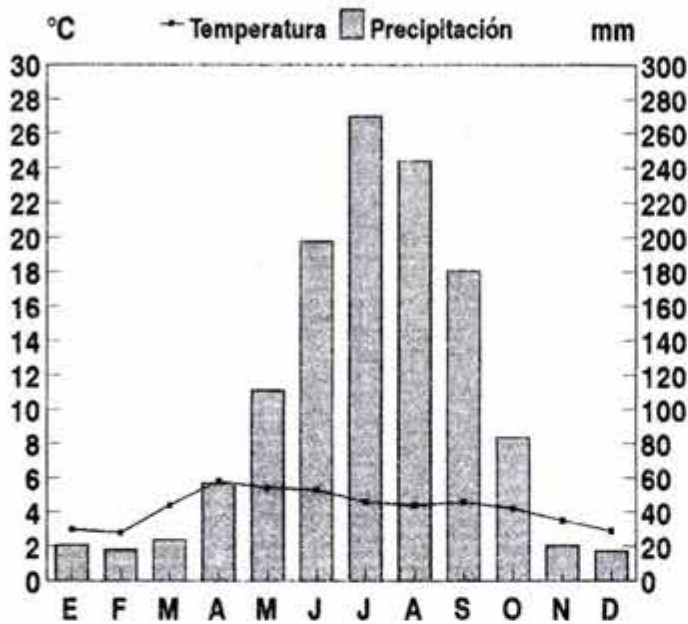


Fig.1.
 Estación Nevado de Toluca.
 No. 15161
 Clima E (T) C (w2)ig
 Altura 4,140 m s.n.m.
 T° anual prom. 4.2
 Precipitación anual total 1,243.5
 % Precipitación invernal 5.0

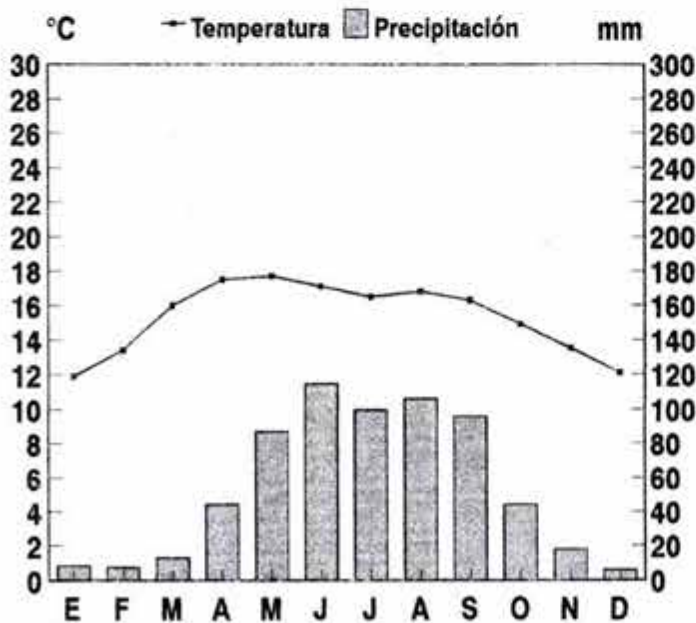


Fig.2.
 Estación Huamantla
 No. 29004
 Clima C b (w0) (w) (i')gw"
 Altura 2,583 m s.n.m.
 T° Anual prom. 15.3
 Precipitación anual total 642.9
 % Precipitación invernal 4.4

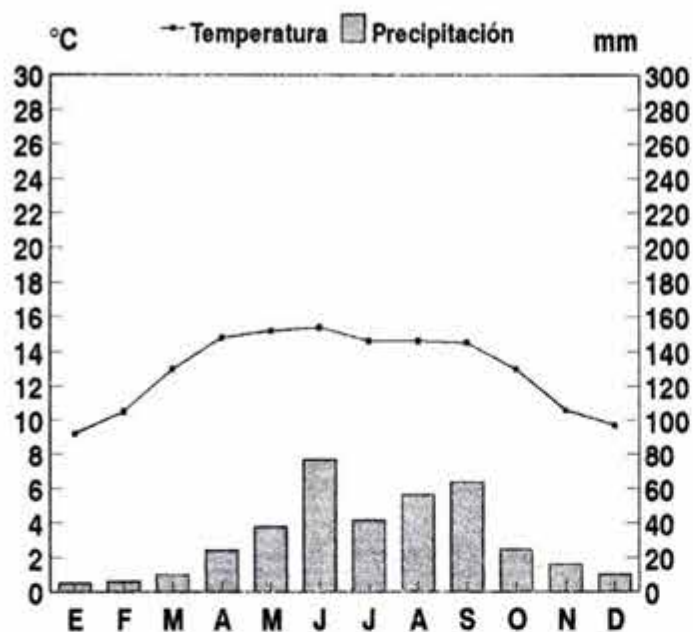


Fig.3.
 Estación Alohichica.
 No. 21047
 Clima B S 1 kw (i')w"
 Altura 2,324 m s.n.m.
 T° anual prom. 12.9
 Precipitación anual total 372.1
 % Precipitación invernal 5.6

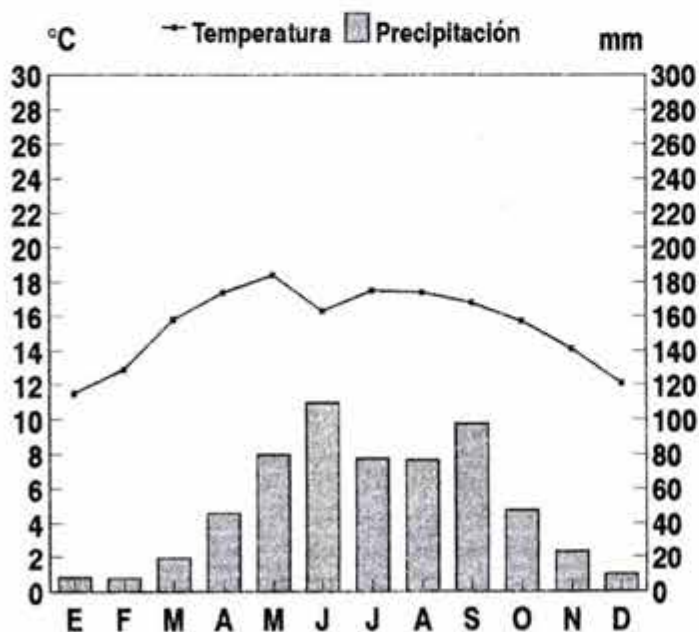


Fig.4.
 Estación Oriental.
 No. 21058
 Clima C b (w0) (i')gw"
 Altura 2,345 m s.n.m.
 T° Anual prom. 15.4
 Precipitación anual total 602.2
 % Precipitación invernal 5.8

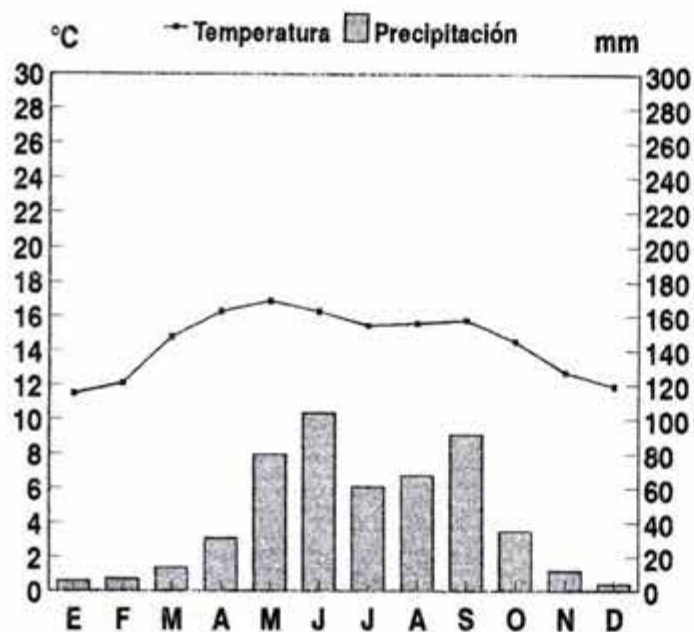


Fig.5.
 Estación Tepeyehualco.
 No. 21086
 Clima B S 1 kw (i')gw"
 Altura 2,323 m s.n.m.
 T° anual prom. 14.4
 Precipitación anual total 511.4
 % Precipitación invernal 5.2

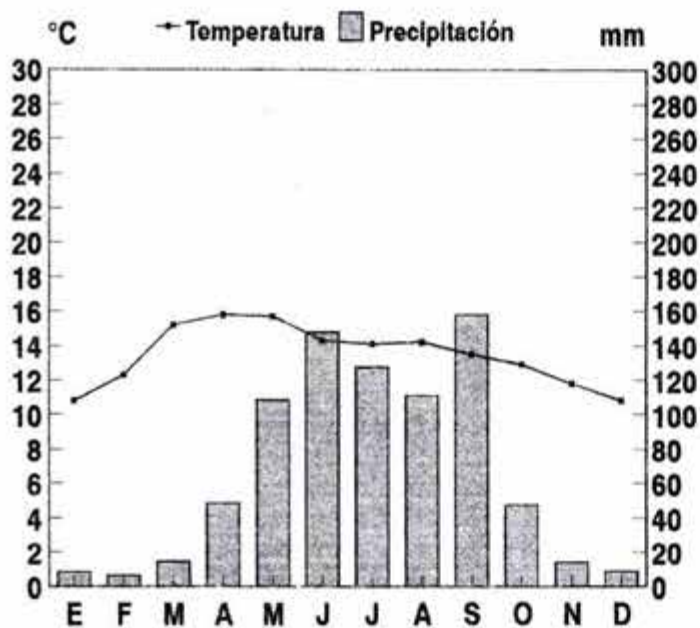


Fig.6.
 Estación Ciudad Serdán.
 No. 21027
 Clima C b (w2) (w)igw"
 Altura 2,278 m s.n.m.
 T° Anual prom. 13.4
 Precipitación anual total 801.0
 % Precipitación invernal 3.6

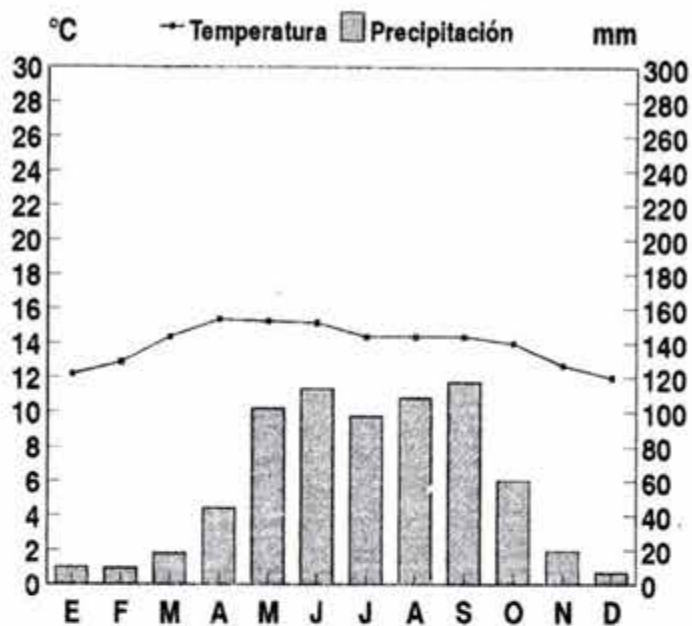


Fig.7.
 Estación Tlalchichuca.
 No. 21092
 Clima C b (w)igw"
 Altura 1,590 m s.n.m.
 T° anual prom. 13.9
 Precipitación anual total 706.0
 % Precipitación invernal 5.2

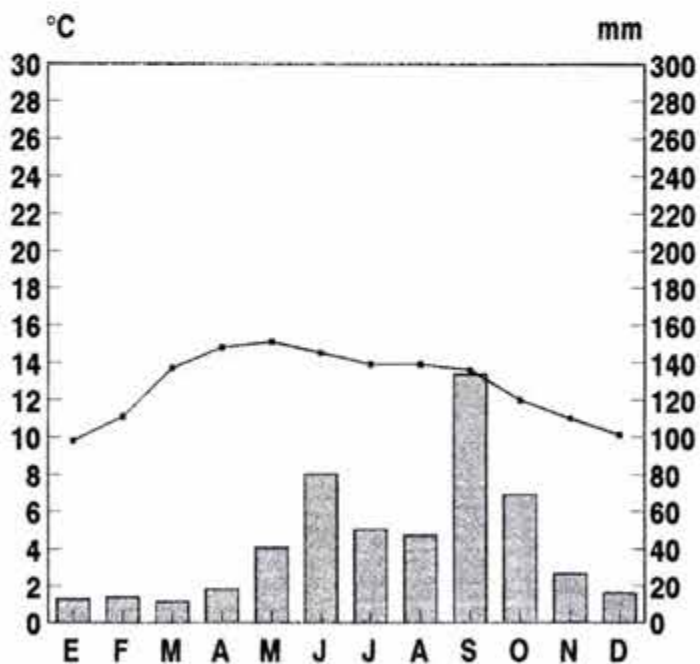


Fig.8.
 Estación Perote.
 No. 30089
 Clima B S 1 kw (i')gw"
 Altura 2,394 m s.n.m.
 T° Anual prom. 12.7
 Precipitación anual total 519.1
 % Precipitación invernal 7.2

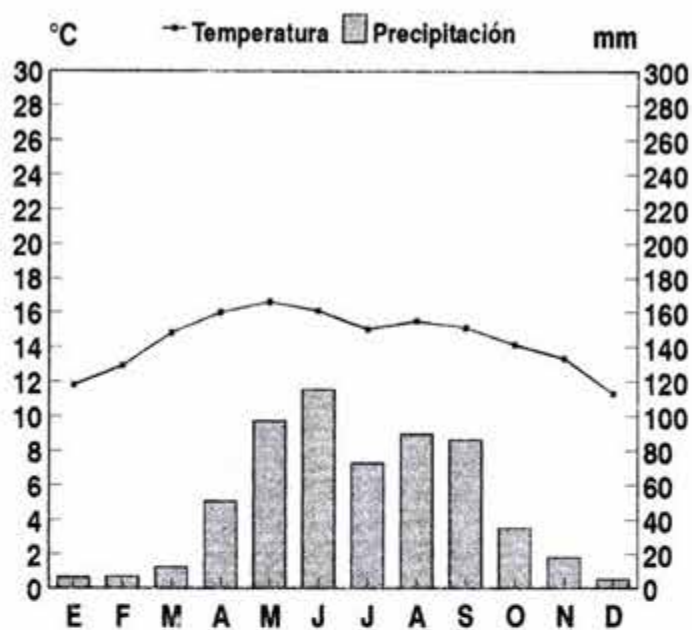


Fig.9.
 Estación Tecuac.
 No. 29011
 Clima C b (w0) (w)igw*
 Altura 2,420 m s.n.m.
 T° anual prom. 14.4
 Precipitación anual total 593.1
 % Precipitación invernal 4.3

5.4 HIDROLOGIA

La fisonomía de la red hidrográfica de México está determinada esencialmente por las características de precipitación y fisiografía. Se distinguen dos vertientes exteriores, a los océanos Pacífico y Atlántico, y una interior a la altiplanicie, además de cuencas cerradas en el centro y sur del país (Maderey 1977); tal es el caso de la Subcuenca de Oriental.

Las características fluviales de la región estudiada se atribuyen principalmente a dos fenómenos de circulación regional que afectan incluso al país. Primero la posición geográfica del territorio que es precisamente donde se localiza el cinturón de las calmas tropicales y de los vientos, que son descendentes, e impiden la precipitación, por lo tanto, la evaporación es intensa. Además, la situación a sotavento de los sistemas montañosos, pues influye la barrera que constituye la Sierra Madre Oriental, la cual evita el paso de los vientos húmedos provenientes del Golfo de México en la época de los monzones y ciclones tropicales (Maderey *op. cit.*).

De acuerdo al INEGI (1981e), la zona de estudio corresponde a una unidad hidrogeomorfológica, por la semejanza del comportamiento de sus aguas superficiales, la pendiente del terreno, el tipo de rocas, los suelos, las características de drenaje y la cobertura vegetal.

El carácter endorréico obedece a que no presenta una salida en forma de corrientes superficiales como podrían ser ríos o arroyos. La mayor parte del agua es captada, sobre todo, en las partes montañosas más elevadas que la rodean. El agua penetra hasta el subsuelo debido a la naturaleza porosa del sustrato, acumulándose en el manto freático, que en las porciones más bajas del área de estudio, se encuentra a una profundidad máxima de cinco metros (Lugo *et al.* 1994).

Sin embargo, en el estudio realizado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (SRH 1967 *in*: Reyes 1979) se descubrió que existen dos fugas en la zona de trabajo; una hacia Perote, bajo la planicie de Tepeyehualco, y la otra hacia la Sierra de Soltepec, entre Lara Grajales y San Salvador El Seco.

Tal como se menciona en lo referente a la geología, se localizan seis lagos-cráter o "maars". Los nahuatlacas de la región poblana los bautizaron con el nombre de *axalapazcos*, vocablo que significa "vasijas de arena llenas de agua" (Lugo *op cit.*); cubren un área aproximada de 4.13 km² (Alcocer *et al.* 1996) y presentan características ambientales y biológicas peculiares. Respecto a estos conos volcánicos, se formaron cuando el magma entró en contacto con el agua del manto freático, muy próximo a la superficie, lo que dió como consecuencia que las oquedades, quedarán por debajo del nivel del suelo y las aguas subterráneas las inundarán poco a poco. Su volumen se reduce año con año por la explotación del dicho manto freático y por evaporación, no obstante, se incrementa temporalmente con la precipitación pluvial de la época de lluvias (Maderey 1977, Alcocer *op cit.*).

De acuerdo a la clasificación que hicieron Ramírez-García y Novelo (1984) de los lagos-cráter por su concentración de sales, se dividen en dos grupos: el primero lo integran los denominados "concentrados" o "salinos" que son Alchichica y Atexcac y, el segundo bloque lo representan los "diluídos" Quechulac, la Preciosa (o las Minas), Aljojuca y Tecuitlapa.

De acuerdo a lo reportado por Lugo (*op cit.*) las principales características que presentan estos cuerpos de agua son las siguientes.

Alchichica está en el margen oriental de la laguna de Tepeyehualco. Es el de mayor tamaño con 1.9 km. de diámetro y es considerado el cuerpo acuático natural más profundo de México con 64 metros (Alcocer y Escobar 1990). Sus aguas contienen alrededor de 8 g/l de sales disueltas, lo que ha favorecido la precipitación de carbonato de calcio, que ha formado estructuras en la periferia y, por su aspecto, recuerdan a los arrecifes coralinos, proporcionando un hábitat y la protección contra la acción del viento y oleaje a gran variedad de organismos que son parte importante de la red trófica del lago (Fotografía 1).



Fotografía 1. Laguna de Alchichica.



Atexcac está ubicado en la falda norte de la Sierra de las Derrumbadas y su concentración salina es de 6 g/l.

Quechulac y la Preciosa se sitúan a unos 4 km al Sur-Sureste de Alchichica. Ambos son de agua dulce con una concentración de sales de 0.1 a 1 g/l. Esta característica, junto con la pureza de sus aguas, han permitido el cultivo de trucha (Fotografía 2).

Aljojuca, localizado en las orillas del poblado San Juan Atenco, es dulceacuícola con concentración salina que va de 0.6 a 1 g/l.

Tecuitlapa está casi en contacto con los derrames basálticos en las inmediaciones de San Miguel Tecuitlapa. Es el más pequeño en extensión, de menor profundidad y dulceacuícola con una concentración de sales de 0.6 a 1g/l. Estas características asociadas al aporte externo de nutrimentos procedentes de las zonas aledañas de cultivo, propician su estado eutrófico.



Fotografía 2. Laguna de Quechulac.

Hacia el interior de la Subcuenca, en las partes más bajas como Oriental, El Carmen, San José Chiapa, El Seco, Zacatepec, Villavicencio y Santiago Ovando se destaca un

alto nivel de aguas subterráneas, que llega a estar muy cerca de la superficie a una profundidad de menos de un metro bajo el nivel del suelo y disminuye conforme aumenta la altitud del terreno (Knoblich 1973a).

En el centro se forman las Lagunas de Totolcingo o El Carmen y Tepeyehualco o El Salado que cubren 290 km² (Alcocer *et al.*, *op cit.*), sin embargo, dan la apariencia de embalses intermitentes o lagunas efímeras. Se han propuesto dos hipótesis sobre su origen, Knoblich (1978) considera que es por el aporte del escurrimiento de las serranías circundantes, siendo las precipitaciones en total más elevadas, el agua que se filtra en el subsuelo afluye como agua freática al centro de la subcuenca. El flujo subterráneo se incrementa por la infiltración posterior procedente de precipitaciones torrenciales que se derraman primero por la superficie. Dichos aportes son para el Sureste el Pico de Orizaba, al Oeste La Malinche y en la zona Norte la Serranía de Huamantla. Por otra parte, Reyes (1979) y Gasca (1981) explican que las lagunas fueron formadas por la acumulación de agua de lluvia sobre una capa impermeable de suelo. Finalmente, Cruickshank (1992 *in*: Alcocer *et al.*, *op cit.*) determinó que son formadas por ambos aspectos es decir, por el flujo subterráneo y la lluvia.

El equilibrio de estos sitios, es establecido por la evaporación, determinada a causa de la cercanía del agua con la superficie, la temperatura, la intensidad de los vientos y la extracción para riego y otros usos. Incluso en la estación invernal al secarse se forman capas de salitre.

Reyes (*op cit.*) clasifica y caracteriza los manantiales de la Subcuenca en dos grupos: de planicie y de montaña. Entre los de planicie destacan el manantial Ojo de Agua, situado entre la carretera Lara Grajales-El Carmen, que es el más grande y su producción se calcula en 300 l.p.s. En algún tiempo alimentó la Laguna de Totolcingo, sin embargo, en la actualidad es totalmente empleado para la agricultura.

En El Carmen un grupo de cuatro brotes producen en conjunto unos 20 l.p.s de agua potable. En Vicencio se observan dos pequeños manaderos de poca consideración, cuyas aguas se usan en regadíos.

Los manantiales de montaña se encuentran, la mayoría, en lugares de difícil acceso y son aprovechados para la agricultura. Entre éstos sobresale el de Ciudad Serdán, formado por la fusión de los hielos del Pico de Orizaba y la lluvia. En la Sierra Citlaltépetl hay siete pequeños, situados entre los 2,750 y los 3,000 m de altura. Por otra parte, en La Malinche son de escaso volumen, debido a que las faldas son poco escarpadas, y el nivel de aguas subterráneas más profundo. Por último, se observa la emanación de aguas termales al sur del poblado de Lara Grajales.

Todos los arroyos de la Subcuenca son torrenciales. Al sur de la sierra de Tlaxco pueden ser localizados algunos intermitentes pero de gran carga, incluso capaces de cavar barrancas profundas. Otros proceden de la serranía de Huamantla y desaparecen

por infiltración durante la temporada de estío en la zona marginal.

Wittich (1921), con base en estudios paleontológicos, reconoce un parteaguas subterráneo cuyas aguas al poniente corren en dirección suroeste a través de la cuenca hidrográfica del río Atoyac al Pacífico, y desde el área oriental van hacia el sureste y afloran en el río Tecolutla rumbo al Golfo de México.

Los acuíferos de Huamantla y San Salvador el Seco se explotan por medio de pozos cuyos niveles estáticos varían de 3.5 a 76 metros, tienen calidad de agua dulce, tolerable con presencia de magnesio, bicarbonatos y sulfatos, por lo que su uso se restringe para abrevaderos, ciertos tipos de cultivo y doméstico cuando no se cuenta con agua de buena calidad (INEGI 1981, 1984).

5.5 EDAFOLOGIA

La constitución química del suelo, de manera general, es compleja, siendo producto de la interacción del clima, materia orgánica, minerales derivados de la roca madre, sustancias incorporadas por diversos agentes, la topografía y el tiempo, confiriéndole diferentes características fisicoquímicas como contenido orgánico, salinidad y acidez, entre otras. Asimismo su naturaleza física depende sobre todo de su textura y estructura.

Los factores que determinan, en forma preponderante, los hábitats edáficos en la Subcuenca de Oriental son la variedad de rocas madre en combinación con los diversos climas. Respecto a su diversidad, en su superficie de casi cinco mil kilómetros cuadrados, se presentan los siguientes tipos de suelo, de acuerdo a lo reportado por INEGI (1981c, 1984) y Aguilera (1989) (Mapa 3).

Andosol. Derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros, con alta capacidad de retención de agua y nutrimentos. Por su alta susceptibilidad a la erosión, así como por la fuerte fijación de fósforo que presentan, pueden destinarse a la explotación forestal o al establecimiento de parques recreativos. Los minerales típicos son primarios, en especial vidrio volcánico y alófono.

T. Andosol con fase física lítica profunda, en todo el lado oriente de la Subcuenca, donde se incluyen las faldas del Pico de Orizaba y Cofre de Perote, las localidades de Mina, Saltillo la Fragua, Maravillas, El Progreso y parte de Guadalupe Victoria.

To + I + Re/2. Andosol órtico con litosol y regosol éútrico de textura media a partir de los 2,900 m del Cofre de Perote.

To + Th/2. Andosol órtico con andosol húmico de textura media y fase física lítica, en Mina, Saltillo La Fragua, Maravillas y Los Humeros.

To + Th + Re/2. Andosol órtico con andosol húmico y regosol éútrico de textura media. En las faldas del Pico de Orizaba.

Feozem. Con horizonte A melánico, es decir, una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrimentos. En general el feozem calcárico (Hc), presenta material calcáreo y su fertilidad es alta y de fácil manejo.

Hc + Rc/1. Feozem calcárico con regosol calcárico de textura gruesa, en Emilio Portes Gil.

Hc + Rc + Re/2. Feozem calcárico con regosol calcárico y regosol éútrico de textura media, en el norte de las Derrumbadas, entre los 2,400 y los 2,700 m. Como característica particular presenta pequeñas porciones de litosol.

Fluvisol. De origen aluvial que puede tener un horizonte pálido. Poco desarrollado, constituido por materiales disgregados, en particular el fluvisol eútrico (Je) con un contenido de moderado a alto en nutrimentos. Con gran variedad respecto a profundidad, textura y fertilidad.

Je+Re/1. Fluvisol eútrico con regosol eútrico de textura gruesa y fase física pedregosa. En la Malinche (entre los 2,500 y 3,000 m con orientación noreste, dirección Trinidad Sánchez Santos).

Litosol. Con horizontes A pálido o sómbrico. De menos de 25 cm. de espesor sobre roca o tepetate, no aptos para cultivo.

I + Hh/2. Litosol con feozem háplico de textura media, en San Salvador El Seco incluyendo San Nicolás Buenos Aires, Coatepec y cerro El Brujo.

I + Hh + Re/2. Litosol con feozem háplico y regosol étrico de textura media, en Santa Cruz Magdalena.

I + Re/1. Litosol con regosol étrico de textura gruesa, en Frijol Colorado y cerro Las Aguilas.

I + Re + Hh/1. Litosol con regosol étrico y feozem háplico de textura gruesa, en las Derrumbadas.

I + Re + To/1. Litosol con regosol étrico y andosol órtico de textura gruesa, en Totalco.

I + Re + Rc/1. Litosol con regosol étrico y regosol calcárico de textura gruesa, en el cerro Pizarro.

I + Rc/1. Litosol con regosol calcárico de textura gruesa, en Alchichica.

I + Rx/1. Litosol con regosol gélico de textura gruesa, en el volcán Pico de Orizaba (por arriba de los 5,000 m).

I + E/2. Litosol con redzina de textura media, en los cerros Rincón Grande y Cuamila, así como la porción suroeste de Las Derrumbadas (por debajo de los 2,500 m).

I + Hc/2. Litosol con feozem calcárico de textura media, en la localidad de Techachalco, particularmente el cerro Siete Cuevas, presenta características edáficas uniformes.

I + Be + Re/2. Litosol más cambisol étrico y regosol étrico, de textura media y fase física dúrica, en Miahuapan.

Regosol. Compuestos de material suelto no aluvial ni reciente y textura de grano grueso, no se presentan capas distintas u horizontes de diagnóstico, con tonos claros, con frecuencia somero y muy semejante a la roca que lo subyace, por lo común se encuentran en laderas de sierras, muchas veces acompañado de litosoles y afloramientos de roca o tepetate. Sin rasgos hidromorfos, con baja salinidad. Su uso es muy variable según su origen. La subunidad de regosol calcárico (Rc) está formada de materiales calcáreos que no pueden ser de diferente naturaleza. Su utilidad es muy variable.

Re/1. Regosol éútrico de textura gruesa, en el Pico de Orizaba por debajo de los 3,000 m, en Tlalchichuca, San Juan Atenco y La Malinche con dirección a Huamantla, y estas características con fase física pedregosa hacia Trinidad Sánchez Santos.

Re + I/1. Regosol éútrico con litosol de textura gruesa, en Pico de Orizaba (4,000 a 5,000 m).

Re + I + Tm/1. Regosol éútrico con litosol y andosol mólico de textura gruesa y fase física lítica profunda, en la cumbre del volcán La Malinche (a partir de los 3,000 m).

Re + Be + I/1. Regosol éútrico con cambisol éútrico y litosol de textura gruesa y fase física dúrica profunda, en Coatepec y El Ocotal.

Re + To + I/1. Regosol éútrico con andosol órtico y litosol de textura gruesa, en Aljojuca.

Re + Rc + Jc/1. Regosol éútrico con regosol calcárico y fluvisol calcárico de textura gruesa, en el Cofre de Perote entre los 2,700 y 2,900 m.

Re + Th + I/1. Regosol éútrico con andosol húmico y litosol de textura gruesa y fase física lítica, en Los Humeros.

Redzina. Presenta un horizonte melánico por su capa superficial abundante en humus seguido de material calcáreo o rico en cal, con gran erosionabilidad en laderas y lomas.

E + I/1. Rendzina con litosol de textura gruesa y fase física lítica, en la porción de Santa María Las Cuevas y al centro-este de la zona.

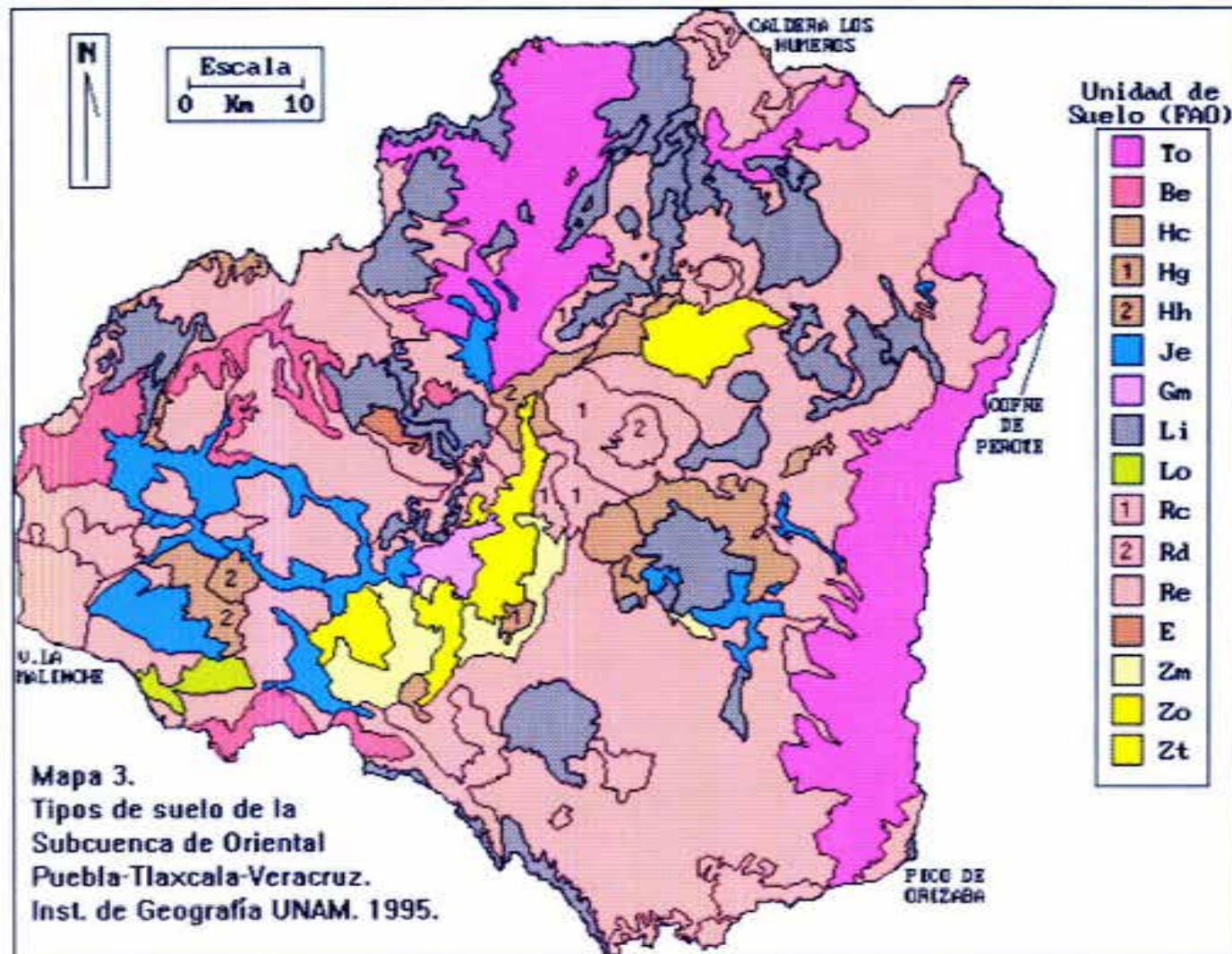
Solonchak. Con horizonte sálico o con elevado contenido de sales cuando menos en alguna de sus capas; presente en clima por lo regular seco. Los minerales típicos son principalmente montmorillonita, hidromica, calcita, yeso, anhidrita y halita, entre otros. El takírico (Zt) se caracteriza por la presencia de costras arcillosas en la superficie. Inaprovechable e irrecuperable. Poca susceptibilidad a la erosión.

Zt + Zo-N/3. Solonchak takírico con solonchak órtico, fuertemente sódica (mayor de 40% de saturación de sodio intercambiable) de textura fina. Se caracteriza por la presencia de costras arcillosas en la superficie y es inaprovechable e irrecuperable. Poca susceptibilidad a la erosión. En las zonas inundables de las lagunas de Totolcingo y Tepeyehualco.

Zm + Zg/1, Zm + Zg/2 y Zo + Rc + Hc/2. Solonchak mólico con solonchak gléyico de texturas fina y media y solonchak órtico con regosol calcárico y feozem calcárico de textura media. El grado de saturación varía de 15 a más de 40%. En la porción de los Llanos de San Juan y Tepeyehualco.

Zm + Re/2. Solonchak mólico con regosol éutrico de textura media. En una pequeña porción al Sur de Las Derrumbadas.

Los datos del Cofre de Perote y el Pico de Orizaba corresponden a la porción occidental y de La Malinche a la oriental, ya que están dentro del área de estudio.



5.6 GEOLOGIA

Esta descripción se basa en los trabajos de Weyl (1974), Von Erffa (1976), Reyes (1979) e INEGI (1981d, 1981g), principalmente.

En la Subcuenca de Oriental se destacan las crestas de plegamientos formados de rocas calizas durante el período Jurásico y principios del Cretácico, en el Mesozoico, las cuales contrastan fuertemente con las formas fisiográficas volcánicas que se han producido desde el Cenozoico temprano hasta el Cuaternario, encontrándose formas lávicas, dómicas, conos volcánicos mixtos o estrato-volcanes, extensos derrames lávicos que presentan la clásica fisiografía del malpaís y los particulares conos de explosión.

Un alto porcentaje del sitio es una planicie que ha logrado una cota mayor de los 2,000 m debido a los movimientos del intenso plegamiento de rocas marinas calcáreas que se produjeron a principios del Terciario, la acumulación de las rocas volcánicas, derrames y una enorme cantidad de sedimentos piroclásticos, que emergieron formando anticlinales que han sido erosionados y sinclinales que han sido rellenados, lo que ha dado como consecuencia su configuración actual (Mapa 4).

Su origen geológico se debe a los fenómenos de fallamiento y fracturamiento regionales, ocasionados por influencia de la Placa de Cocos sobre la Placa Mexicana, que provocaron que el drenaje de la Faja Volcánica Transmexicana se desorganizara, originando nuevas cuencas y embalses, evidenciados por el alineamiento de aparatos volcánicos y sistemas hidrológicos. El más importante es el llamado Fracturamiento Principal que sigue una línea desde el cerro Pinal, en la falda sureste de La Malinche, hasta el Cofre de Perote pasando por El Carmen y Alchichica.

Las estructuras que surgieron como consecuencia, pueden diferenciarse por su geomorfología; las redondeadas son de mayor antigüedad y los conos cineríticos bien formados con incipientes muestras de erosión son más recientes. Como resultado de erupciones esporádicas se produjo el hundimiento de bloques y la formación de seis cráteres volcánicos o maars, todos inactivos, que presentan las siguientes particularidades.

Alchichica cuenta con diferentes alturas debido a una erosión diferencial, su composición litológica no es simétrica; en la parte occidental las capas de pómez y tezontle están interestratificadas con derrames basálticos.

La Preciosa carece de una estructura cónica sobresaliente, está formado por ceniza semiconsolidada de pómez y material andesítico muy fino.

Quechulac es el de mayor grado de erosión, con unos 500 m de diámetro, simétrico, formado por ceniza andesítica y lapilli de pómez.

Atexcac presenta una litología y edad diferente al resto del complejo volcánico. Sus elevaciones varían de 60 a 130 m sobre el nivel del valle, sus paredes internas son muy inclinadas formando un sistema circular de acantilados o escarpes.

Aljojuca está formado por depósitos cineríticos y piroclásticos gruesos, predominando el tezontle sobre el pómez y los fragmentos de roca andesítica-basáltica.

Tecuitlapa está casi en contacto con los derrames basálticos de San Salvador El Seco. La forma en su corona es ligeramente elíptica de altura casi uniforme. Existe en el centro un montículo cónico producto de la emisión incipiente y tardía de un pequeño volcán. Está formado por tezontle limonitizado y lapilli de pómez y andesita.

Wittich 1921 (*in*: Reyes 1979) propone que el origen de la parte norte de la Subcuenca es una depresión geológica formada por hundimientos tectónicos y fallas, cuya profundidad total no es posible reconocer debido a que el área está cubierta por enormes rellenos de material piroclástico y aluvial.

Gran parte de la zona se conformó en la era Cenozoica, caracterizada por el desarrollo de transgresiones marinas, a juzgar por el carácter de los sedimentos representados, sobre todo, por variedades carbonatadas (Vasiliev *et al.* 1981). Tal es el caso de la Sierra de Tlaxco, el volcán La Malinche y la franja vertical desde el Cofre de Perote hasta el Pico de Orizaba.

En el interior de la región, también de esta antigüedad, se encuentran unidades bien definidas que se denominan núcleos vitroriolíticos, formando las crestas de las Derrumbadas, y de los cerros Pizarro y Pinto. Su conformación en la base, al igual que las unidades ambientales Huamantla y parte de la de Ciudad Serdán, presentan rocas extrusivas predominando la toba ácida y, en menor proporción, toba básica. En la zona de Las Derrumbadas predomina la ceniza volcánica mezclada con vidrio de obsidiana y son las más antiguas que afloran en la Subcuenca.

La Sierra de Tlaxco es una cadena montañosa que no muestra formas volcánicas, sin embargo, está integrada por capas de tobas y material volcánico arenoso deleznable que, en parte, contiene algunos acuíferos de sedimentos lacustres. Por su alto grado de erosión contribuye a la formación de Las Dunas del Carmen (Pérez 1987).

El volcán La Malinche es una estructura cónica compleja de lava y cenizas cuya formación se inicia en el Plioceno, aunque su actividad de fomento duró hasta el Holoceno. En su base se hayan ignimbritas ricas en SiO₂. A través de estudios petrográficos, Weyl (1974) determina que su composición es de dacitas, leuco cuarzo-latiansitas y leuco andesitas, aunque los componentes predominantes son plagioclasas cálcicas y olivino.

El Pico de Orizaba (o Citlaltépetl), el único volcán activo en esta región, y el Cofre de

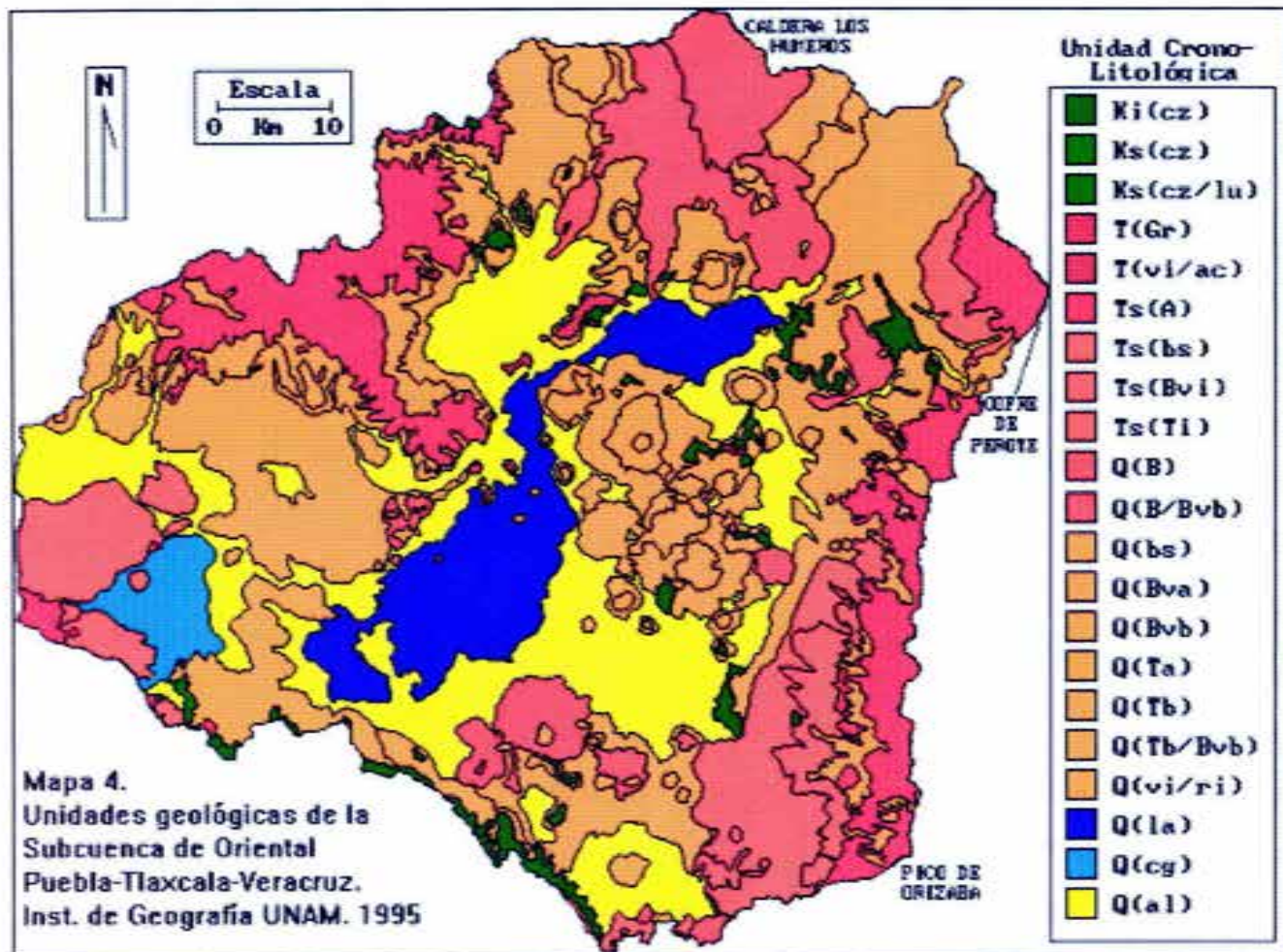
Perote (o Nauhcampatepetl), surgieron en el Cuaternario Superior. Son estructuras de derrames andesíticos, traquíticos y riolíticos que contienen basaltos en las rocas de las partes bajas, además de traquitas escoriáceas y lavas traquíticas en la cumbre (Humboldt 1877 *in*: Von Erffa *et al.* 1976). Ambos en sus laderas presentan enormes depósitos de arena volcánica.

La caldera de Los Humeros y las sierras de San Antonio y Soltepec, así como San Salvador El Seco, se formaron de calizas cretácicas, basaltos, tobas y areniscas, durante el Pleistoceno en el Cuaternario.

Las áreas de los llanos de San Juan, incluyendo la laguna de Totolcingo, faldas de La Malinche y la porción central del área, derivan del Cuaternario, y están estructuradas por sedimentos lacustres, aluviales y conglomerados.

La obsidiana es un mineral que se presenta en todo el lugar, pero por sus características geológicas específicas sólo se originan yacimientos naturales en Oyameles, cerros Pizarro y Pinto, el sur de las Derrumbadas y Pocitos-Guadalupe Victoria.

El pedernal, que es un material sedimentario formado por una mezcla de sílice hidratado con impurezas de minerales arcillosos, tiene sus principales fuentes productoras en el cerro Tenextepec en la llanura de San Juan y el cerro de Tlalchichuca (Mooser 1967).



Claves de unidades geológicas

- | | |
|---------|--|
| K | Cretácico |
| Ki | Cretácico inferior |
| Ks | Cretácico superior |
| (cz) | rocas sedimentarias calizas |
| (lu) | rocas sedimentarias lutitas |
| T | Terciario |
| Ts | Terciario Superior |
| (Gr) | rocas ígneas intrusivas granito |
| (vi/ac) | rocas volcánicas intermedias ácidas |
| (A) | rocas ígneas extrusivas andesitas |
| (bs) | rocas sedimentarias de brecha sedimentaria |
| (Bvi) | brecha volcánica intermedia |
| (Ti) | toba intermedia |
| Q | Cuaternario |
| (B) | rocas ígneas extrusivas basalto |
| (Bvb) | brecha volcánica basáltica |
| (bs) | brecha sedimentaria |
| (Bbva) | brecha volcánica ácida |
| (Ta) | rocas ígneas extrusivas toba ácida |
| (Tb) | toba basáltica |
| (vi/ri) | rocas volcánicas intermedias riolíticas |
| (la) | lacustre |
| (cg) | conglomerado |
| (al) | arenisca |

5.7 VEGETACION

Se presentan perfiles diagramáticos fisonómico-estructurales conforme a Davis y Richards (1983), con el objeto de explicar las relaciones físicas entre los tipos de vegetación, de las asociaciones más importantes identificadas en los límites oeste-este (Malinche-Pico de Orizaba) y (Huamantla-Cofre de Perote), de la Subcuenca de Oriental, lo que se muestra en las figuras 11 y 12 respectivamente.

De acuerdo a la relación clima-suelo-vegetación, se determinó que las diferentes asociaciones vegetales reconocidas constituyen una unidad ecológica particular tanto en estructura como en composición, éstas se precisaron por la fisonomía de sus especies dominantes, y son citadas de acuerdo con el sistema de clasificación de Rzedowski (1981), con algunas modificaciones que permiten incorporar las pequeñas variantes que se encontraron (Mapa 5).

- Pastizales:

- a) Zacatonal halófito
- b) Zacatonal alpino

- Matorral xerófito o desértico rosetófilo:

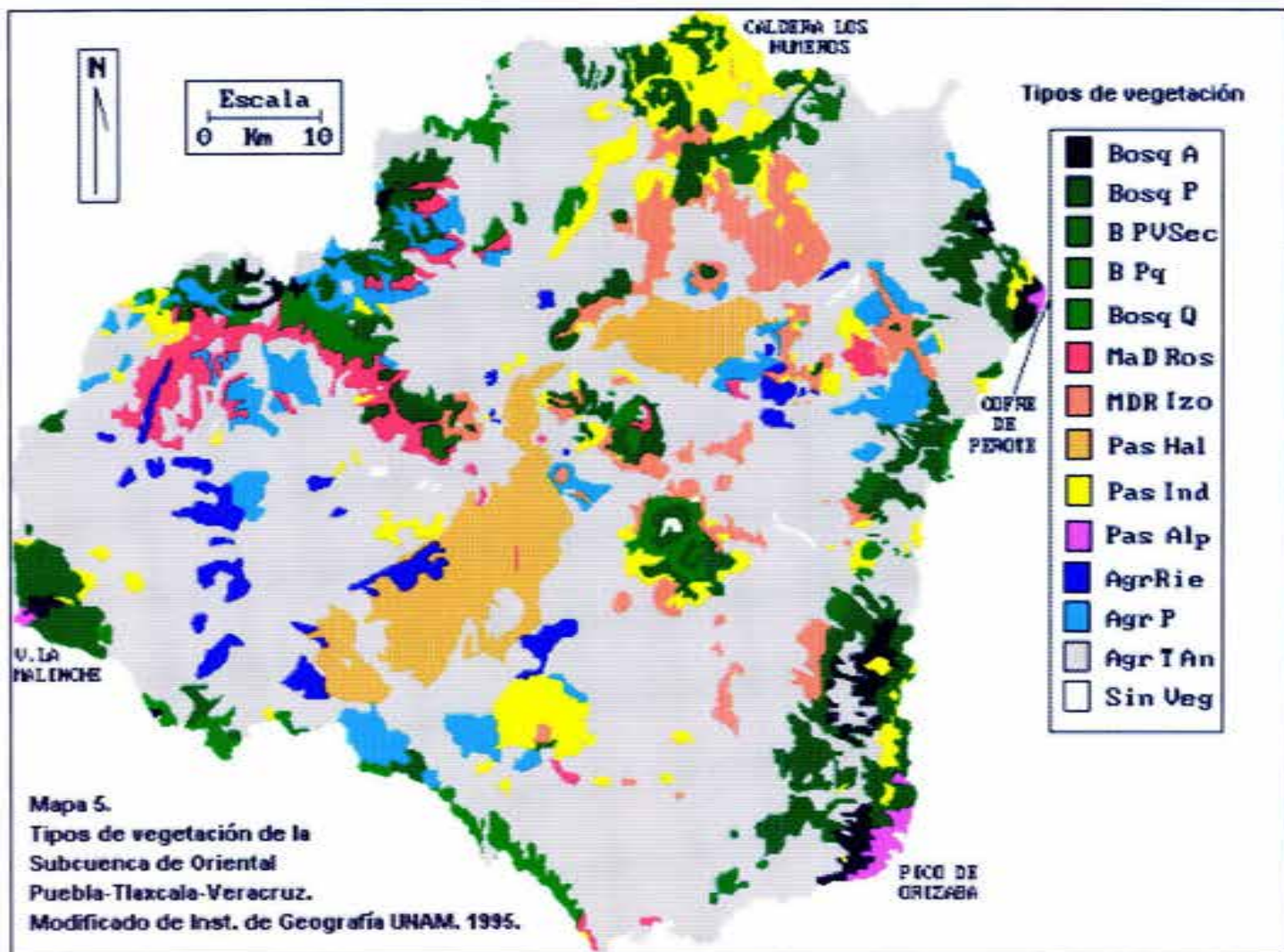
- a) *Nolina parviflora*
- b) *Nolina parviflora* - *Yucca periculosa*

- Bosques de coníferas:

- a) *Pinus hartwegii*
- b) *Abies religiosa*
- c) *Pinus pseudostrobus*
- d) *Pinus montezumae*
- e) *Pinus patula*
- f) *Pinus teocote*
- g) *Pinus cembroides* var. *orizabensis*
- h) *Pinus-Quercus*
- i) *Juniperus deppeana*

- Bosques de *Quercus*

- a) *Quercus laurina*
- b) *Quercus crassifolia*
- c) *Quercus crassipes*
- d) *Quercus rugosa*



Tipos de vegetación

■	Bosq A
■	Bosq P
■	B PVSec
■	B Pq
■	Bosq Q
■	MaDRos
■	MDR Izo
■	Pas Hal
■	Pas Ind
■	Pas Alp
■	AgrRie
■	Agr P
■	Agr T An
■	Sin Veg

Clave de tipos de vegetación

Bosq A	Bosque de Abies
Bosq P	Bosque de Pinus
B PVSec	Bosque de Pinus con vegetación secundaria
B Pq	Bosque Pinus-Quercus
Bosq Q	Bosque Quercus
MaDRos	Matorral desértico rosetófilo
MDR Izo	Matorral desértico con Izotal
Pas Hal	Pastizal Halófito
Pas Ind	Pastizal Inducido
Pas Alp	Pastizal Alpino
Agr Rie	Agricultura de riego
Agr TP	Agricultura permanente
Agr T An	Agricultura de temporal
Sin veg	Sin vegetación

Fig II Perfil fisonómico de la vegetación de la Subcuenca de Oriental
 dirección Oeste-Este porción Sur (Malinche-Pico de Orizaba)

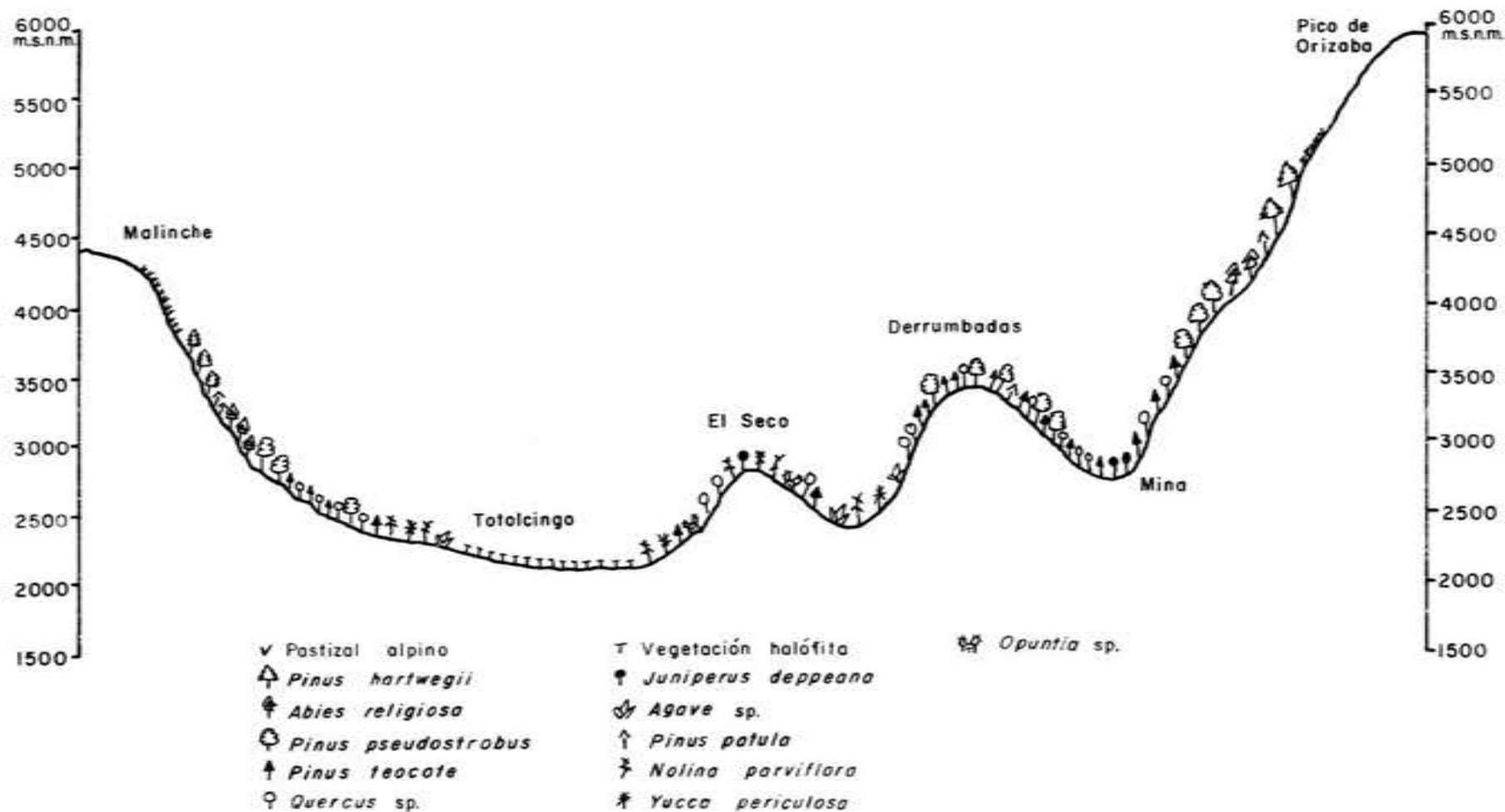
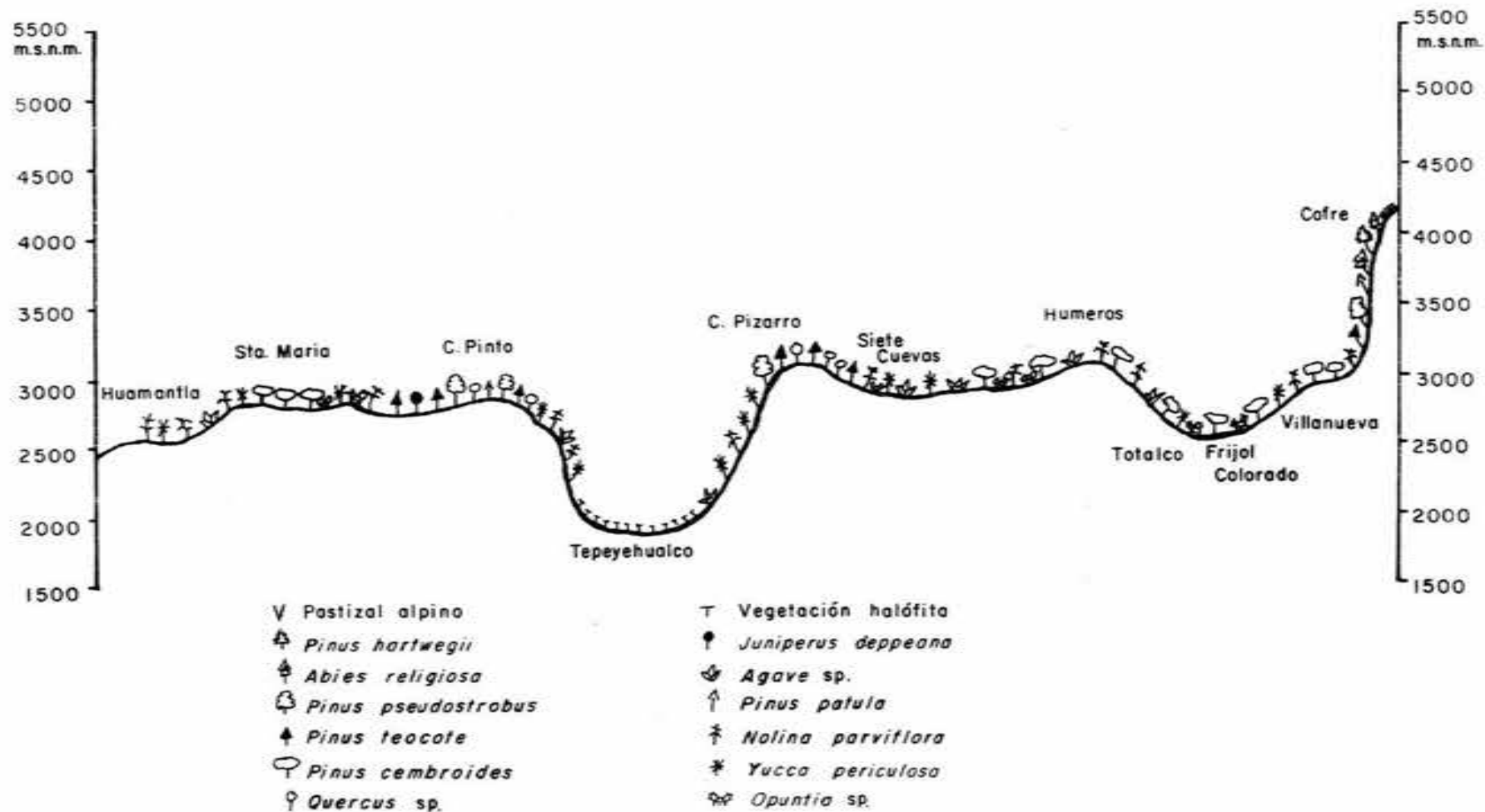


Fig.12 Perfil fisonómico de la vegetación de la Subcuenca de Oriental dirección Oeste-Este porción Norte (Huamantla-Cofre de Perote)



5.7.1 Pastizal

a) Zacatonal halófito.

Recibe también el nombre de pastizal salino. Son plantas con baja presión osmótica en sus tejidos, presentan absorción de agua con alta concentración de sales sódicas por lo que muestran una apariencia esclerotizada, de escasa talla y una reducción de la superficie foliar, constante en los ejemplares de colecta. Se limita a especies que soportan o requieren ciertas condiciones de salinidad y está confinada a las partes más bajas y céntricas de las cuencas endorréicas (Rzedowski *op cit.*) por debajo de los 2,500 m, donde se depositan en menor o mayor cantidad los escurrimientos de minerales provenientes de las elevaciones topográficas, por efecto de la intemperización (Ramos *op cit.*).

Esta flora tiene una estructura y composición sencilla con dos estratos: el rasante y el herbáceo. La comunidad herbácea baja, compuesta sobre todo por pastos rizomatosos, se localiza alrededor de 2,300 m, adopta esta fisonomía en Rafael Lara Grajales, los llanos de San Juan al este, sur y sureste de la Laguna de Totolcingo (o el Carmen) y en los de Tepeyehualco (el Salado). Sus principales representantes florísticos son: *Distichlis spicata* (zacate salino), *Suaeda diffusa* (romerito), *Rhynchospora setacea*, *Bouteloua curtipendulata* (zacate), *B. hirsuta*, *Solanum rostratum*, *Coryphantha andrea*, *Eragrostis* sp., *Viguiera* sp. y *Gnaphalium* sp. (Fotografía 3).

b) Zacatonal alpino.

Vegetación climax en un ambiente frío típico de las serranías altas de México, por debajo de las nieves perpetuas, por lo tanto, restringida por condiciones extremas de baja temperatura, con heladas frecuentes, donde la vegetación arbórea no puede habitar (Cházaro 1992). Se reconoce esta vegetación en el Pico de Orizaba en la cota de 4,800 m, así como, en el Cofre de Perote y La Malinche por encima de los 4,050 m.

La precipitación anual promedio es de 1,243.5 mm, por lo tanto, de carácter húmedo a semihúmedo, sobre suelos superficiales y arenosos, pobres en materia orgánica, donde con frecuencia se observan afloramientos rocosos.

Su principal componente florístico es la familia Gramineae, que es la más abundante, de la que destacan los géneros *Festuca*, *Stipa* y *Muhlenbergia*, en un arreglo fascicular (amacollado). También sobresalen Cruciferae y Caryophyllaceae. Entre las especies de esta comunidad están *Arenaria bryoides*, *Berberis trifolia* (agracejo, palo amarillo), *Calamagrostis toluensis* (zacatón), *Castilleja toluensis*, *Cirsium nivale* (reina o rosa de las nieves), *Draba jorullensis*, *D. nivicola*, *Erisimum* sp., *Festuca livida*, *F. toluensis*, *Gnaphalium lavandulaceum*, *Oxilobus arbutifolius*, *Senecio gerberifolius*, *S. roseus*, *Stipa ichu* y *Trisetum spicatum*. En las partes rocosas son herbáceas con apariencia rastrera que, por lo general, no exceden los 50 cm de altura,

se encuentra *Sedum obtusatum* (siempreviva) con excepción de *Juniperus monticola* y *Berberis trifolia* que se observan a manera de arbustos.

Como acompañantes aparecen *Cerastium lithophilum*, *C. molle*, *Gnaphalium vulcanicum*, *Luzula racemosa*, *Lupinus mexicanus*, *L. montanus*, *Phacelia platycarpa* y *Potentilla ranunculoides*.



Fotografía 3. *Distichlis spicata* en Totolcingo.

5.7.2 Matorral xerófito o desértico rosetófilo.

Esta comunidad, muchas veces abierta, está ampliamente representada, reúne ejemplares de forma arbustiva, de baja estatura, sin embargo da un aspecto peculiar por su porte y homogeneidad. En relación a las afinidades ecológicas y florísticas existe gran correspondencia de la flora con los factores abióticos, pero en lo concerniente a estructura se presenta gran diversidad.

Se caracteriza por un número considerable de formas biológicas como suculentas, plantas áfilas, o de hojas arrosetadas o concentradas hacia los extremos de los tallos, e incluso, provistas de tomento blanco; solitarias o coloniales, la microfilia y la presencia

de espinas son caracteres comunes, al igual que la pérdida de las hojas durante una época del año (Fotografía 4).



Fotografía 4. Matorral xerófito o desértico rosetófilo en Frijol Colorado.

Es típico de sitios secos que van de áridos a semiáridos, por la escasa e irregular precipitación, la época de sequía y la diferencia entre un año y otro están bien marcadas. Se presenta en temperaturas medias anuales de 12 a 26°C, con inviernos bastante extremos, en particular durante el día es cuando se da una gran variación. La insolación suele ser muy intensa, la humedad atmosférica disminuye y en consecuencia, la evaporación es alta; la transpiración llega a ser excesiva. Respecto a los vientos son fuertes los primeros meses del año.

La comunidad está formada principalmente por las siguientes familias y géneros: *Baccharis*, *Eupatorium*, *Gnaphalium*, *Senecio*, *Stevia* y *Tagetes* de Compositae; *Acacia*, *Dalea* y *Mimosa* de Leguminosae; *Aristida*, *Agrostis*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Festuca*, *Lycurus*, *Muhlenbergia* y *Stipa* de Graminiae. *Notholaena* de Polypodeaceae. *Paronychia* de Caryophyllaceae.

Las especies de monocotiledoneas *Nolina parviflora*-*Yucca periculosa* (Izote - Palmilla) son constantes por su amplia distribución y se comportan como dominantes o

codominantes en este tipo de vegetación, lo que genera las siguientes variaciones:

a) *Nolina parviflora*.

En la porción del Cerro El Brujo, Frijol Colorado y Totalco, se distingue una variante particular, sobre rocas ígneas extrusivas de origen basáltico y cenizas volcánicas, con suelos de tipo litosol-feozen háptico de textura media, en donde *Nolina parviflora* es el elemento dominante y *Juniperus deppeana* el esporádico. Asimismo, se reporta la presencia de *Adolphyia infesta*, *Agave ferox* (en forma colonial), *A. obscura*, *Baccharis conferta*, *Chrysactinia mexicana*, *Croton dioicus*, *Dasylyron acrotriche*, *Hechtia roseana*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia* sp, *Quercus microphylla*, y algunos helechos y gramíneas dispersas de los géneros *Bouteloua* (pasto chino), *Muhlenbergia* sp., *Sporobolus* y *Stipa ichu* (Fig. 13).

En Totalco se destacan *Agave* sp, *A. ferox*, *A. obscura*, *Croton dioicus*, *Hechtia roseana*, *Mammillaria* sp, *Muhlenbergia implicata*, *Opuntia* sp y *O. rastrera* (Fig. 14).

b) *Nolina parviflora* y *Yucca periculosa*.

La codominancia de estas especies, se aprecia sobre las laderas de los cerros calizos o volcánicos, en suelos someros y pedregosos que permiten una rápida infiltración. Con clima frío semiárido. Se reconoce en las laderas de los Cerros Zoltepec y Cuamila; Derrumbadas Sur y Totalco, incluso de manera dispersa en extensiones menores hacia el centro y oeste del área.

Sus acompañantes florísticos arbustivos son *Asclepia ovata*, *A. linaria*, *Berberis trifolia*, *Dasylyrion*, *Mimosa biuncifera*, *Nicotiana glauca*, *Opuntia rosea*, *Senecio cinerarioides* y *Sophora secundiflora*, y en el estrato herbáceo *Agave ferox*, *A. obscura*, *Astragalus mollisima* y *Mammillaria elegans*.

En las Derrumbadas, principalmente, hacia la porción sur se distingue también la presencia de *Adolphyia infesta*, *Agave obscura*, *Amelanchier denticulata*, *Bouteloua curtipendula*, *Croton dioicus*, *Chrysactinia mexicana*, *Dasylyrion acrotriche*, *Hechtia roseana*, *Juniperus deppeana*, *Mimosa biuncifera*, *Muhlenbergia* sp, *Opuntia* sp, *Quercus microphylla*, y *Stipa* sp.

Con dominancia fisonómica de *Yucca periculosa*, los matorrales son identificados como micrófilos o crasicuales y *Hechtia* es constante en menor proporción El suelo característico es aluvial profundo, pero con menos agua freática, o bien coluvial de arroyos de escaso declive y por consiguiente poco pedregoso. Se sitúa en los Cerros Siete Cuevas y Techachalco.

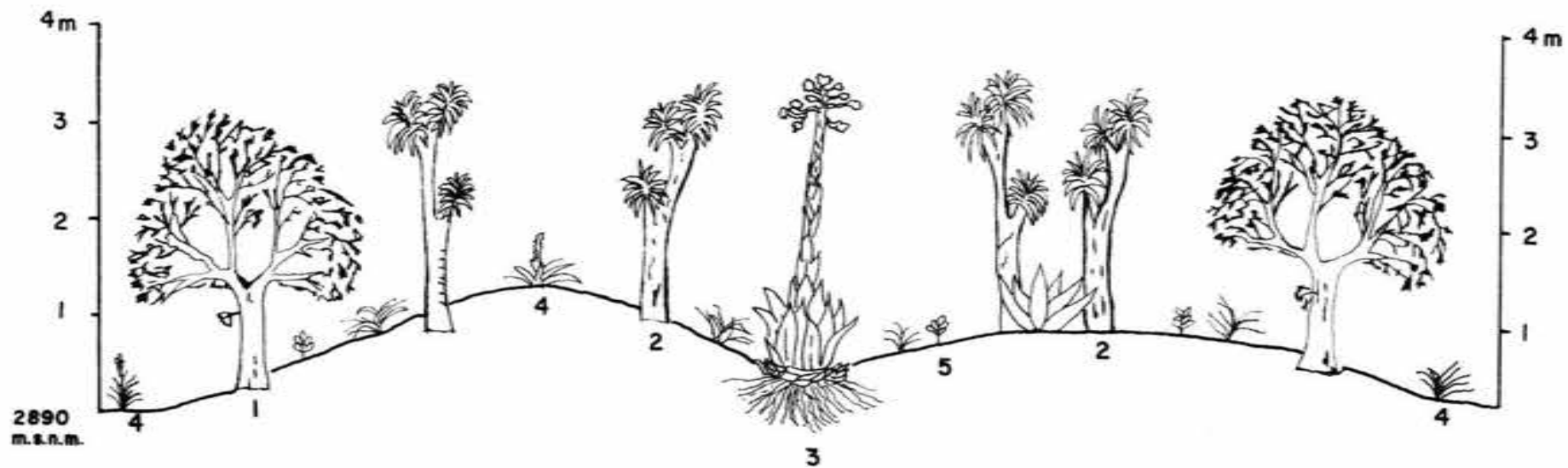
En forma de agrupaciones con la especie *Nolina parviflora* se localiza sobre las

laderas de roca volcánica en Techachalco y los alrededores de Perote y Libres. Las yucas llegan a medir hasta 4 metros de altura y en el estrato arbustivo inferior prevalece *Agave obscura*, *Chrysactinia*, *Dalea* y *Salvia* (Fotografía 5).



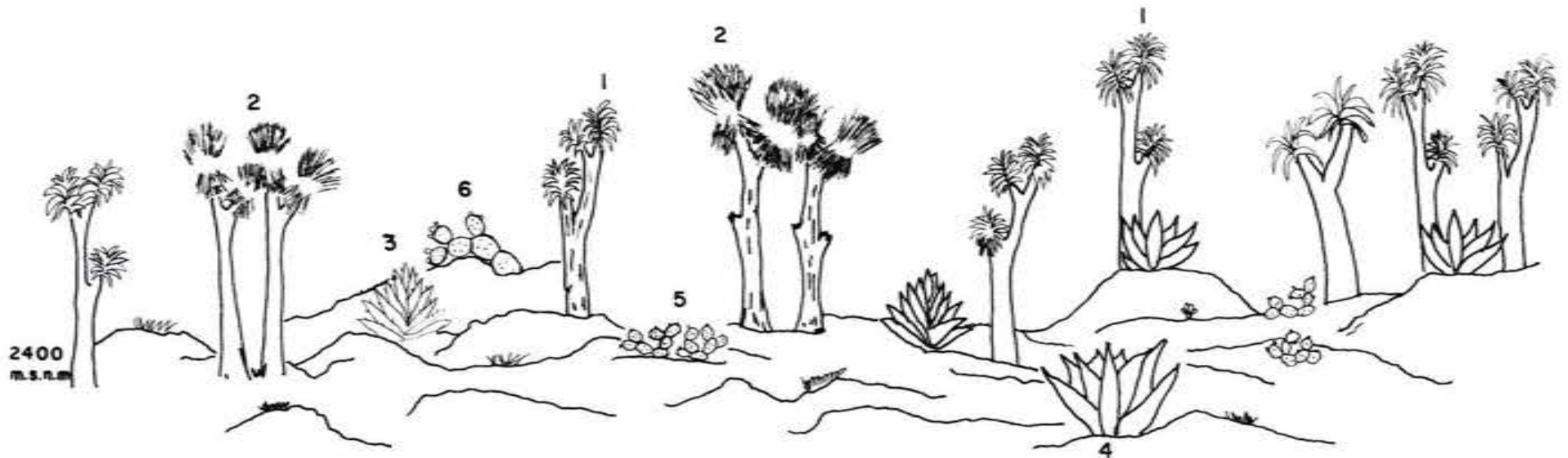
Fotografía 5. *Yucca periculosa* en Frijol Colorado.

Fig.13 Perfil fisonómico de la vegetación en el Cerro El Brujo



1. *Juniperus deppeana*
2. *Nolina parviflora*
3. *Agave* sp.
4. Gramíneas
5. Compuestas

Fig. 14 Perfil fisonómico de la vegetación en Totalco



1. *Nolina parviflora*
2. *Yucca periculosa*
3. *Agave obscura*
4. *Agave ferox*
5. *Opuntia* sp.
6. *Opuntia rastrera*

5.7.3 Bosques de coníferas.

Esta vegetación se caracteriza por el predominio de especies arbóreas, pertenecientes al género *Pinus* (Pinaceae), en la Subcuenca son relativamente pobres en especies y de extensión limitada (Fotografías 6 y 7).

Estas comunidades presentan amplia diversidad florística y ecológica ya que se encuentran en biocenosis muy variadas por su composición, su papel en la sucesión, condiciones medioambientales y aún por la fisonomía. Su ambiente común son las zonas templadas y frías, con un límite superior que colinda con el zacatonal alpino. Se establecen en suelos ricos en materia orgánica de los tipos regosol y andosol.

En lo referente a su composición florística, en la zona de estudio se registraron las siguientes asociaciones.

a) *Pinus hartwegii* Lindl. (pino u ocote).

Este bosque se ubica entre los 3,500 y 4,000 m.s.n.m. Está condicionado a la parte más alta y fría de las montañas del Pico de Orizaba, Cofre de Perote y en La Malinche hasta por debajo de los 3,000, donde se combina con *Alnus firmifolia* (Fig. 15).

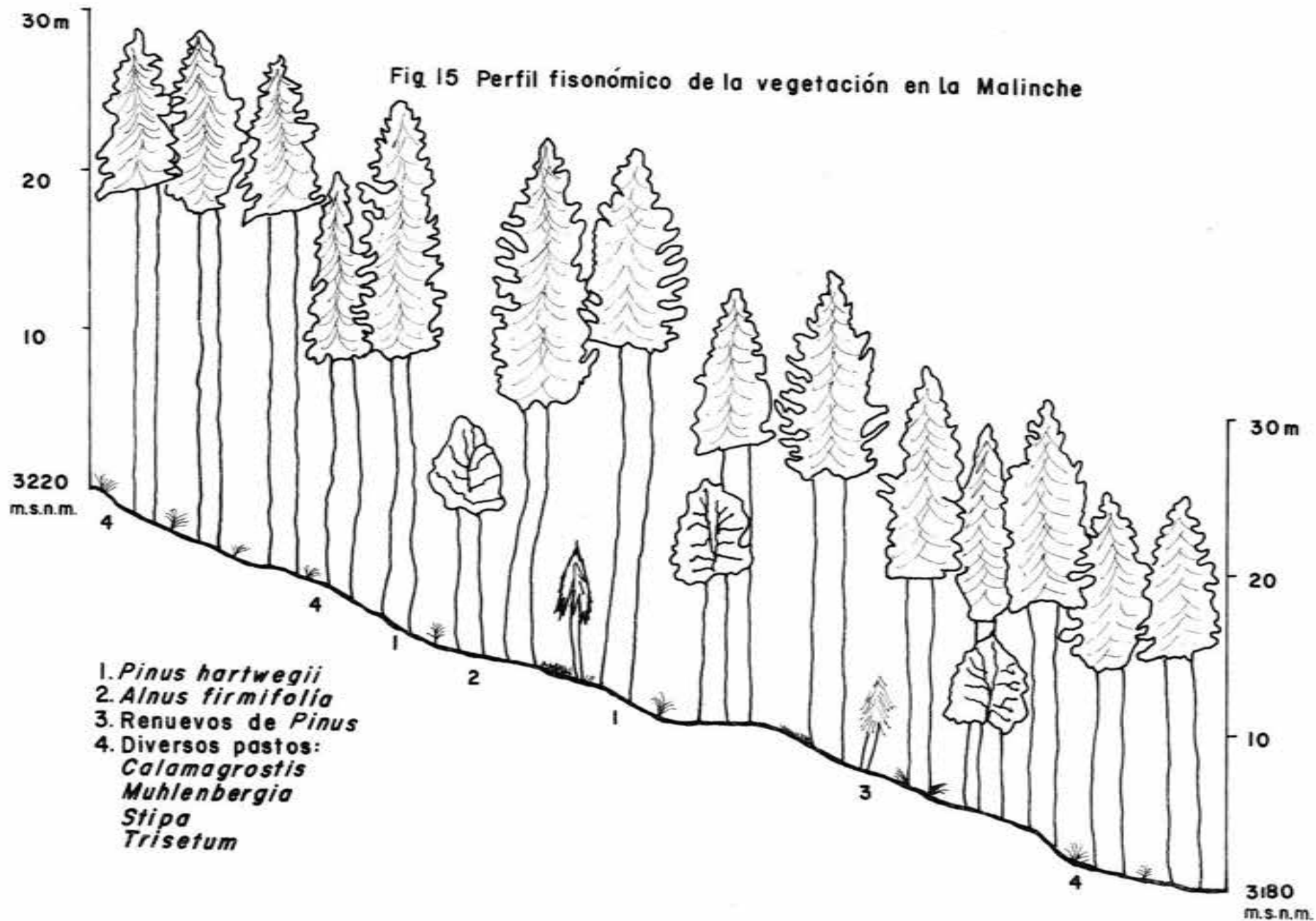
Este tipo de pinar se desarrolla en un sustrato rico en humus y clima con temperatura media anual de 4°C (Fig. 1), con frecuentes heladas nocturnas y constantes nevadas. En las partes más bajas *P. hartwegii* alcanza tallas de 15 a 20 m, poco densos, y en las superiores de 5 a 8 m de alto y una cobertura menor.

El estrato arbustivo está constituido por pinos inmaduros de la misma especie salvo en sitios rocosos en los que se incorporan *Juniperus monticola* y *Berberis trifolia* (= *B. schiedeana*). En el estrato herbáceo sobresalen las gramíneas rígidas y amacolladas, algunas de las cuales también se presentan en el páramo de altura. Entre las mejor representadas están *Calamagrostis tolucensis*, *Mulenbergia macroura*, *Stipa ichu* y *Trisetum spicatum*. Otras especies comunes son *Helenium integrifolium* (morgaza) *Lupinus montanus*, *Penstemon gentianoides* (jarritos) y *Senecio mairetianus* (azumiate). En la transición de esta asociación y del zacatonal alpino, se presentan *Festuca tenuissima* (zacatón), *F. livida* (zacatón) y *Lupinus mexicanus* (garbancillo).

b) *Abies religiosa* (H. B. K.) Cham & Schl (oyamel o abeto).

Se localiza entre los 3,470 y 3,550 m.s.n.m. en el Cofre de Perote conformando un bosque menos alterado de árboles de grandes tallas. De 3,600 a 3,900 m en el Pico de Orizaba. En el volcán La Malinche de los 2,700 a 3,200 m en menor proporción y asociado a *Pinus pseudo-strobus* y *P. ayacahuite* var. *veitchii*. Por último, en la porción que corresponde a la Sierra de Tlaxco, como acompañante de *Pinus patula* y *P. ayacahuite*, entre los 1,800 y 3,000 m (Fotografía 6).

Fig 15 Perfil fisonómico de la vegetación en La Malinche





Fotografía 6. *Abies religiosa* en el volcán La Malinche.

En estos bosques se registra una precipitación elevada, distribuida en 100 o más días con lluvia apreciable, el número de meses secos no es mayor de cuatro (Rzedowski 1981). de suelos profundos y andosólicos, con condiciones climáticas de humedad y temperatura constantes y tallas de 25 a 30 m de altura (Fig. 1).

Esta comunidad arbórea es perennifolia, el estrato rasante está dominado por la presencia de musgos de los géneros *Bryoerythrophyllum*, *Bryum*, *Didymodon*, *Haplodontium*, *Horridohypnum*, *Morinia*, *Rhytidium*, *Tortula*, *Thuidium*, *Timmia* y *Zygodon* (Delgadillo1984, De Luna 1983 in: Narave 1985, De Luna 1986).

Los acompañantes florísticos relevantes son *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Baccharis conferta*, *Buddleia parviflora*, *Castilleja canescens*, *C. tenuiflora*, *Hackelia mexicana*, *Helenium integrifolium*, *Juniperus monticola*, *Oxilobus arbutifolius*, *Penstemon gentianoides*, *Pernettya ciliata*, *Phacelia platycarpa*, *Physalis orizabae*, *Ribes ciliatum*, *R. microphylla*, *Salix cana*, *S. paradoxa*, *Senecio angulifolius*, *S. cinerarioides*, *S. salignus*, *Stipa ichu* y *Symphoricarpus microphyllus*.

c) *Pinus pseudostrobus* Lindl. (ocote o pino).

Llamado pinar de mediana altitud, por encontrarse de los 2,000 a 3,000 m. De follaje perenne, con abundante epifitismo de varias especies del género *Tillandsia*. *Pinus pseudostrobus* se destaca por sus hojas de 17 a 24 cm de largo que cuelgan en los extremos de las ramas y característicos fascículos triangulares. Los pinares de localidades más húmedas están constituidos de hojas por lo general más delgadas y flexibles y, al contrario, los de partes más secas con frecuencia en contacto o cercanos a las zonas francamente áridas, se caracterizan por hojas cortas, gruesas y rígidas.

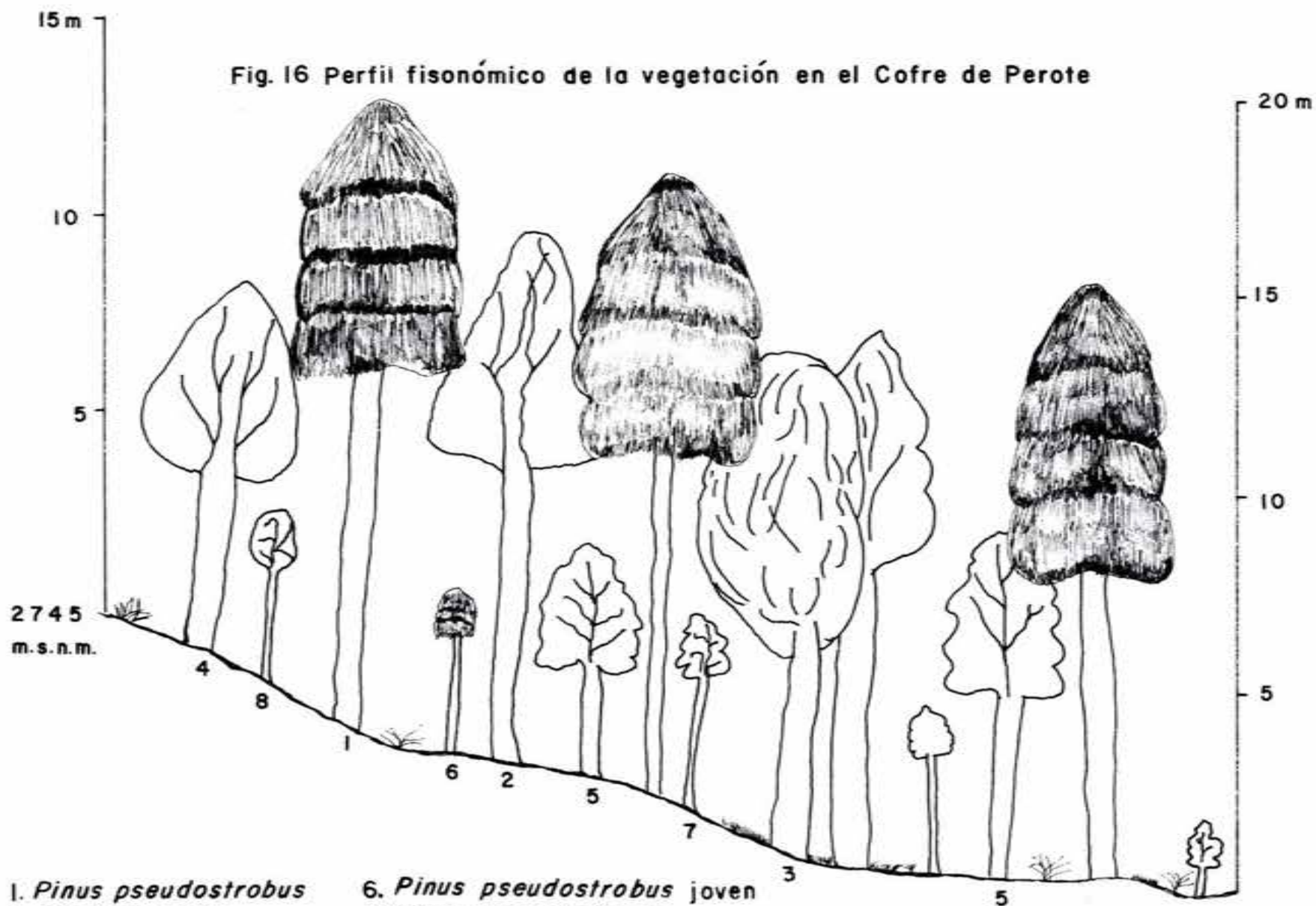
Su distribución geográfica y altitudinal no es restringida en el área de estudio ya que se encuentra en las mismas cotas que el bosque caducifolio. Se distingue como un bosque puro con una edad bastante homogénea en la parte alta del Cerro Pizarro de los 2,500 a 2,800 m de altura, y en la Sierra Zoltepec, a los 2,875 m aproximadamente donde se aprecia una vegetación secundaria representada por *Juniperus* como elemento disperso, diversas compuestas y gramíneas.

Esta asociación es la de más amplia distribución, es singular su presencia en las laderas de los grandes volcanes de la altiplanicie, donde forma bosques mixtos entre los 2,800 y 3,300 m, en conjunto con *Abies religiosa* y *Cupressus lindleyi*, aquí el sotobosque está formado por el encino siempre verde *Quercus laurina*. De manera particular en El Cofre de Perote y Las Derrumbadas hacia su porción norte, alrededor de los 2,750 m esta asociado con *Pinus teocote* y *P. ayacahuite* var. *veitchii*. (Figs. 16 y 17).

Esta vegetación se desarrolla en suelos de tipo regosol. Ocupa colinas con suelos someros o gravoso-pedregosos, en ambientes de templados a fríos; pero con un clima frío semiárido, con precipitaciones por debajo de los 700 mm anuales, constituye un pinar seco.

La talla de la comunidad arbórea oscila de 10 a 14 m de altura, de frecuencia espaciada, tiene bien representado un estrato arbustivo y herbáceo. La vegetación acompañante reconocida es *Agave* sp, *Alnus* sp, *Arbutus xalapensis*, *Baccharis conferta*, *Eryngium*, varias especies del género *Eupatorium*, *Juniperus deppeana*, *Nolina parviflora*, *Muhlenbergia macroura*, *Pinus montezumae*, *P. patula*, *Quercus* sp, *Q. crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. mexicana* y *Senecio* sp.

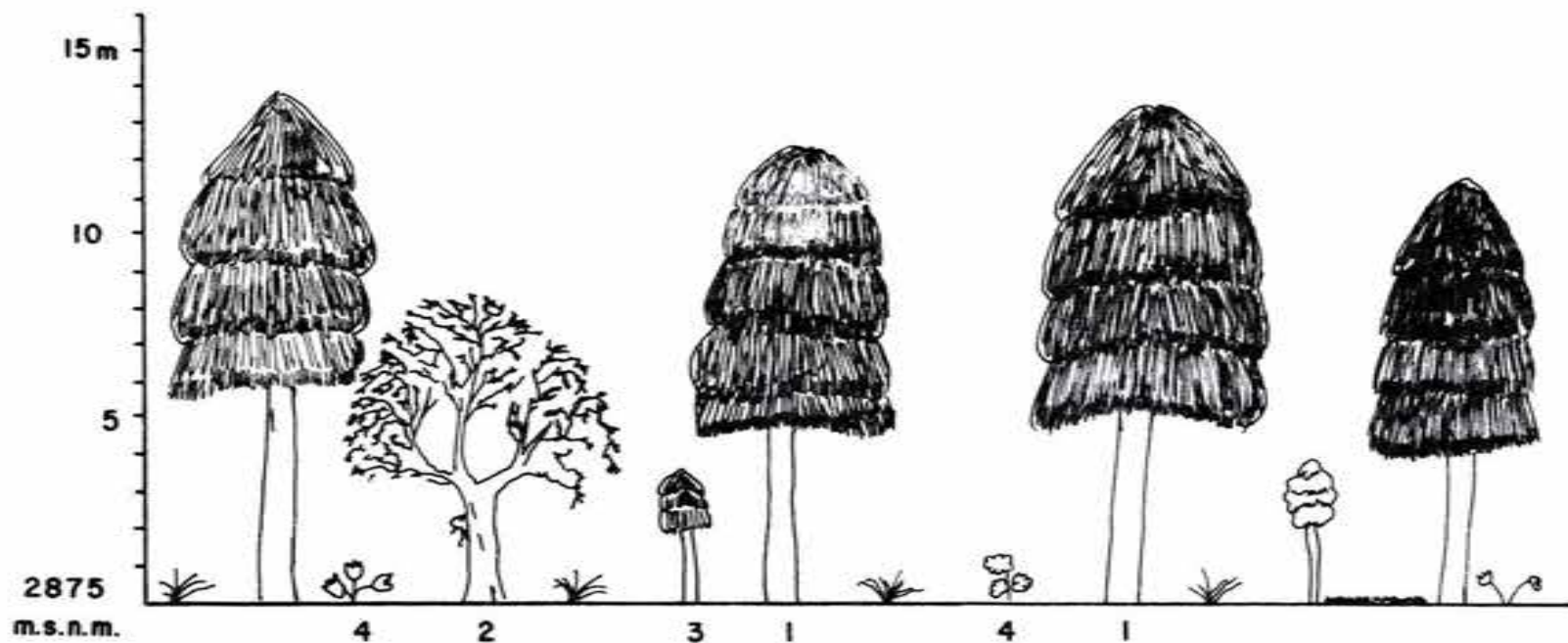
Fig. 16 Perfil fisonómico de la vegetación en el Cofre de Perote



- 1. *Pinus pseudostrobus*
- 2. *Pinus teocote*
- 3. *Quercus laurina*
- 4. *Arbutus xalapensis*
- 5. *Alnus* sp.

- 6. *Pinus pseudostrobus* joven
- 7. *Pinus teocote* joven
- 8. *Quercus laurina* joven

Fig. 17 Perfil fisonómico de la vegetación en la Sierra de Zoltepec



1. *Pinus pseudostrabus*
2. *Juniperus deppeana*
3. Renuevo de *P. pseudostrabus*
4. Diversos tipos de compuestas

d) *Pinus montezumae* Lamb.

Es un árbol que forma asociaciones puras y rara vez se presenta aislado. Se desarrolla bien entre los 2,800 y 3,000 m, sobre las laderas norte y oeste del Cofre de Perote. Es una especie constituida de fascículos de 5 hojas que miden entre 14 y 21 cm que no cuelgan demasiado y están agrupadas en las ramas.

e) *Pinus patula* Schl. & Cham.

Este árbol tiene hojas ordenadas de tres en tres, que cuelgan verticalmente y conos que permanecen largo tiempo en las ramas, alcanza hasta 40 m de altura y aparece con regularidad entre los 1,600 y 3,000 m, en porciones de Puebla y las zonas montañosas de Veracruz. La explicación ecológica de su presencia es que vive exactamente en la zona que durante los vientos del noreste y del este es cubierta por densos bancos nubosos, donde se comporta como un "peinador de nieblas", aspecto ya comentado con anterioridad.

f) *Pinus teocote* Schl. & Cham.

Sus hojas miden de 10 a 15 cm de largo, son rígidas, verde oscuro y agrupadas en fascículos de 3. Ocupa alturas entre 2,500 y 3,000 m; tiende a formar comunidades cerradas puras. Es un árbol resistente al fuego y se le encuentra, a menudo, en lugares quemados, en reemplazo de especies más exigentes o más susceptibles a este factor. Se localiza en la falda oriental de La Malinche y en diversos puntos de las Sierras de Tlaxco y Zoltepec y hacia el norte del Cofre de Perote. También puede presentarse asociado con otras especies de *Pinus* como las ya citadas, por ejemplo, en la cara norte de Las Derrumbadas, donde cohabita con *P. pseudostrobus* sobre los 2,700 m. En la localidad de Agua de Mina a los 2,850 en la porción boscosa se encuentran presentes con *Pinus montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, y hacia los 2,800 hay *Nolina* sp. en línea horizontal (Fotografías 7 y 8 respectivamente).

Como carácter general, la vegetación secundaria en estos bosques es poco diversa, representada por compuestas y gramíneas, destacándose *Baccharis conferta*, *Cerastium molle*, *Eryngium* sp, *Eupatorium* sp, *Muhlenbergia* sp *M. macroura*, *Pernettya ciliata*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Polipodium* sp, *Salvia* sp, *Senecio cinerarioides*, *Stevia* sp y *Stipa ichu*.

g) *Pinus cembroides* var. *orizabensis* D.K. Bailey (pino piñonero).

En general son bosques bajos y abiertos; sus hojas miden de 3 a 7 cm están agrupadas de manera regular; sus conos son de forma redondeada de sólo 5 a 6 cm de largo, tienen profundas excavaciones en sus escamas leñosas donde se alojan sus semillas a las que se conoce con el nombre de "piñones" y son comestibles.

Sus límites altitudinales son 1,500 y 3,000 m.s.n.m. Se distinguen claramente bosquetes en Santa María las Cuevas, Altzayanca, Tlaxcala donde se desarrolla de 2,570 a 2,620 m; en Frijol Colorado se presenta alrededor de los 2,500 m; en Los Humeros a los 2,900 m, ambos en Veracruz; y, por último, en El Progreso y Villanueva en Puebla, cerca de los 2,600 m (Fotografía 9).



Fotografía 7. *Pinus teocote* en el volcán La Malinche.



Fotografía 8. *Nolina* sp. en la asociación de *Pinus* en Agua de Mina.

Se localizan en las partes secas de las serranías, en zonas de transición de la vegetación xerófila, de climas áridos y, de la boscosa de las montañas más húmedas, su mejor desarrollo lo alcanzan en regiones árido-frías.

En muchas partes *Juniperus deppeana*, *Quercus*, y otros arbustos llegan a ser abundantes. Destacan como elementos fisonómicamente llamativos *Agave*, *Dasyllirion*, *Nolina*, *Yucca* y gran cantidad de las epífitas *Tillandsia erubescens*, *T. recurvata* y *T. usneoides* (Fotografía 9). Los géneros acompañantes más abundantes son *Mammillaria*, *Muhlenbergia*, *Notholaena* y *Opuntia*.

Las principales asociaciones encontradas fueron:

- En Santa María Las Cuevas *Pinus cembroides* var. *orizabensis* se asocia con *Nolina longifolia*, marcando la transición entre el bosque templado y la vegetación semiárida de la Subcuenca.

Se sostiene en un suelo de rendzina con fase dúrica profunda. Fisonómicamente las especies dominantes de la comunidad presentan marcada tendencia a la forma arbórea y arbustiva.



Fotografía 9. *Pinus cembroides* var. *orizabensis* con epífitas del género *Tillandsia*.

Los géneros acompañantes que se detectaron en la región son: *Acacia*, *Agave*, *Bahia*, *Bouvardia*, *Brickellia*, *Cheilantes*, *Dalea*, *Drymaria*, *Joesselia*, *Juniperus*, *Mammillaria*, *Mimosa*, *Muhlenbergia*, *Notholaena*, *Opuntia*, *Pellea*, *Salvia*, *Stevia*, *Stipa*, *Tagetes*, *Tillandsia* y *Yucca*.

- En los Humeros *Pinus cembroides* está con *Nolina parviflora*, *Cupressus benthamii* y *Yucca periculosa*, como un bosque de pequeña estatura, con árboles de 5 a 7 m de altura que crece sobre derrames basálticos.

Las especies acompañantes son *Notholaena aurea*, *Opuntia* sp., *Quercus grisea* y el muérdago enano *Arceuthobium pendens* sobre el *Pinus cembroides* (Fig. 18).

- Hacia Frijol Colorado se modifica la asociación de este pino. Se aprecia *Pinus cembroides* con *Yucca parviflora* y a menor altura se observa una asociación de *Pinus cembroides* - *Nolina parviflora*. La vegetación secundaria más relevante es: *Agave obscura*, *Castilleja tenuiflora*, *Mammillaria* sp., *Mulenbergia* sp., *Notholaena aurea*, *Opuntia* sp., *Salvia* sp., *Stevia salicifolia*, *Stipa ichu* y *Tagetes* sp. (Fig. 19).
- En lo que se refiere al bosque piñonero del paraje "El Progreso", se forma una asociación de *Pinus cembroides* y *Nolina longifolia* que se sustenta en un cerro calizo con suelo débilmente desarrollado, textura de migajones arcilloso y arenoso, en algunas partes de origen aluvial y con aporte de materia orgánica proporcionado por la vegetación natural.

Las principales especies que lo constituyen son: *Agave obscura*, *Dasylyrion acrotriche*, *Juniperus deppeana*, *Opuntia* sp. y *Quercus microphylla*, y otros géneros como: *Astragalus*, *Bouvardia*, *Brickellia*, *Castilleja*, *Cheilantes*, *Dalea*, *Drymaria*, *Erigeron*, *Eupatorium*, *Gymnosperma*, *Hechtia*, *Muhlenbergia*, *Nicotiana*, *Notholaena*, *Salvia*, *Stevia*, *Stipa*, *Tagetes* y *Yucca*.

- Finalmente, en Villanueva, ubicado a una altura promedio de 2,600 a 2,950 m se localiza la asociación de *Pinus cembroides* var. *orizabensis* y *Quercus laurina*, donde también se observa una comunidad arborea baja con presencia de suelos someros y rocosos de origen volcánico y un clima templado semiárido (Fig. 20).

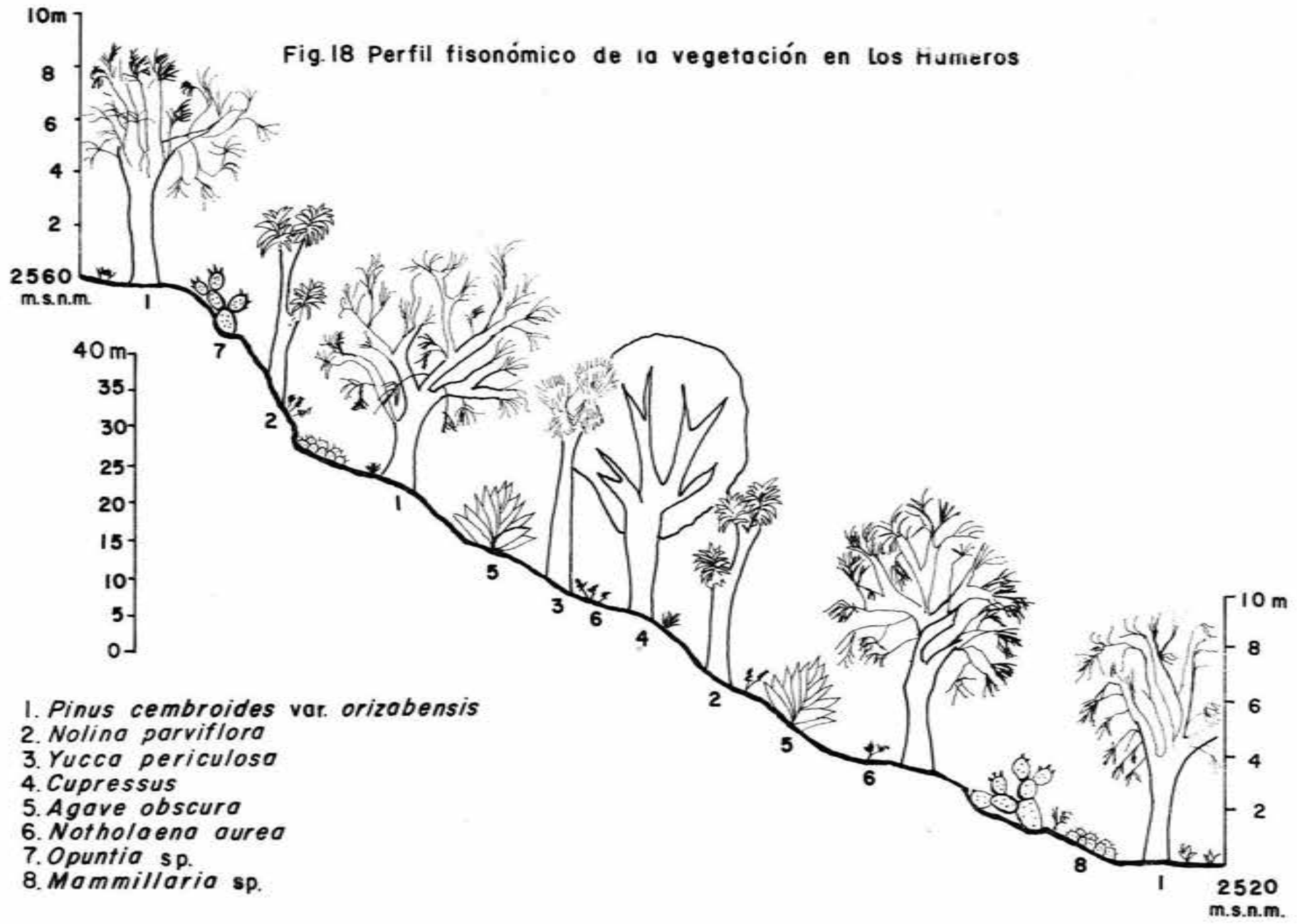
La vegetación complementaria la integran los géneros: *Acacia*, *Amelanchier*, *Bouvardia*, *Castilleja*, *Crotalaria*, *Dahlia*, *Echeveria*, *Eupatorium*, *Eysenhardtia*, *Galium*, *Gymnosperma*, *Juniperus*, *Lantana*, *Loeselia*, *Lycurus*, *Milla*, *Mimosa*, *Muhlenbergia*, *Notholaena*, *Quercus*, *Salvia*, *Setaria*, *Solanum*, *Stevia*, *Tagetes*, *Tridax* y *Zexmenia*.

h) *Juniperus deppeana* Steud. (sabino).

Llamado bosque de enebro o escumifolio de apariencia densa. Se presenta, por lo general, como bosque bajo de 8 a 12 m, de hojas escamosas siempre verdes, comúnmente formado por individuos algo espaciados.

Se aprecian como bosquetes pequeños y aislados en la parte central del área, entre los 2,400 y 2,700 m en la base de los Cerros Pinto, Yolotepec, Tepeyehualco y Quimicho. Al este en Guadalupe Victoria, Saltillo la Fragua y Agua de Mina, como especie de transición. Por último al oeste se encuentra en Santiago Texmelucan (Fig. 21).

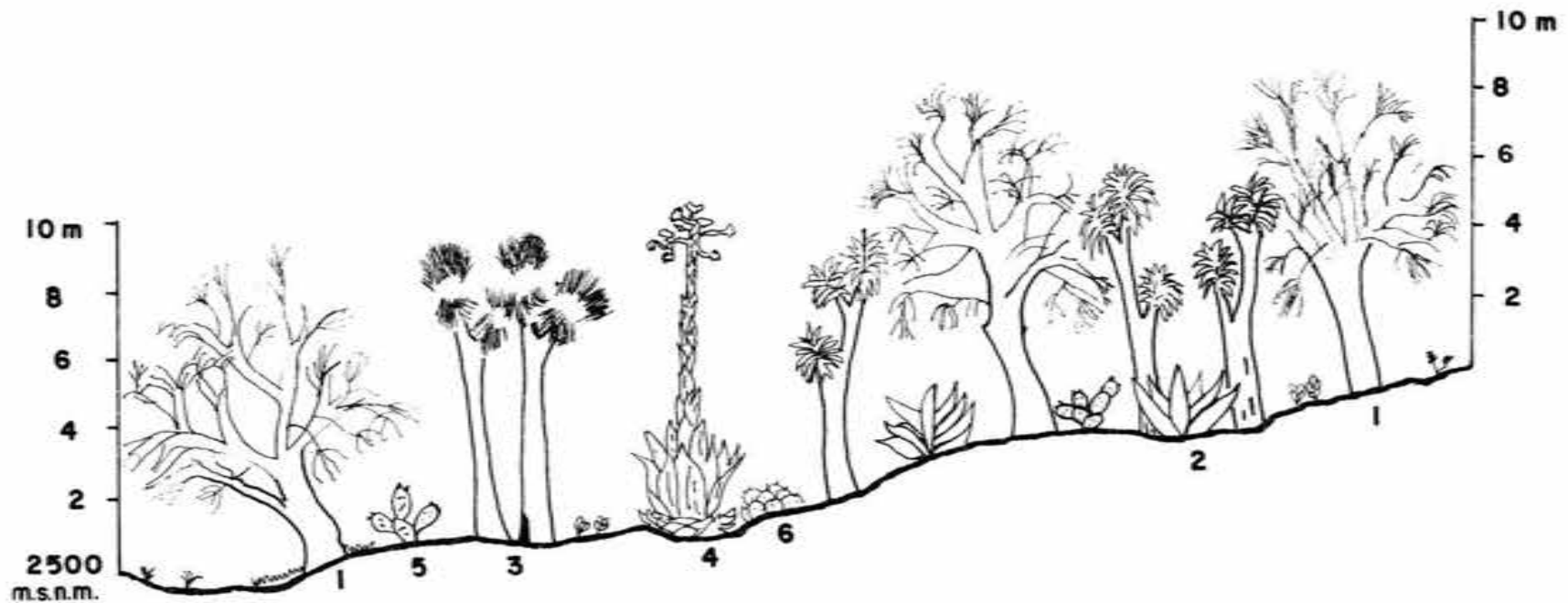
Fig.18 Perfil fisonómico de la vegetación en Los Humeros



- 1. *Pinus cembroides* var. *orizabensis*
- 2. *Nolina parviflora*
- 3. *Yucca periculosa*
- 4. *Cupressus*
- 5. *Agave obscura*
- 6. *Notholaena aurea*
- 7. *Opuntia* sp.
- 8. *Mammillaria* sp.

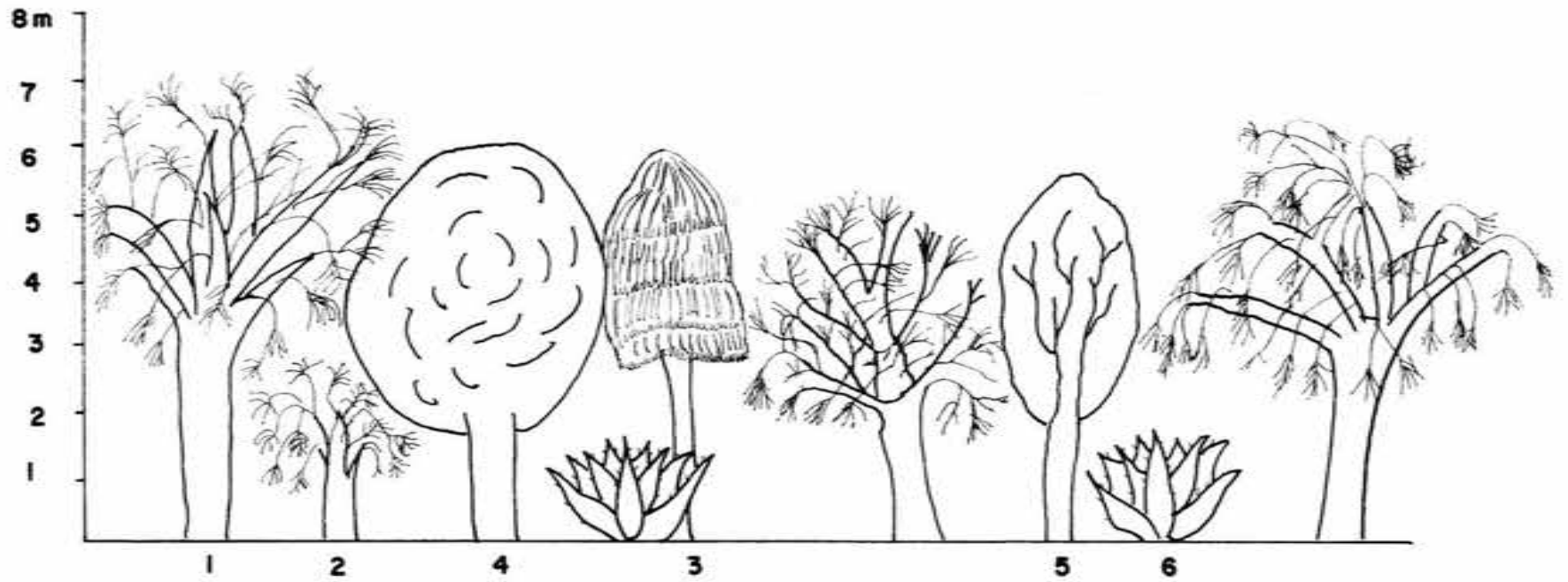
2520
m.s.n.m.

Fig.19 Perfil fisonómico de la vegetación en Frijol Colorado



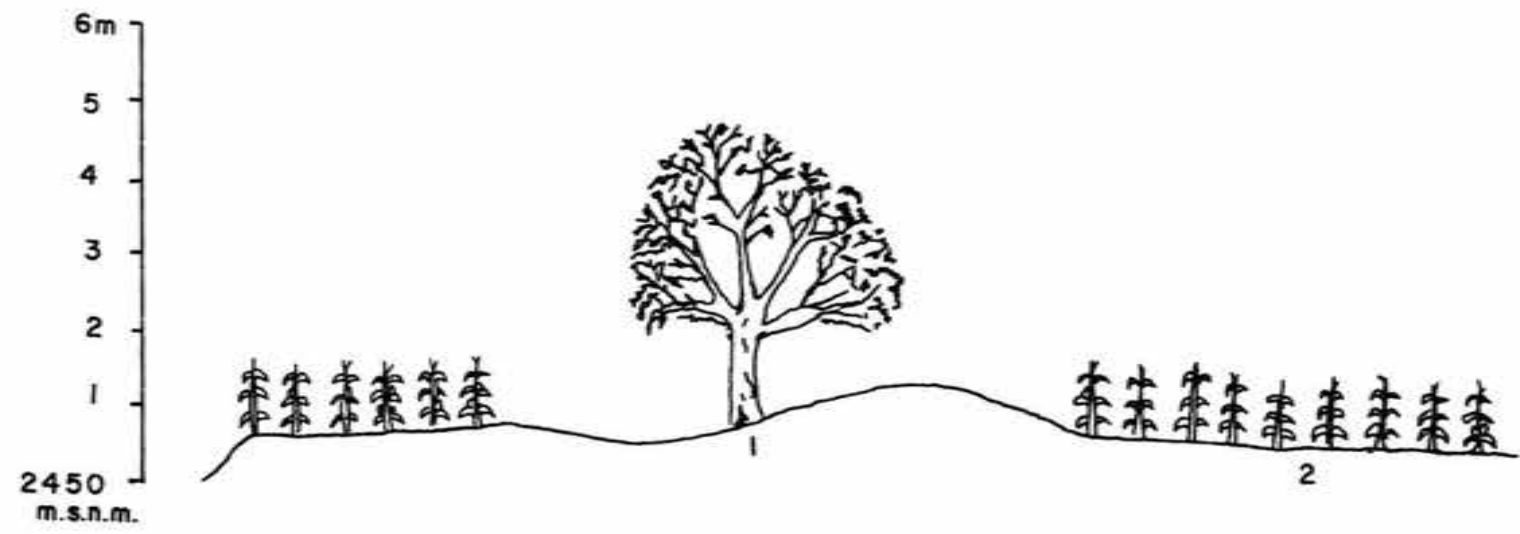
1. *Pinus cembroides* var. *orizabensis*
2. *Nolina parviflora*
3. *Yucca parviflora*
4. *Agave obscura*
5. *Opuntia* sp.
6. *Mammillaria* sp.

Fig.20 Perfil fisonómico de la vegetación en Villanueva



1. *Pinus cembroides* var. *orizabensis*
2. *P. cembroides* joven
3. *Pinus pseudostrabus*
4. *Quercus laurina*
5. *Arbutos xalapensis*
6. *Agave atrovierens*

Fig. 21 Perfil fisonómico de la vegetación en Santiago Texmelucan



- 1. *Juniperus deppeana*
- 2. *Zea mays*
- 3. *Opuntia* sp.
- 4. *Agave* sp.

El clima en que crecen es semiseco y de templado a frío, y los suelos tienen el carácter de aluviones muy profundos, los cuales se han formado por la avenida fuerte de agua e inundaciones, causando depósitos arcillosos o arenosos que quedan después de retirarse ésta.

Por su estructura espaciada *Juniperus deppeana* favorece la presencia de arbustos y plantas herbáceas heliófilas, tanto nativas como introducidas, por ejemplo: *Agave* sp., *Asclepia linaria* (algodoncillo), *Brickellia veronicifolia*, *Eupatorium espinosarum*, *Gymnosperma glutinosum*, *Ipomea stans*, *Nolina parviflora*, *Opuntia* sp., *Quercus*, *Stevia salicifolia* y *Yucca periculosa*.

1) *Pinus- Quercus*

Esta asociación se caracteriza por estar constituida de especies de encinos de hojas generalmente persistentes, cortas, gruesas, latifoliadas y rígidas. Los encinos no alcanzan tallas superiores a los ocho metros, pero junto con los pinos forman bosques altos y tupidos de 15 a 20 m.

Se ubica en las faldas del Cofre de Perote y Pico de Orizaba, además, en La Malinche y al norte de Santa María las Cuevas hasta los 3,200 m, así como, en Rincón Grande, Santa María Coatepec, El Ocotal, Cerro Pinto y en Derrumbadas porción norte a la cota de los 2,700 m.

Se desarrollan en diferentes tipos de suelo que pueden ser someros o profundos, derivados de elementos volcánicos como cenizas, gravas y rocas, o bien salitrosos. Con frecuencia se localizan cerca de las zonas semiáridas sobre laderas húmedas y en un ambiente templado con ciertas variantes como neblinas frecuentes. Los valores de humedad y temperatura se muestran en la figura 4.

Existe una gran variedad de asociaciones desde el punto de vista de las especies que las forman según las localidades, las condiciones medioambientales como gradiente de humedad local, tipo de suelo o actividad humana. Incluso la altura y densidad de los representantes está en relación con estos factores. Entre las especies de pinos más comunes se encuentran *Pinus leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. montezumae* y *P. teocote*, que están mezcladas con las de encinos *Quercus castanea*, *Q. crassipes*, *Q. deserticola*, *Q. glaucoides*, *Q. mexicana* y *Q. rugosa*.

Como especies acompañantes están *Arbutus xalapensis* (madroño), *Cupressus benthami* (ciprés), *Juniperus deppeana*, *J. flaccida*, *J. monticola*, *Prunus* sp, los pastizales de *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*. Otras especies en el estrato arbustivo y herbáceo son *Acaena elongata*, *Arenaria lycopodioides*, *Buddleia cordata*, *B. parviflora*, *Cirsium pinetorum*, *Dahlia coccinea*, *Eryngium* sp, *Erodium cicutarium*, *Fuchsia microphylla* (aretillo), *Hackelia mexicana*, *Luzula racemosa*, *Oxalis corniculata*, *Pernettya ciliata*, *Phacelia platycarpa*, *Senecio sinuatus* y *Sisyrinchium scabrum*.

5.7.4 Bosques de encinos

a) *Quercus laurina* H. & B.

Es la especie más difundida en la región de estudio. Está conformada por hojas relativamente pequeñas y delgadas. Los bosques que constituye, son frecuentes en las partes altas hasta los 3,000 m de montañas-volcánicas como el Cofre de Perote, La Malinche y Pico de Orizaba. En el cerro El Pinal en Texmelucan, al este de La Malinche, Rincón Grande y otras partes del estado de Veracruz pueden presentarse a partir de los 2,000 m.

Puede tolerar límites de humedad relativa y variación de temperatura amplios. Se reconoce mejor en los declives de las serranías de zonas templadas subhúmedas o algo frías, pero también se puede presentar en regiones cálidas, húmedas y semiáridas en donde adopta la forma de matorral. Los suelos comunes son someros, de tepetate, limosos o de arcilla hasta grava volcánica.

Se asocia con *Abies religiosa*, *Alnus*, *Pinus ayacahuite*, *P. montezumae*, *Quercus castanea*, *Q. crassipes*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*.

b) *Quercus crassifolia* H. & B. (encino colorado).

Su apariencia es siempre verde y de hojas firmes con tomento café-amarillento. Se encuentra ampliamente repartido en bosques de neblina, acompañando a diversos géneros de pinos.

Se identificó en asociación con *Pinus pseudostrobus* en El Ocotal, Municipio de Villanueva, alrededor de los 2,500 m, en La Malinche, Las Derrumbadas, Guadalupe Victoria, entre los 1,500 y 2,800 m.

Es común en barrancas o laderas inclinadas con suelos someros y pedregosos. Se desarrolla en ambientes de templados a fríos.

Se asocia con *Pinus montezumae*, *P. patula*, *P. teocote*, *Quercus mexicana*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. La vegetación acompañante que se destaca es *Agave obscura*, *Baccharis conferta*, *Juniperus deppeana*, *Muhlenbergia* sp y *Nolina parviflora*.

c) *Quercus crassipes* H. & B. (encino laurel).

Arbol de apariencia siempre verde y hojas coriáceas. Es común en barrancas y laderas de los altos volcanes, por ejemplo en la porción suroeste de La Malinche, en la cota de los 1,450 a los 3,000 m y se ubica, además, en el Cerro El Pinal cerca de El Seco y Ciudad Serdán en Puebla.

En suelos calizos, arcillo-limosos, limosos o arenosos con pendiente de 5°. Asociado con *Pinus patula*, *P. rudis*, *P. montezumae* *P. teocote*, *Q. laurina*, y *Q. rugosa*.

d) *Quercus rugosa* Née.

Esta especie es de amplia distribución, a una altura de 1,800 a 3,000 m habita en bosques de *Pinus-Quercus* o en bosques puros de estos géneros. Se localiza en el Cerro El Pinal al Este de La Malinche, Guadalupe Victoria, San Nicolás Buenos Aires, en las Derrumbadas al Noreste de Zacatepec, en San Nicolás de los Ranchos y en el Sureste de Alchichica.

En suelos negros o grisáceos y amarillo arcillosos, en ocasiones pedregosos con pendientes de 10°. Se asocia con *Alnus* sp, *Quercus crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Pinus leiophylla*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*.

5.8 LISTA FLORISTICA DE LA SUBCUENCA DE ORIENTAL

A continuación se presenta el listado alfabético obtenido, en el que se registran un total de 293 especies, distribuidas en 158 géneros y 56 familias.

Los ejemplares fueron colectados por las autoras y por personal bajo la dirección del Dr. Diodoro Granados Sánchez. La determinación de dicho material se realizó en la Unidad de Ciencias Forestales de Chapingo.

Se adicionaron a dicho listado, especies citadas por Narave (1985) ya que él realizó un trabajo florístico específico en el Cofre de Perote.

Las plantas colectadas y determinadas se encuentran depositadas en el herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Autónoma de Chapingo.

En esta lista se hace también mención de la ubicación de cada una de las plantas en las diferentes asociaciones para lo cual se empleó la siguiente simbología:

Clave	Asociación (es) que incluye(n)
Zh Zacatonal halófito	Zacatonal halófito
Za Zacatonal alpino	Zacatonal alpino
MDr Matorral desértico rosetófilo	<i>Nolina parviflora</i> <i>Nolina parviflora-Yucca periculosa</i>
Bch Bosque de coníferas húmedo	<i>Pinus hartwegii</i> <i>Abies religiosa</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus montezumae</i> <i>Pinus patula</i> <i>Pinus teocote</i> <i>Juniperus deppeana</i> <i>Pinus-Quercus</i>
Bcs Bosque de coníferas seco	<i>Pinus cembroides</i> var. <i>orizabensis</i>
Be Bosque de encino	<i>Pinus-Quercus</i> <i>Quercus laurina</i> <i>Quercus crassifolia</i> <i>Quercus crassipes</i> <i>Quercus rugosa</i>

5.8 LISTA FLORISTICA DE LA SUBCUENCA DE ORIENTAL

E S P E C I E	A S O C I A C I O N					
	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Amaryllidaceae:						
<i>Agave</i> sp.			X			
<i>Agave atrovirens</i> Karw.			X			
<i>Agave ferox</i> C. Koch			X			
<i>Agave obscura</i> Schiede.			X		X	X
<i>Agave gilvelli</i> Schiede.			X		X	
<i>Agave lecheguilla</i> Torr.			X			
Anacardiaceae:						
<i>Rhus standleyi</i> Barkley			X			
<i>Rhus virens</i> Gray			X			
Asclepiadaceae:						
<i>Asclepia ovata</i>			X			
<i>Asclepia linaria</i> Cav.			X		X	
Berberidaceae:						
<i>Berberis trifolia</i> Schultes (= <i>B. schiedeana</i> Schl.)	X		X	X		
Betulaceae:						
<i>Alnus firmifolia</i> Fern.				X		X
Boraginaceae:						
<i>Hackelia mexicana</i> (Schl. & Cham.) Johnst.				X		X
Bromeliaceae:						
<i>Bromelia</i> sp.				X		X
<i>Hechtia</i> sp.			X		X	

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Hechtia podantha</i> Mez.			X			
<i>Hechtia roseana</i> L.			X		X	
<i>Tillandsia erubescens</i> Schl. (= <i>T. benthamiana</i> Kl.)					X	
<i>Tillandsia recurvata</i> L.			X		X	
<i>Tillandsia usneoides</i> L.					X	
Cactaceae:						
<i>Coryphantha andrea</i>	X		X			
<i>Echinocactus</i> sp.			X			
<i>Mammillaria</i> sp.			X		X	
<i>Mammillaria elegans</i> DC.			X			
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haworth			X			
<i>Mammillaria rhodanta</i> Link & Otto			X			
<i>Opuntia</i> sp.			X		X	
<i>Opuntia rastrera</i> Weber			X			
<i>Opuntia rosea</i> DC.			X			
<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire			X			
Caprifoliaceae:						
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.				X		
Caryophyllaceae:						
<i>Arenaria bryoides</i> Willd.		X				
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb. in Mart.				X		
<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schl.			X	X		X
<i>Arenaria reptans</i> Hemsl.				X		X
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.				X		X
<i>Cerastium lithophilum</i> Greenm.		X		X		

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Cerastium molle</i> Bartl. in Presl.		X		X		
<i>Cerastium nivalis</i> D. Don ex Nym.		X				
<i>Cerastium nutans</i> Raf.				X		X
<i>Cerastium vulcanicum</i> Schl.		X				
<i>Drymaria villosa</i> Schl. & Cham.					X	
<i>Paronychia mexicana</i> Hemsl.			X		X	
Chenopodiaceae:						
<i>Suaeda diffusa</i> S. Wats (= <i>S. torreyana</i>)	X					
<i>Suaeda mexicana</i>	X					
<i>Suaeda nigra</i>	X					
Cistaceae:						
<i>Halimum coulteri</i> S. Wats			X			
<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.			X		X	
Cyperaceae:						
<i>Cyperus laevigatus</i>	X					
Compositae:						
<i>Archibaccharis</i> sp.				X		
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.			X	X	X	X
<i>Baccharis multiflora</i> H.B.K.			X			
<i>Baccharis pteronioides</i> DC. (= <i>Baccharis ramulosa</i> (DC.) Gray)			X			
<i>Bahia pringlei</i> Greenm.					X	
<i>Bidens pilosa</i> L.					X	
<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) Gray			X		X	
<i>Chrysactinia mexicana</i> Gray			X			

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Cirsium nivale</i> (H.B.K.) Sch. Bip.		X		X		
<i>Cirsium pinetorum</i> Greenm.				X		X
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.			X	X	X	X
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.					X	
<i>Erigeron longipes</i> DC.				X		
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> H.B.K.			X		X	
<i>Eupatorium calophyllum</i> Rob.		X				
<i>Eupatorium espinosarum</i> Gray			X		X	
<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.				X	X	X
<i>Eupatorium patzcuarensis</i> H.B.K.			X	X	X	
<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. ex DC.			X		X	
<i>Eupatorium schaffneri</i> Sch. Bip.			X			
<i>Gnaphalium</i> sp.	X					X
<i>Gnaphalium lavandulaceum</i> DC. (= <i>Gnaphalium lavandulifolium</i> [H.B.K.] Blake)		X		X		
<i>Gnaphalium vulcanicum</i> I. M. Johnst (= <i>G. liebmanni</i> Sch. Bip. ex Klatt.)		X		X		
<i>Gnaphalium wrightii</i> Gray			X		X	
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spring.) Less.			X		X	
<i>Haplopappus spinulosus</i> (Pursh) DC.			X			
<i>Haplopappus venetus</i> (H.B.K.) Blake					X	
<i>Hieracium mexicanum</i> Less.				X		
<i>Oxylobus arbutifolius</i> (H.B.K.) Gray		X		X		X
<i>Pinaropappus roseus</i> Less.			X			
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.			X	X	X	X
<i>Senecio angulifolius</i> DC.				X		
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.				X		X
<i>Senecio cinerarioides</i> H.B.K.			X	X	X	
<i>Senecio gerberifolius</i> Sch. Bip. ex Hemsl.		X				
<i>Senecio mairetianus</i> DC. (= <i>S. chrysactis</i> Sch. Bip. ex Hemsl.)				X		

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Senecio platanifolius</i> Benth.				X		
<i>Senecio procumbens</i> H.B.K.		X		X		
<i>Senecio roseus</i> Sch. Bip.		X		X		X
<i>Senecio salignus</i> DC.			X	X	X	X
<i>Senecio sinuatus</i> H.B.K.				X		X
<i>Senecio toluccanus</i> DC.				X		
<i>Stevia elatior</i> H.B.K.			X	X		
<i>Stevia monardifolia</i> H.B.K.				X		
<i>Stevia ovata</i> Willd.					X	
<i>Stevia pilosa</i> Lag.			X	X		
<i>Stevia pyrolaefolia</i> Schlecht.				X		
<i>Stevia salicifolia</i> Cav.			X		X	X
<i>Stevia serrata</i> Cav.			X		X	
<i>Stevia tomentosa</i> H.B.K.			X		X	
<i>Tagetes coronopifolia</i> Willd.			X	X	X	X
<i>Tagetes lucida</i> Cav.			X		X	
<i>Tagetes lunulata</i> Ort.			X		X	
<i>Tagetes slenophylla</i> Rob.			X		X	
<i>Tridax coronopifolia</i> (H.B.K.) Hemsl.			X		X	
<i>Verbesina oncophora</i> Rob. & Seat.				X		
<i>Viguiera</i> sp.	X					
<i>Zaluzania triloba</i> Pers.			X			
<i>Zexmenia</i> cf. <i>lantaniifolia</i> Sch. Bip.			X		X	
Convolvulaceae:						
<i>Ipomoea stans</i> Cav.			X		X	

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Crassulaceae:						
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schl.			X		X	
<i>Sedum</i> sp. L.				X	X	
<i>Sedum obtusatum</i> R.T. Clausen		X		X		X
<i>Villadia batessi</i> (Hemsl.) Baehni & Macbr.				X		X
Cruciferae:						
<i>Draba jorullensis</i> H.B.K. (= <i>Draba volcanica</i> Benth.)		X		X		X
<i>Draba nivicola</i> Rose		X		X		X
<i>Erysimum</i> sp L.		X		X		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.			X	X		X
Cupressaceae:						
<i>Cupressus benthamii</i> Endl.				X		X
<i>Cupressus lindleyi</i> Klotz.					X	
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.			X	X	X	X
<i>Juniperus flaccida</i> Schl.			X		X	X
<i>Juniperus monticola</i> Mart.		X		X	X	X
Ericaceae:						
<i>Arbutus glandulosa</i> Mart. & Gal.				X	X	
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.				X	X	X
<i>Arestotaphyllus pungens</i> H.B.K.			X			
<i>Pernettya ciliata</i> (Schl. & Cham.) Small				X		X
Eupatorieae:						
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers.			X			

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Euphorbiaceae:						
<i>Croton dioicus</i> Cav.			X	X	X	X
Fagaceae:						
<i>Quercus</i> sp.			X	X	X	X
<i>Quercus castanea</i> Née.				X		X
<i>Quercus crassifolia</i> H. & B.				X	X	X
<i>Quercus crassipes</i> H. & B.				X		X
<i>Quercus deserticola</i> Trel.			X			X
<i>Quercus glaucoides</i> Mart. & Gal.						X
<i>Quercus grisea</i>					X	
<i>Quercus laurina</i> H. & B.			X	X	X	X
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née.						X
<i>Quercus mexicana</i> H. & B. (= <i>Q. castanea mexicana</i> DC.)				X		X
<i>Quercus microphylla</i> Née.			X		X	X
<i>Quercus obtusa</i> H. & B.				X		X
<i>Quercus resinosa</i> Liebm. (= <i>Q. microphylla</i> Née.)					X	
<i>Quercus rugosa</i> Née.				X	X	X
<i>Quercus salicifolia</i> Née.						X
Geraniaceae:						
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.			X	X	X	X
<i>Geranium potentillaefolium</i> DC.				X		
Gramineae:						
<i>Agrostis toluensis</i> H.B.K.				X		
<i>Aristida divaricata</i> H. & B. (= <i>A. humboldtiana</i> Trin. & Rupr.)			X			
<i>Aristida escabra</i>			X			

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Bouteloua</i> sp.			X			
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr. (= <i>B. racemosa</i> Lag.)	X		X		X	
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. (= <i>Eucaria glandulosa</i> Cerv.)	X				X	
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link				X		X
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex Fourn				X		X
<i>Calamagrostis toluensis</i> (H.B.K.) Trin.		X		X		
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Grenee	X					
<i>Epicampes macroura</i>				X		
<i>Eragrostis</i> sp.	X					
<i>Eryngium</i> sp.	X					
<i>Festuca livida</i> (H.B.K.) Willd. ex Spring.		X		X		X
<i>Festuca myuro</i>			X			
<i>Festuca tenuissima</i>				X		
<i>Festuca toluensis</i> H.B.K.		X		X		
<i>Lycurus phleioides</i> H.B.K.			X			
<i>Muhlenbergia capillaris</i> (Lam.) Trin.			X		X	
<i>Muhlenbergia firma</i> Beal. (= <i>M. densiflora</i> Scribm.)					X	
<i>Muhlenbergia implicata</i> (H.B.K.) Kunth			X			
<i>Muhlenbergia macroura</i> (H.B.K.) Hitchc. (= <i>Epicampes macroura</i> [H.B.K.] Benth.)				X	X	X
<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (H.B.K.) Kunth (<i>M. gracilis</i> Kunth)			X			
<i>Muhlenbergia rigens</i> (Benth.) Hitchc.			X			
<i>Muhlenbergia robusta</i> (Fourn.) Hitchc. (= <i>Epicampes robusta</i> Fourn. o <i>M. presliana</i> Hitchc.)			X		X	
<i>Muhlenbergia villosa</i> Sw.			X			
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (H.B.K.) Hitchc. (= <i>Oryzopsis imbriata</i> [H.B.K.] Hemsl.)				X	X	
<i>Poa annua</i> L.				X		X
<i>Poa orizabensis</i> Hitchc.				X		
<i>Rhynchospora setacea</i>	X					

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.			X		X	
<i>Sporobolus</i> sp.	X		X		X	
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc. (= <i>S. arbutus</i> [Nees] Kunth)			X			
<i>Stipa ichu</i> (Ruíz & Pavón) Kunth		X	X	X	X	X
<i>Stipa tenuissima</i> Trin.			X		X	
<i>Trisetum spicatum</i> (L.) Richt.		X		X		X
Helenieae:						
<i>Helenium integrifolium</i> (H.B.K.) Benth. & Hook.				X		
Hydrophyllaceae:						
<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.		X		X		X
Iridaceae:						
<i>Sisyrinchium scabrum</i> Schl. & Cham. (= <i>S. angustifolium</i> Mill.)			X	X	X	X
Juncaceae:						
<i>Luzula gigantea</i> Desv.				X		
<i>Luzula racemosa</i> Desv.		X		X		X
Labiatae:						
<i>Hedeoma palmeri</i> Hemsl.			X			
<i>Salvia</i> sp L.			X	X	X	
<i>Salvia algreiggi</i>					X	
<i>Salvia elegans</i> Vahl				X		X
<i>Salvia microphylla</i> H.B.K.				X	X	X

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Leguminosae:						
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.			X		X	
<i>Acacia schaffneri</i> (Wats) Hermann			X		X	
<i>Astragalus helleri</i> Fern.			X	X	X	X
<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.			X	X		X
<i>Crotalaria pumila</i> Ort.			X		X	
<i>Dalea bicolor</i> H. & B. var. <i>bicolor</i>			X		X	
<i>Dalea clifortiana</i>			X			
<i>Dalea diffusa</i>					X	
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.			X		X	
<i>Lupinus mexicanus</i> Cerv. in Lag.		X		X		X
<i>Lupinus montanus</i> H.B.K.		X		X		X
<i>Mimosa</i> sp.			X		X	
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.			X		X	
<i>Sophora secundiflora</i> (Ort.) Lag.			X			
Liliaceae:						
<i>Dasylirion acrotriche</i> (Schiede) Zucc.			X		X	
<i>Milla biflora</i> Cav.			X		X	
<i>Nolina longifolia</i> (Schult.) Hemsl.			X		X	
<i>Nolina parviflora</i> (H.B.K.) Hemsl. (= <i>Cordyline parviflora</i> H.B.K. y <i>N. altamiranoa</i> Rose)			X	X	X	
<i>Stenanthium frigidum</i> Kunth				X		
<i>Yucca filifera</i> Chabaud (= <i>Y. australis</i> [Engelm] Trel. y <i>Y. baccata australis</i> Engelm)			X			
<i>Yucca parviflora</i>			X		X	
<i>Yucca periculosa</i>			X		X	

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Loasaceae: <i>Mentzelia hispida</i> Willd.			X			
Loganiaceae: <i>Buddleia</i> sp. L.			X		X	X
<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.				X	X	X
<i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.			X	X		X
Loranthaceae: <i>Arceuthobium pendens</i>						X
Oleaceae: <i>Forestiera arbustifolia</i> Torr.			X			
Onagraceae: <i>Fuchsia microphylla</i> H.B.K.				X		X
<i>Oenothera deserticola</i> (Loes.) Munz.				X		
Orchidaceae: <i>Corallorrhiza maculata</i> Rafines (= <i>C. mexicana</i> Lindl.)				X		
<i>Spilanthes oppositifolia</i> (Lam.) D'Arcy				X		X
Oxalidaceae: <i>Oxalis alpina</i> (Rose) Kunth				X		
<i>Oxalis corniculata</i> L.			X	X	X	X
Papaveraceae: <i>Argemone arida</i> Rose			X		X	

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
Pinaceae:						
<i>Abies hickelii</i> Flous & Gausen				X		
<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Schl. & Cham.				X		X
<i>Pinus</i> sp.				X		X
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw				X		X
<i>Pinus cembroides</i> var. <i>orizabensis</i> D. K. Bailey					X	
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.						
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.				X		X
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.				X		X
<i>Pinus patula</i> Schl. & Cham.				X		X
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.				X	X	
<i>Pinus rudis</i> Endl.				X		X
<i>Pinus teocote</i> Schl. & Cham.				X	X	X
Polemoniaceae:						
<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) CD.			X		X	
<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand			X		X	
Polygonaceae:						
<i>Rumex</i> sp. L.				X		
Polypodiaceae:						
<i>Asplenium monanthes</i> L.				X		
<i>Cheilantes bonaerensis</i> Willd. & Proctor			X		X	
<i>Cheilantes microphylla</i> Desv.					X	
<i>Cystopteris fragilis</i> var. <i>fragilis</i> Benth.				X		
<i>Joeseelia coervles</i> CD.					X	
<i>Notholaena aurea</i> (Poir.) Desv.			X	X	X	X

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Pella ternifolia</i> (Cav.) Link			X		X	
<i>Plecosorus speciosissima</i> (A. Br.) Moore				X		
Pyrolaceae:						
<i>Pyrola secunda</i> L.				X		
Rhamnaceae:						
<i>Adolphia infesta</i> (H.B.K.) Meisn.			X			
Resendaceae:						
<i>Reseda luteola</i> L.			X			
Rosaceae:						
<i>Acaena elongata</i> L.				X		X
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose		X		X		
<i>Amelanchier denticulata</i> (H.B.K.) Koch			X			
<i>Fragaria</i> sp. L.				X		
<i>Lindleyella mespiloides</i> (H.B.K.) Anderson			X			
<i>Potentilla ranunculoides</i> H. & B.		X		X		
<i>Prunus</i> sp. L.				X		X
Rubiaceae:						
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schl.			X	X	X	X
<i>Crusea diversifolia</i> H.B.K.			X			
<i>Didymaea alsinoides</i> (Schl. & Cham.) Standl.				X		X
<i>Galium aschenbornii</i> Schauer			X	X		X
<i>Galium hypadernum</i> Schauer			X			

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Galium uncinulatum</i> DC.				X		
Salicaceae:						
<i>Salix cana</i> Mart. & Gal.				X		X
<i>Salix paradoxa</i> H.B.K.				X		X
Saxifragaceae:						
<i>Ribes ciliatum</i> H. & B. (= <i>R. pringlei</i> Rose)		X		X		X
<i>Ribes microphylla</i> H.B.K.				X		
Scrophulariaceae:						
<i>Castilleja canescens</i> Benth.			X	X	X	X
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.			X	X	X	X
<i>Castilleja toluensis</i> H.B.K.		X		X		
<i>Lamouroxia lasiantha</i> (Schl. & Cham.) Ernest.			X			
<i>Lamouroxia multifida</i> H.B.K.				X		X
<i>Leucophyllum minus</i> Gray			X			
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.				X		X
<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poiret				X		X
<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L. F.) Kuntze				X		
Selaginellaceae:						
<i>Selaginella</i> sp.			X		X	
Solanaceae:						
<i>Nicotiana glauca</i> Graham			X		X	
<i>Physalis</i> sp. L.			X			

E S P E C I E

A S O C I A C I O N

	Zh	Za	MDr	Bch	Bcs	Be
<i>Physalis orizabae</i> Dun.				X		
<i>Solanum cardiophyllum</i> Lindl.				X		
<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.			X			
<i>Solanum rostratum</i> Dun.	X		X			
Umbelliferae:						
<i>Arracacia atropurpurea</i> (Lehm.) Benth. & Hook.				X		
<i>Eryngium monocephalum</i> Cav.				X		
<i>Rhodosciadium toluicense</i> (H.B.K.) Math.				X		
Verbenaceae:						
<i>Lantana involucrata</i> L.			X			
<i>Lantana velutina</i> Mart. & Gal.			X			
<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt.			X			
<i>Verbena ciliata</i> Benth.			X			
Violaceae:						
<i>Viola ciliata</i> Schl.				X		

6. DISCUSSION

6.1 Factores ambientales.

a) Clima.

La precipitación que, entre otras cosas, está determinada por la cantidad total de lluvia y su distribución a lo largo del año, como ya se mencionó en la caracterización climática, presenta valores anuales promedio que van de 1,243.5 mm en las partes más elevadas, hasta 372.1 mm a los 2,324 m en la porción de Alchichica. En los sitios más húmedos se incrementa durante los meses de julio y agosto, y en los más secos es mayor de junio a septiembre. Este hecho está reflejado en los climogramas del Nevado de Toluca y Alchichica (Figs. 1 y 3).

La modificación en la cantidad, distribución y periodicidad de la precipitación se debe a la sombra meteorológica que cambia la circulación de los vientos alisios (cálidos), punto también ya citado en el apartado de clima, ocasionando que en la porción oriental de la cadena montañosa se forme neblina o lluvia sobre todo entre los 1,000 y los 3,500 m de altitud (Gómez-Pompa 1982). Mientras que en Xalapa y Xico la cantidad oscila en un rango de 1,500 a 2,250 mm anuales, en Perote es de apenas 525 mm (Cházaro 1985 *in*: Narave 1985). De esta manera la aridez que se suscita en el lado occidental, en la Subcuenca, propicia el surgimiento de comunidades vegetales xerófitas como las que se aprecian en Totalco, El Salado, Guadalupe Victoria, Las Derrumbadas, El Carmen, San Salvador El Seco y Santa María las Cuevas.

Otros rubros que favorecen la aridez y que están en relación con la disminución de la humedad, es la evaporación potencial y la transpiración, que en la región registra valores altos, debido a que se sitúa alejada de la influencia marina, ocasionando que el agua contenida en las plantas, el suelo y los depósitos de agua se vaya perdiendo muy rápido (Maderey 1977).

El denominado “fenómeno climático local” por Ern (1972), es un factor de humedad el cual consiste en que los vientos alisios del verano originan bancos de nubes que se acumulan en la parte central de la zona de estudio como espesa y humectante niebla. Los volcanes, por lo contrario, casi nunca son alcanzados por la neblina de los vientos alisios, y rara vez por los “nortes” invernales. De acuerdo con Gómez-Pompa (*op cit.*), la niebla representa otra forma de precipitación que se ha tomado poco en cuenta en la evaluación ecológica de la vegetación.

En los “bosques de neblina”, referidos en la caracterización climática y presentes en las partes montañosas de Veracruz, donde las plantas reciben mayor humedad y menor iluminación, Narave (*op cit.*) hace referencia al favorecimiento del desarrollo de especies como *Pinus patula* prototipo de un “peinador de niebla”. Este nombre se aplica porque la neblina se cuele por sus coronas, se condensa en las hojas colgantes, fluye hacia abajo y al final gotea, proporcionando agua a sus propias raíces, aún cuando no llueva en su entorno.

Adicionalmente, de acuerdo con lo reportado por Alcocer (1994) y las observaciones en el campo, toda la porción Alchichica-Perote, incluyendo los depósitos acuáticos permanentes (lagos-cráter), presentan neblina a tempranas horas del día durante gran parte del año. Además, los cerros altos como Pinto, Pizarro y Derrumbadas, en la misma época tienen contacto con nubes bajas manteniendo así una condición de mayor humedad.

b) Hidrología.

Según Ortiz y Cuanalo de la Cerda (1989) en el área de estudio se aprecia un patrón de drenaje radial y de densidad media, lo que provoca el aumento del manto freático, pero a su vez favorece una elevada evapotranspiración causada por la relativa permeabilidad del suelo. En contraste, la presencia de la vegetación, representa una ventaja significativa ya que la disminuye y ayuda a aumentar el agua disponible para infiltración y retarda o impide la disminución del nivel del manto freático (Maderey 1967).

Por otra parte, los abundantes recursos acuáticos subterráneos y su altura sobre el nivel del mar (2,300 m) hacen que esta zona haya sido considerada como una fuente potencial de abastecimiento para la Ciudad de México que está a 2,200 m.s.n.m. (Lugo *et al.*, *op cit.*). Sin embargo, debido a la alta mineralización por el contacto del agua con las rocas, es sólo parcialmente apta como potable, industrial o de riego. En la región de La Malinche y la cadena de cerros del norte de la Subcuenca, se encuentra una mejor calidad pero a mayor profundidad (Knoblich 1973).

Observaciones de campo y entrevistas con lugareños, revelan una reducción sensible del nivel del manto freático, por lo cual el agua de las lagunas de Totolcingo y la parte sur de Tepeyehualco que Gasca (1981) reporta como permanente ya es temporal, secándose durante la época de estiaje. Asimismo, en los lagos-cráter se distingue una notable disminución del nivel y, por lo tanto, de su superficie (Fotografías 1 y 2). Lo anterior se atribuye a la apertura de nuevos pozos para el riego de cultivos y al incremento de los asentamientos humanos e industriales (Juárez 1992, Alcocer 1995).

Dada la pendiente (mayor de 40°) y la naturaleza arenosa del suelo donde el material es propio para el desgaste, en la época de lluvias se generan escurrimientos superficiales efímeros, los cuales generan cárcavas para luego depositar el material arrastrado en la planicie (Pérez 1987). Esto es evidente en las zonas de Las Derrumbadas y Aljojuca.

c) Suelos.

Aún cuando el tipo de suelo no es el factor más determinante de la presencia de la vegetación, si está en estrecha relación con la variación de cada comunidad. Con base en las cartas edafológicas (INEGI 1984) y Alcocer (*op cit.*), se puede afirmar que en la

región estudiada es relevante la presencia de tres tipos de suelo: regosol, andosol y litosol (mismos que se describieron en el apartado de edafología), con las siguientes particularidades.

Los regosoles éutricos abundan alrededor de los 2,400 m, es decir, en áreas bajas pero no inundables (Alcocer *op cit.*). Su erosionabilidad es variable y su textura le confiere una gran porosidad, facilitando la filtración de agua hacia el manto freático (Werner 1978) como por ejemplo en el Valle de Perote. Su utilidad es variable según su origen y el rendimiento agrícola está en función de su profundidad y pedregosidad; en algunos casos su empleo es pecuario o forestal (Aguilera *op cit.*, Alcocer *op cit.*).

Es importante señalar que los andosoles son propios de las áreas frías de Veracruz, parte que incluye desde la sierra del Cofre de Perote, Mina y Saltillo la Fragua, hasta el Pico de Orizaba (por debajo de los 4,000 m). Estos derivan de cenizas y arenas volcánicas (INEGI 1984), son muy ricos en nutrimentos y con alta capacidad de retención de agua, por lo que soportan una agricultura permanente de gran productividad, con dos cosechas o más por año (Gómez-Pompa *op cit.*, Aguilera *op cit.*).

A este respecto, Alcocer (*op cit.*) destaca que el andosol ótrico es pobre en materia orgánica, la textura es esponjosa o muy suelta, retiene mucho el fósforo, que al no poder ser absorbido por las plantas de cultivo, ocasiona bajos rendimientos, ocupándose como pastizal inducido para alimento de ganado ovino. De ésto, el autor deduce que el mejor uso que se le puede dar es el forestal mediante una explotación sustentable del bosque que por lo general crece ahí.

Los litosoles se sitúan muy dispersos en la zona de estudio. Son suelos con una aptitud agrícola bastante limitada debido a que su grosor es de tan sólo 25 cm, su poca capacidad de agua aprovechable, textura arenosa y marcada erosionabilidad los convierte en suelos poco fértiles, empleados de manera básica para el pastoreo rústico de ganado (Werner *op cit.*). No obstante, se constató en campo que algunos son empleados para cultivo de temporal de maíz y frijol, como en los cerros el Brujo y Rincón Grande y en San Nicolás Buenos Aires en plantíos de riego de papa. En condiciones naturales, la vegetación que sustenta depende de la manera cómo se encuentre asociado con otras clases de suelo.

Según la clasificación de la FAO/UNESCO (1968 *in*: Aguilera *op cit.*), los fluvisoles tienen un origen aluvial de sedimentaciones marinas, lacustres o coluviales recientes, por lo que son comunes en las cuencas. A causa de la variación en el contenido de sustancias orgánicas, su textura y el clima en que se encuentran, su fertilidad es muy variable. Se les reconoce discontinuos en los alrededores de La Malinche y Oriental.

El tipo éutrico tiene una textura media y es el mejor representado; por ejemplo, en la ladera oriental de La Malinche, de los 2,900 m hacia abajo, forma un gran abanico

fluvial cuyo material es muy heterogéneo a causa de la erosión a la que está sujeto. Su valor agrícola se clasifica como bajo por su escasa capacidad de intercambio iónico y de agua (Werner *op cit.*). Sin embargo, en algunas porciones de la serranía de La Malinche, donde se presenta en combinación con otros tipos de suelo, se observó su empleo en la actividad agrícola.

d) Vegetación.

En consideración a lo tratado por Rzedowski (1981), Toledo (1988) y Gómez-Pompa (*op cit.*) entre otros, tocante a las relaciones fitogeográficas determinadas por el fenómeno de intersección de los reinos o dominios biogeográficos, cabe destacar que los elementos de afinidad meridional son, en proporción, los más significativos en la composición florística del Altiplano Mexicano y, muy probablemente, de la Subcuenca.

Sobre lo anterior, Ern (*op cit.*) destaca que el clima tropical marginal también es motivo de la diversidad vegetal, cuyas variantes en humedad y factores edáficos justifican el cambio de familias tropicales a no tropicales, así como el que los follajes necesitados de calor conformen bosques de coníferas menos sensibles al frío por la disminución de las temperaturas en la medida en que aumenta la altura sobre el nivel del mar.

Esto se ve expresado en la presencia de géneros como *Abies*, *Alnus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Liquidambar*, *Pinus* y *Quercus*, que acusan semejanzas florísticas significativas con las regiones de clima templado y frío de las latitudes medias y altas de los Estados Unidos y Canadá.

Otro aspecto que debe ser considerado como factor determinante de la flora de la región, es el carácter salino de la Subcuenca el que, aun cuando no es uniforme, se debe a una gran acumulación de carbonatos y sulfatos por la elevada evaporación, escaso aporte de agua dulce y su falta de comunicación al mar (cuenca endorréica) además de la alteración por escurrimiento (Ramos 1979).

Según Ramos (*op cit.*) la salinidad en la Subcuenca aumenta gradualmente hacia el centro y a menores altitudes. Desde el punto de vista ecológico, Ungar (1974 *in*: Ramos *op cit.*) describe que la estructura de la comunidad vegetal es más diversa y más densa en áreas menos salinas, por ejemplo en Santiago Texmelucan y la parte suroeste de Alchichica, con respecto a aquellas en donde es alta, pues tienen poca abundancia y baja diversidad, como en Rafael Lara Grajales y los llanos de San Juan y de Tepeyehualco (Fotografía 3).

En algunas áreas del Cofre de Perote, los habitantes desconocen que viven dentro de un Parque Nacional, su significado, objetivos, manejo o límites (Narave *op cit.*). Tal situación ha traído como consecuencia que diversas actividades como los asentamientos humanos, agricultura y ganadería repercutan en la destrucción y deterioro de estos sitios, por una tala cada vez mayor. A esto se suma que existe una

fuerte erosión ocasionada por los vientos y el desgaste producto de las pendientes pronunciadas, lo que conlleva a que en un lapso no mayor de 10 años se hayan eliminado los suelos, reduciendo su productividad, e incluso la posibilidad de ser reforestados. Esta situación fue corroborada durante el reconocimiento de campo y apreciada también en las laderas de La Malinche y el Pico de Orizaba (Fotografía 10).

Esta alteración trae como consecuencia la reducción, cambio o desaparición de la cobertura vegetal de estas comunidades, lo que resulta más fácil de apreciar y evaluar como forma de deterioro del medio, dado que el paisaje cambia de manera radical sobre áreas extensas. El resultado de estos cambios es la transformación de la dinámica hidrológica local, un aumento en la temperatura promedio, una disminución de la humedad relativa y la alteración o pérdida de los ecosistemas naturales (Vásquez y Orozco 1989).



Fotografía 10. Zona de bosque reemplazada por cultivos en Agua de Mina.

6.2 Asociaciones vegetales

6.2.1 Pastizales

a) Zacatonal halófito.

El clima que se presenta en Alchichica, Tepeyehualco, Oriental y Tlalchichuca es similar y resulta favorable para el establecimiento de esta vegetación, lo que se refleja en la dominancia anual o perenne de gramíneas o formas graminoides, tales como las familias Gramineae y Cyperaceae (Ramos *op cit.*). Rzedowski (*op cit.*) cita, además, a la familia Chenopodiaceae como sobresaliente en estos sitios. Considerando su uniformidad climática, se deduce que las variantes que se presentan en los diferentes puntos con este tipo de vegetación se deben, entonces, al factor edáfico.

En la clasificación de la FAO/UNESCO (*op cit.*), el suelo donde se desarrolla esta vegetación corresponde a la unidad denominada solonchak que González (1941 *in*: Ramos *op cit.*) califica como salitroso con un alto porcentaje de sales solubles, de carácter sódico y alcalino blanco por la presencia de cloruros y sulfatos de sodio, que oscila entre el 15 y más del 40% de sodio intercambiable (INEGI 1984), típicos de regiones áridas a semiáridas y con mínima erosión (Chapman 1960 *in*: Ramos *op cit.*).

Ramos (*op cit.*) atribuye al elevado pH y a la gran cantidad de carbonatos, el impedimento casi por completo de la vida de microorganismos del suelo que, aunado a la baja biomasa que se produce en estas zonas, repercute en la escasa cantidad de humus.

En los Llanos, donde domina el solonchak mólico, Werner (1978) indica que no se presentan rasgos takítricos e hidromorfos, dentro de los primeros 50 cm bajo la superficie del suelo, por lo que al no estar influenciados por el agua subterránea en el período de sequía, pueden ser aprovechados para la agricultura de riego o de temporal pues, a pesar de su alto contenido de sal, son lavados por su buen drenaje durante el período de lluvias, el cual es superior a los 700 mm. De igual modo los cultivos se muestran mejor desarrollados en una pequeña porción de solonchak combinado con feozem gléyico, al sureste de los Llanos de San Juan, dado que este último le confiere una mayor productividad agrícola.

A pesar de que el clima es similar, en Tlalchichuca existe una variación en cuanto a la precipitación, lo cual se manifiesta en la presencia de cultivos, aquí García (*op cit.*) reporta un promedio anual de 706 mm (Fig. 7). Sin embargo, en la laguna de Tepeyehualco, donde el promedio de precipitación es inferior con un valor estimado de 511.4 mm (Fig. 5), se explica la falta de sembradíos.

En las lagunas de Totolcingo y Tepeyehualco, se reconoce un solonchak takírico (INEGI *op cit.*) y, de acuerdo a Aguilera (*op cit.*), se considera como inaprovechable e

irrecuperable para la siembra por su predominio de sales. De la misma manera, Werner (*op cit.*) califica estas tierras como no aptas para la agricultura ya que en el período de lluvias, cuando el nivel de agua es alto y el manto freático sube hasta la superficie, la concentración de sal se mantiene elevada, impidiendo establecer cualquier cultivo.

Waisel (1972 *in*: Ramos *op cit.*) basa su clasificación de halófitas en la consideración de que son plantas que pueden o no crecer y complementar su ciclo de vida en terrenos altamente salinos; correspondiendo el que se presenta en esta asociación al tipo de "halófito terrestre", cuya raíz está en relación directa con este suelo salino. Y Rzedowski (*op cit.*) menciona que se reproduce en forma vegetativa por rizomas y estolones.

Las familias Gramineae y Chenopodiaceae, como se indicó en los resultados, de manera general, se desarrollan con fisonomía de plantas rastreras, en cambio, en la época de lluvias con temperaturas más elevadas alrededor de 15°C (Fig. 3) es favorable para la aparición de otras especies herbáceas de gramíneas y ciperáceas que modifican el paisaje. Esta diferenciación se da porque las plantas son capaces de tolerar un contenido más elevado de sales en el agua (Ramos *op cit.*, Rzedowski *op cit.*). Por consiguiente, las áreas donde se presentan están a menudo sometidas a gran perturbación por quema y pastoreo intenso, lo cual fue corroborado durante las visitas a campo.

Para el caso particular del contorno de los lagos salados de Alchichica y Atexcac, aun cuando su suelo es litosol y feozem respectivamente, la vegetación halófito puede considerarse como secundaria, con una fisonomía arbustiva, favorecida por la brisa salina de estos cuerpos de agua. Ramírez-García y Novelo (1984) mencionan que la especie *Cyperus laevigatus* se localiza en el litoral de dichos lagos, siendo con frecuencia ramoneada por el ganado, lo que causa un alto grado de disturbio (Fotografía 1).

Distichlis spicata es el elemento mejor representado en este tipo de vegetación. Se encontró como pionero y, por lo general, dominante. Prevalece durante todo el año aún en épocas desfavorables o de sequía. Cabe destacar que Madrey (1967) establece que esta especie es una planta freatófito dada su característica especial de servir como indicadora de la presencia de agua subterránea y de la calidad de la misma, pues es tolerante a las muy mineralizadas y típica de cuencas semiáridas (Fotografía 3).

Suaeda nigra (romerito) se presenta siempre como una especie acompañante, a veces como maleza, ante todo en terrenos salobres, aún cuando resiste fuertes variaciones de pH llegando a desarrollarse de modo óptimo en tierras neutras o algo ácidas. Se cultiva por ser comestible. Es la que más compete en cuanto a la abundancia con *Distichlis spicata*.

Rhynchospora, *Eragrostis* y *Bouteloua* requieren de mayor humedad, por lo que se

presentan sobre todo de mayo a septiembre, época en que permanece inundada la mayor parte de esta zona.

b) Zacatonal alpino.

Aun cuando en resultados se reporta únicamente la asociación de pastizales o zacatonales de tipo climax por ser vegetación primaria, hay distintas variantes que se pueden presentar desde 2,550 hasta 4,300 m. Su ubicación y relación ambiental les permite adoptar diferente fisonomía, estructura y función en las formaciones, pudiendo ser también secundaria o pionera (Rzedowski 1981, Fuentes 1972). No obstante, como lo describen Gómez-Pompa (1982) y Miranda y Hernández (1964), estos pastizales forman comunidades de apariencia muy similar, ya que las gramíneas son las especies dominantes.

Los géneros *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Festuca*, descritos en los resultados, pueden cubrir incluso suelos inclinados, rocosos, muy someros, o bien planos profundos más o menos anegables (Miranda y Hernández *op cit.*).

También pueden coexistir con diversos tipos de asociaciones, lo que es apoyado por Miranda y Hernández (*op cit.*), quienes plantean que los pastizales más extensos se sitúan, por lo general, en climas semisecos a secos, típicos de zonas áridas como los observados en el Ocotil, la Sierra y el cerro Zoltepec, Saltillo y la Fragua en el poblado de Mina, así como en pequeñas porciones de Frijol Colorado. Además, se pueden mezclar con elementos de bosque formando una asociación con *Quercus* y *Juniperus*, con especies de matorral espinoso como *Acacia*, *Prosopis* y *Opuntia*, así como, en condiciones salinas y de extrema aridez, con *Sporobolus*.

El fuego, desde el punto de vista ecológico, es un factor importante en la existencia, dinámica y aprovechamiento de esta vegetación. Con frecuencia en bosque de *Pinus* se trata de asociaciones secundarias surgidas después de su destrucción por quema y tala (Miranda y Hernández 1963). El interés en zonas de escaso relieve es debido a que contribuyen de forma importante a proteger el suelo tanto de la erosión, como de la evaporación del agua de lluvia que recibe (Maderey 1967).

Respecto a esta asociación en ambientes secos, es típico que alcance su mayor desarrollo en suelos más o menos profundos con acumulación de agua en ciertas épocas, por deficiencia de drenaje de los suelos con escaso declive y capas poco permeables cercanas a la superficie, lo que coincide con lo observado en el Ocotil y la Sierra de Zoltepec.

Con frecuencia son un tipo de vegetación secundaria por su papel en la sucesión, originada por la destrucción de pinares, alteraciones como la tala y la dependencia de las actividades humanas, como se observó en diferentes puntos del Cofre de Perote y pequeñas porciones de La Malinche, Mina y Saltillo La Fragua, donde las especies comunes son *Muhlenbergia macroura*, *Festuca* y *Stipa*.

Soto *et al.* (1977) refiere como "Pastizal" a las áreas con pastizales secundarios, en donde, si bien predominan gramíneas, existen otras plantas herbáceas pequeñas, generalmente de la familia Compositae, reconociéndose en los cerros Pizarro, Yolotepec, en el centro del malpaís y en otras zonas dispersas.

Son también observados en zonas destruidas por efecto de incendios y pastoreo como en Frijol Colorado y el Cerro Zoltepec; además, en altitudes de 3,000 a 4,000 m en bosques de *Pinus hartwegii*; por debajo de los 3,000 m pueden ser derivados de los bosque de *Quercus* y *Pinus*, siendo éstos muy variados y, por lo general, no presentan una fisonomía de agrupaciones muy amplias, destacándose los géneros *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Trisetum*.

Las áreas donde dominan las gramíneas revisten gran importancia desde el punto de vista económico pues constituyen el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario, en particular del ganado bovino y equino (Rzedowski 1981). Sin embargo, en muchos de los sitios el sobrepastoreo por la falta de organización y técnica adecuada, no permiten obtener el máximo rendimiento. A esto se aunán las largas épocas de sequía en los pastizales de clima semiárido y árido, en las cuales coinciden la falta de agua y de alimento para los animales. *Muhlenbergia macroura* tiene cierto valor económico a causa de la explotación de su raíz.

Referente a la formación de un pastizal inducido, se corroboró lo que Miranda y Hernández (*op cit.*) afirman, respecto a que se establece en condiciones de perturbación humana y fuerte pastoreo en áreas ocupadas con anterioridad por asociaciones menos xerófitas, destacando *Lycurus phleoides* e *Hilaria cenchroides*, en Tlaxcala y Puebla.

6.2.2 Matorral xerófito o desértico rosetófilo.

Este tipo de vegetación actúa como asociación o sinecia en condiciones ambientales muy similares donde se presenta, tales como clima y características edáficas, ya que las especies muestran una constitución orgánica en armonía con el medio ambiente que se desarrollan (Fuentes 1972, Miranda 1964). Algunos de los rasgos adaptativos que presentan son la reducción de talla, posesión de tejidos almacenadores de agua (suculentas), raíces profundas, microfilia o espinas, pubescencia y carácter caducifolio en época desfavorable (Fuentes *op cit.*, Rzedowski 1981). Los elementos que la constituyen son bastante característicos y restringidos a este medio. A este tipo de vegetación se le ubica, por lo general, subsecuente en el nivel inferior de bosques (Fotografía 4).

La diversidad florística de esta comunidad responde a dos épocas estacionales marcadas, como se distingue en los climogramas de Alchichica y Tecoaac (Figs. 3 y 9), una temporada seca con una fisonomía en la que resaltan las plantas de baja estatura como *Muhlenbergia robusta*, *Notholaena aurea* y *Paronychia mexicana* y algunas

especies de géneros como *Gnaphalium* y *Stevia*. Por el contrario, una de lluvias cuando se genera la mayor diversidad y prevalecen gramíneas de las especies *Muhlenbergia capillaris* y *Festuca myuros*, así como los géneros *Aristida*, *Bouteloua* y *Lycurus*.

El Cerro El Brujo y partes de la región de Totalco y Frijol Colorado, entre los 2,500 y 2,600 m, cabe hacer la observación que son comunidades tolerantes al fuego ya que presentan cortezas más gruesas, lo que impide que se afecte el sistema vascular durante la quema, las evidencias de dicha adaptación se observa en la renovación y crecimiento de los ejemplares, a pesar de las severas lesiones que sufren en los tallos. Inclusive existe una gran concentración de plantas de microsucesión como líquenes rocosos y plantas poiquilohídricas (Fotografías 4, 5 y 11). Estas regiones están bien conservadas y, en consecuencia, se observaron mamíferos pequeños como liebres y conejos, y crotálidos como coralillo y cascabel.



Fotografía 11. *Nolina parviflora* en el cerro El Brujo.



BIB
INSTITUTO

Por sus características edáficas estas zonas requieren de grandes cantidades de agua para poder ser empleada en el cultivo, siendo lo más recomendable el riego por aspersión. De tal modo, se observaron algunos cultivos de temporal, la mayoría de maíz y frijol y de riego con papa. Otras actividades son el pastoreo rústico de ganado bobino y caprino.

En visitas al área estudiada se observó que el uso del suelo a 2,300 m es de agostaderos y pastoreo extensivo, además de siembra y recolección de *Opuntia* y *Agave* para diversos usos, en el Cerro El Brujo.

La especie *Yucca filifera* es la más difundida en el lado este de la Altiplanicie, así como al pie de la Sierra Madre Oriental. Su desarrollo es restringido en suelos francamente salinos y propicio en suelo yesífero. La *Yucca periculosa*, en cambio, es común en las partes áridas y semiáridas de Puebla, con frecuencia acompañada de *Nolina* (Rzedowski *op cit.*).

6.2.3 Bosque de coníferas.

De acuerdo a lo citado por diversos autores tales como Miranda y Hernández (1963), Narave (1985) y Rzedowski (1988), los representantes del género *Pinus*, constituyen las especies dominantes en la mayoría de los bosques del país. Especialmente en cerros de las mesas y en serranías. Su amplia distribución se atribuye a la diversidad de climas y suelos que toleran. Asimismo, su presencia se debe a una gran interrelación entre las diferentes especies. Son una fuente económica importante de donde se extraen diversos productos como la madera y la resina.

La mayoría de los montes altos de la región estudiada están compuestos por diferentes especies de este género, lo que da la apariencia de encontrarse cubiertos totalmente por ellos, especialmente a ambos costados de la carretera federal Distrito Federal-Puebla-Xalapa-Veracruz. En la vegetación actual no se aprecian árboles de follaje de gran tamaño por encima de los 2,700 m, que pudieran haber constituido alguna vez el bosque clímax del lugar, aún cuando Granados (1982), sugiere que el piso altitudinal entre los 2,700 y 4,000 m estuvo siempre cubierto por estos bosques.

Los árboles predominantes pertenecen a los géneros *Pinus*, *Abies* y *Cupressus* los que forman diversas asociaciones a diferentes alturas y exposiciones de acuerdo a su carácter ecológico. La influencia del hombre en estos sitios ha sido notoria, lo que pone en duda la originalidad de las asociaciones boscosas que hoy en día se encuentran.

En los bosques de coníferas, el conjunto de pinares establece una unidad fisonómica característica y bien definida. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, los ejemplares que los constituyen, por poseer afinidad con los climas templados a fríos y desde semiáridos a húmedos, así como, a los suelos ácidos, presentan notables

diferencias (Rzedowski 1981). Por lo anterior, pueden encontrarse varias especies cohabitando en una misma área, o bien presentarse manchones monoespecíficos (Narave 1985), como los casos de *Abies religiosa*, *Juniperus deppeana*, *Pinus cembroides* var. *orizabensis* y *Pinus hartwegii*.

De acuerdo con Narave (*op cit.*) estos bosques tienen singular preferencia por suelos de origen ígneo, con buen drenaje y ricos en materia orgánica, por ello son empleados para cultivos de temporal. El tipo regosol que alberga a los bosques de la Subcuenca coincide con lo descrito en el apartado edafológico, respecto a que se caracterizan por ser claros y parecerse a la roca que les dió origen.

Sobre el impacto ambiental, en estas áreas se da una situación general de tala inmoderada y, aún cuando en la actualidad los permisos para explotar la madera están oficialmente suspendidos, el saqueo se sigue realizando, ya sea por los madereros o los burreros para fines comerciales, industriales o combustible doméstico. En la mayoría de los casos esta actividad constituye una fuente auxiliar de ingresos para la precaria situación económica de los habitantes. Sin embargo, casi siempre venden la mercancía a intermediarios a un precio por debajo de su valor real. Por otra parte, también contribuyen al deterioro de los bosques, el pastoreo de ganado ovi-caprino y el disturbio de excursionistas que dejan basura y desperdicios a su paso.

a) *Pinus hartwegii*. Lindl.

Se desarrolla en zonas altas, húmedas y frías, pero puede soportar el clima relativamente seco, rico en radiación y heladas (Lauer y Klaus 1975 *in*: Granados, *op cit.*).

Constituye el límite altitudinal superior de la vegetación arbórea, colindando con el zacatonal alpino. Puede formar comunidades puras como en el Cofre de Perote y el Pico de Orizaba, o bien asociarse, como sucede en La Malinche a los 3,220 m donde registra un valor de importancia de 241.74 con respecto a *Alnus* el cual tiene 56.28, lo que refleja su dominancia.

En reconocimiento del área se observó variación en la fisonomía de esta vegetación en la ladera oeste del Cofre de Perote con respecto al lado este, donde los árboles son de menor tamaño lo cual según Narave (*op cit.*) se debe a que se encuentra expuesta a vientos más fuertes, pues no existe el resguardo de la sombra orográfica, apreciándose incluso que el aire es mucho más frío.

Esta especie y *Pinus montezumae* poseen una baja resistencia al frío, pero son bastante tolerantes al fuego, por el hecho de que cubren su tronco con una corteza muy gruesa y los árboles jóvenes se desprenden pronto de sus ramas cercanas al sustrato, con lo cual alejan rápidamente sus hojas de la peligrosa región de los fuegos superficiales. Por otra parte, los incendios favorecen el crecimiento de gramíneas como

Festuca tolucensis y *Epicampes macroura*, las que dificultan la regeneración de *Pinus hartwegii*. Sin embargo, los lugareños queman los bosques cada invierno, para que los nuevos brotes de pasto sirvan de alimento al ganado, lo que crea un círculo vicioso que lleva a un envejecimiento cada vez mayor de éstos (Granados *op cit.*).

Este hecho aunado a su amplio uso maderable e industrial, por su producción de resina, son la razón de que desde hace tiempo los bosques de esta especie fueron declarados como Parques Nacionales. En contraposición, se observó la destrucción de esta comunidad por la tala intensa con diversos fines, como la obtención de leña para combustible doméstico y fabricación de muebles, entre otros.

En visita al Cofre de Perote, se apreciaron desde la base hasta la peña claras huellas de "ocoteo", es decir, la obtención de astillas sobre todo en la base de los troncos de los árboles viejos, lo que produce un desperdicio de la madera y peor aún, la rápida muerte del organismo.

En adición, se presenta la situación discutida por Narave (*op cit.*) y Granados (*op cit.*) sobre el efecto de las actividades humanas, como la expansión por los asentamientos y, por consiguiente, el desmonte para cultivos de temporal de maíz, frijol y papa (*Solanum tuberosum*), actividad que en la actualidad supera los 3,700 m de altura. Este último cultivo es el más extendido en la montaña, del cual la mayoría de los habitantes de la región obtienen su ingreso principal. Esta práctica agrícola favorece la erosión y empobrecimiento del suelo, ya que al sembrar y cosechar es necesario removerlo, quedando expuesto a ser deslavado por la lluvia o por la acción eólica (Fotografía 10).

b) *Abies religiosa*. (H. B. K.) Cham & Schl.

Abies religiosa por sus necesidades ecológicas similares a las de *Pinus ayacahuite*, juega un papel importante en la sucesión ya que si las comunidades quedaran en estado natural sin ser alteradas durante largo tiempo, sería desplazada por la primera. Por el contrario *P. ayacahuite* se desarrollaría en los lugares donde los bosques primitivos fueran levemente perturbados y en lugares donde el oyamel apenas pudiera existir.

En esta especie se refleja una fisonomía típica destacando su majestuosidad y belleza, sin embargo, ecológicamente, de acuerdo a Rzedowsky (*op cit.*), no cubre grandes superficies. Este hecho se debe a las condiciones ambientales particulares, sobre todo climáticas, en que se desarrolla y de cuya existencia son indicadores, ya que se restringen a sitios con microclima especial protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa, incluso su fenotipo es distintivo con respecto a los abetos de Canadá, Europa y Asia.

Respecto a su distribución en los estados de Puebla y Tlaxcala, se localiza por un lado,

en el borde de la altiplanicie donde es favorecido por las neblinas húmedas que permanecen mucho tiempo cuando ocurren irrupciones de aire frío provenientes del norte. Durante el verano se acumulan también ahí las nubes de los vientos alisios, lo que justifica su presencia en la Sierra de Tlaxco (Granados *op cit.*).

Por otra parte, se desarrollan en la región del volcán La Malinche, pero con un carácter mesófilo. Los oyameles que ahí crecen no son alcanzados ni por las nieblas de los alisios ni por las masas nubosas de los "nortes", sino que tienen más bien un régimen de nubosidad propio que le otorga una clara ventaja de radiación a sus laderas orientales (porción de estudio y lado más húmedo de la montaña), frente a las occidentales (Fotografía 6).

Al igual que en el bosque de *Pinus hartwegii*, resulta evidente el alto grado de alteración, ya que por su tipo de suelo y clima resulta adecuado para diversos cultivos y asentamientos humanos. Por último, se puede decir que *Abies religiosa* no se regenera en forma natural en la ladera oriental ya que para ello sería necesario un clima más adecuado, sin embargo se observó en campo que es una zona que presenta reforestación artificial.

c) *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Según diversos autores, entre ellos Rzedowski (*op cit.*) y Granados (*op cit.*), después de la destrucción de los bosques primitivos *Pinus pseudostrobus* se mantiene durante largo tiempo en las orillas de las cañadas y a los bordes de los caminos, además como otras especies de coníferas mexicanas forma subespecies y variedades como consecuencia de un proceso adaptativo. Lo anterior justifica el hecho de que se le encuentre como componente en diversas asociaciones con otras especies de pino.

Cházaro (1992) refiere que una variante del bosque seco de *Pinus pseudostrobus* es la sustitución por el matorral de encino arbustivo *Quercus grisea*, como el que se localiza en la parte alta del Cerro Pizarro y se expande a instancia de la tala.

d) *Pinus cembroides* var. *orizabensis* D. K. Bailey (pino piñonero).

Según Geréz-Fernández (1983 *in*: Rodríguez, 1984) hace unos cuatrocientos años, las serranías circundantes de la Subcuenca estaban cubiertas por pinares. La mayoría de los cerros calizos y el malpaís sustentaban bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides*) e izotales (*Nolina parviflora* y *Yucca periculosa*). Sin embargo, han sido explotado desde tiempos prehispánicos y, a partir del siglo XIX, el daño a la vegetación se hace patente y creciente hasta nuestros días.

Tal es el caso de Santa María Las Cuevas, en donde la mayoría de sus habitantes se dedican a la agricultura de temporal de granos básicos, entre los que predominan maíz, frijol, haba, cebada y trigo, además de la cría de ganado caprino, ovino y vacuno.

La actividad secundaria es la recolección del piñón. Fuentes (1992) menciona al respecto que la edad reproductiva de los piñoneros se inicia de los 10 a los 20 años, con años semilleros en períodos de tres dependiendo de las condiciones climáticas y la precipitación. La producción aproximada es de 32 kg/ha, atribuyendo la disminución a las adaptaciones selectivas de los árboles para controlar las poblaciones de sus depredadores.

Los pinos piñoneros representan la forma más extrema de adaptación del género *Pinus* a los medios ambientes fríos y áridos. Este hecho se pone de manifiesto en lo obtenido en los resultados ya que las especies que cohabitan en estos bosquetes son características de ambientes áridos, lo cual es reforzado con lo mencionado por Rodríguez (*op cit.*) respecto a que si *Pinus cembroides* es capaz de desenvolverse bajo precipitaciones del orden de 350 mm anuales y dado que se le menciona como abundante en el pasado, presenta la tendencia a desplazar al izotal o convivir con el.

Hay que destacar que los puntos donde se reporta esta variedad se incluyen en la ubicación que hace Silva (1994) en una área limitada al oeste del Pico de Orizaba específicamente en la porción limítrofe de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, que se conoce como la única zona árida-fría del país. La importancia de la variedad *orizabensis* es por presentar un endemismo en la Subcuenca de Oriental.

Esta ubicación también es justificada por Granados (*op cit.*) quien en sus investigaciones indica que la distribución se restringe a las estribaciones de la Sierra de Tlaxco y entre Acatzingo y San Salvador El Seco, donde aparecen lomas calcáreas entre los 2,500 y 2,700 m en las cuales *Pinus cembroides* ocurre en exposiciones sur. La Sierra de Tlaxco, a su vez determina áreas protegidas de los vientos alisios con sus lluvias, que representan ubicaciones de sotavento extremas. Sin embargo, hacia El Carmen a los 2,500 m se mezcla con *Juniperus deppeana* significando el límite inferior del bosque que aquí está condicionado al factor edáfico, por el carácter salino del centro de la Subcuenca.

La información recabada en revisión cartográfica y en trabajo de campo concuerda con lo mencionado por Silva (*op cit.*) respecto a que en Santa María las Cuevas los procesos formadores a los que ha sido expuesto el material parental a través del tiempo, lo hacen particular con respecto al resto de la Subcuenca; este hecho se conjunta con un clima templado y una topografía joven para dar origen a suelos profundos con un perfil A bien desarrollado, andosol de textura migajón arenosa originados de cenizas volcánicas y la topografía del lugar es de pendientes suaves o poco profundas, adecuados para esta vegetación.

También la humedad, que es restringida ya que sólo se aporta en forma de neblina, y la circulación de los vientos en conjunto juegan un papel determinante en las modificaciones de los bosques piñoneros lo que se proyecta en el tipo y número de especies arbustivas y herbáceas que lo componen (Silva *op cit.*).

Durante el trabajo de campo el bosque de Los Humeros fue reconocido como una comunidad climax, pues cumple los caracteres establecidos por Odum (1971, *in*: Rodríguez *op cit.*) de alta diversidad, gran equitatividad y elevada biomasa. Este es el único lugar donde son cuatro especies las que integran de manera relevante la flora, la equitatividad se ve sustentada en los siguientes valores de importancia: *P. cembroides* 131.29, *Nolina parviflora* 63.32, *Cupressus benthamii* 57.6 y *Yucca periculosa* 47.78. Además, esta comunidad está bien conservada por lo que resultaría conveniente mantenerla como área natural protegida.

Con base en el tipo de sustrato del malpaís en Frijol Colorado, resulta difícil que *Pinus cembroides* se haya establecido, no obstante, hay que considerar que se trata de una especie que, como refiere Martínez (1948 *in*: Rodríguez, *op cit.*), se adapta con facilidad a lugares secos. De forma característica *Pinus cembroides* se ha ido habituando a suelos someros, rocosos, de litosol éutrico o rendzina líticas y de diversas texturas e incluso a un amplio intervalo de pH que va de 4.85 a 8.5 (Fuentes 1992).

La vegetación del piñonero de Guadalupe Victoria, conformaba una serranía cubierta por un pinar de esta especie, sin embargo por haber sufrido una fuerte utilización para agricultura de temporal, en el área sólo destaca un matorral con izotes y el pastizal natural, atribuyendo esta condición a las características pobres del suelo que originan que pocas especies se adapten (Fotografía 9).

En el piñonero del paraje "El Progreso", al igual que los demás bosques, se mantienen constantes las características climáticas y edáficas. No obstante, la barrera orográfica que conforman el Cofre de Perote y Pico de Orizaba para el paso de los vientos húmedos del Golfo, propician que la zona sea seca debido a la poca disponibilidad de agua por bajas precipitaciones, abundantes escurrimientos, pendientes pronunciadas y la rápida infiltración en el suelo. A esto se asocia la existencia de un menor número de individuos capaces de adaptarse a estas condiciones adversas del medio justificándose la menor diversidad y la marcada tendencia de *Pinus cembroides* a las formas arbustivas y *Nolina longifolia* a las arbóreas.

e) *Juniperus deppeana* Steud.

Esta vegetación desde cierta distancia se aprecia con una fisonomía densa, pero en realidad su frecuencia es baja. Miranda y Hernández (*op cit.*) lo refieren como un bosque formado por individuos espaciados e, incluso Rzedowski (*op cit.*), menciona que se trata de comunidades bastante abiertas porque los árboles o arbustos dejan amplios espacios entre si (Fig. 21).

En Santiago Texmelucan, debido a la gran cantidad de sales disueltas, obtenidas por la filtración de corrientes subterráneas y el acarreo de rocas calcáreas *Juniperus deppeana* adopta un carácter de vegetación tolerante (Fotografía 12).

Rzedowski (*op cit.*) dice que esta vegetación está muy difundida en forma de bosquetes en el Eje Volcánico Transversal, bien representada en la franja ubicada entre Perote, y Apizaco, y los resultados revelan significativa dominancia en diversos puntos del área de estudio con carácter de llanura.

Juniperus deppeana por lo general se encuentra como faja transicional entre los bosques de *Quercus* y *Pinus*, así como de pastizal y matorral xerófito. También está muy difundido como vegetación acompañante en diversos tipos de asociación, donde puede variar desde 0.5 hasta 12 m de alto en matorral y bosque respectivamente. El éxito de su distribución Granados (*op cit.*) lo atribuye a que tiene bajos requerimientos de suelo, soporta grandes sequías y acentuadas diferencias térmicas. Por ello representa la especie de árbol que más se adentra en la Subcuenca de Oriental.

En particular, estas comunidades se aprecian con alto grado de alteración por la actividad del ganado, la agricultura y tala, e incluso en algunas áreas de la porción de Oriental, saliendo por Huamantla, han sido reemplazadas por nopaleras lo que aumenta su presencia esporádica (Fotografía 13).

De acuerdo a lo citado por Rzedowski (*op cit.*) y confirmado en campo la madera de *Juniperus* es de buena calidad, pero sólo se emplea en escala local debido al tamaño reducido de su tronco y a la escasa extensión de las comunidades que forma.



Fotografía 12. *Juniperus deppeana* en Santiago Texmelucan.



Fotografía 13. Bosque de *Juniperus deppeana* en Santiago Texmelucan, afectado por fuego.

f) *Pinus-Quercus*.

El bosque de *Pinus-Quercus*, con frecuencia, tienen un arreglo que presenta una franja de encinar a niveles altitudinales inferiores a la del pinar.

Miranda y Hernández (1963) reconocen que este conjunto constituye las asociaciones vegetales más extensas, por lo tanto, son el tipo más común de bosque, lo que concuerda con lo obtenido en los resultados.

En esta asociación se repite la situación de gran deterioro causada por tala para obtención de leña y carbón y los cultivos de café, caña, maíz y frijol entre otros, o bien pastizales inducidos.

7. CONCLUSIONES

- La subcuenca de Oriental se ubica entre las coordenadas 18° 56' 51" - 19° 43' 25" de latitud norte y 97° 07' 10" - 98° 03' 04" de longitud oeste, tiene un extensión de 4,981.747 km², su forma es de pentágono irregular y la altura hacia el centro (laguna de Totolcingo) es de 2,334 m.s.n.m.
- Es de carácter endorréico ya que no cuenta con salidas en forma de corrientes superficiales. Sin embargo, existen dos fugas subterráneas, una hacia Perote y otra hacia Zoltepec.
- La presencia y distribución de la flora se debe sobre todo a la influencia de la humedad y la temperatura.
- Se determinó que las diferentes asociaciones vegetales reconocidas, constituyen una unidad ecológica, por su estructura y composición, respondiendo de manera particular a los factores medioambientales y biológicos.
- En la caracterización fisonómica de la vegetación de la Subcuenca de Oriental se reconocieron las siguientes asociaciones:
 1. Pastizales: a) zacatonal halófito, b) zacatonal alpino.
 2. Matorral xerófito o desértico rosetófilo: a) *Nolina parviflora*, b) *Nolina parviflora* - *Yucca periculosa*.
 3. Bosques de coníferas: a) *Pinus hartwegii*, b) *Abies religiosa*, c) *Pinus pseudostrobus*, d) *Pinus montezumae*, e) *Pinus patula*, f) *Pinus teocote*, g) *Pinus cembroides* var. *orizabensis*, h) *Juniperus deppeana* e i) *Pinus-Quercus*.
 4. Bosques de encinos: a) *Quercus laurina*, b) *Quercus crassifolia*, c) *Quercus crassipes* y d) *Quercus rugosa*.
- La lista florística comprende 293 especies, distribuidas en 158 géneros y 56 familias.
- Las familias mejor representadas por su frecuencia son: Amaryllidaceae, Cactaceae, Compositae, Cupressaceae, Fagaceae, Gramineae, Leguminosae, Liliaceae y Pinaceae.
- Respecto a las relaciones causales que determinan la composición y estructura de las asociaciones identificadas se concluye lo siguiente:
 - A la comunidad halófito la determina, en particular, el factor edáfico donde las formas de vida están adaptadas a sustratos muy alcalinos dada la acumulación de sales acarreadas por los escurrimientos provenientes de las vertientes.

- El zacatonal alpino está confinado a las condiciones extremas de baja temperatura por arriba de los 4,050 m en la región estudiada.
- La presencia y distribución restringida del matorral xerófito en la Subcuenca de Oriental es un hecho particular que responde al clima frío y seco que se genera en la zona.
- Los géneros *Pinus* con diez especies y *Abies* con dos especies, presentan riqueza específica reducida y de extensión limitada, con respecto al total del área.
- Sobre el impacto ambiental en las porciones boscosas se detectó la situación general de tala inmoderada, ocoteo y remplazo por cultivo y pastoreo.
- Se detectaron adaptaciones morfológicas en algunas especies, tal es el caso de *Nolina parviflora* quien a pesar de las severas lesiones que sufren sus tallos presenta cortezas más gruesas que impiden que se afecte el sistema vascular.
- En la fisonomía de la asociación *Pinus cembroides* var. *orizabensis* - *Nolina longifolia*, se distingue marcada tendencia a las formas arbustivas y arborea respectivamente, hecho que se atribuye a las pendientes entre 35 y 40°, sobre las que se desarrollan, la poca disponibilidad de agua y características intrínsecas de la especie.
- Los bosques de *Pinus cembroides* var. *orizabensis* están restringidos a los cerros calizos, el malpaís y a puntos de transición de la vegetación xerófito y bosques húmedos.
- Del grupo de coníferas *Juniperus deppeana* es la especie más difundida, localizándose como bosquetes aislados, acompañante de diversos tipos de asociación o bien en la transición de bosques de otras especies.
- La asociación de los géneros *Pinus-Quercus* es la mejor representada, y su estructura es muy variada, obedeciendo a condiciones medioambientales particulares de donde habita.
- *Quercus laurina* es la especie más extendida de entre los encinos de la Subcuenca, ya que su intervalo de adaptabilidad es amplio, presentándose en zonas templadas subhúmedas o algo frías, hasta cálidas y semiáridas en forma de matorral.
- Factores de alteración como deforestación, sobrepastoreo, especies inducidas y el fuego han favorecido que la estructura y composición original de la vegetación sea reemplazada por vegetación secundaria. A pesar de esto existen porciones bien conservadas o poco alteradas que se sugiere sean manejadas como reserva ecológica, tal es el caso de la región de Los Humeros.

8. ANEXO

NOMBRE COMUN DE ALGUNAS PLANTAS

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<i>Abies religiosa</i>	oyamel o abeto
<i>Agave atrovirens</i>	maguey pulquero
<i>Agave lecheguilla</i>	agave lechuguilla
<i>Agave obscura</i>	maguey
<i>Agave</i> sp.	maguey
<i>Agrostis</i> sp.	zacate
<i>Alnus</i> sp.	aile
<i>Arbutus</i> sp.	madroño
<i>Aristida</i> sp.	zacate 3 barbas
<i>Acacia farnesiana</i>	huizache
<i>Acacia schaffneri</i>	huizache chino
<i>Baccharis</i> sp.	escobilla o jarilla
<i>Berberis trifolia</i>	palo amarillo
<i>Bouteloua curtipendula</i>	zacate banderilla
<i>Bouteloua hirsuta</i>	navajita belluda
<i>Bouteloua</i> sp.	pasto chino o navajita
<i>Bouvardia ternifolia</i>	campanita
<i>Buddleia</i> sp.	azafrán o escobilla
<i>Calamagrostis</i> sp.	Zacatón
<i>Cheilantes microphylla</i>	helecho chino
<i>Cupressus lindleyi</i>	cedro blanco o ciprés
<i>Cupressus</i> sp.	ciprés
<i>Dalea</i> sp.	engorda cabras
<i>Dasyllirion</i> sp.	sotol o cucharillo
<i>Distichlis spicata</i>	zacate salado
<i>Echinocactus</i> sp.	biznaga
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	tatalencho
<i>Hechtia podantha</i>	guapilla
<i>Hechtia roseana</i>	guapillo
<i>Ipomoea stans</i>	campamocha o campanita
<i>Juniperus deppeana</i>	enebro, tascate o sabino

<i>Leucophyllum minus</i>	cenizo
<i>Lindleyella mespiloides</i>	barreta
<i>Lippia</i> sp.	orégano
<i>Lycurus phleioides</i>	cola de zorra
<i>Mimosa biuncifera</i>	uña de gato o gatuño
<i>Mimosa</i> sp.	uña de gato o zarza
<i>Muhlenbergia</i> sp.	zacatón
<i>Nolina parviflora</i>	soyate
<i>Nolina</i> sp.	palmilla
<i>Opuntia rastrera</i>	nopal rastrero
<i>Opuntia</i> sp.	nopal
<i>Opuntia streptacantha</i>	nopal cardón
<i>Pinus ayacahuite</i>	pinabete
<i>Pinus cembroides</i>	piñonero
<i>Pinus hartwegii</i>	pino
<i>Pinus montezumae</i>	ocote blanco
<i>Pinus patula</i>	pino colorado
<i>Pinus pseudostrobus</i>	pino lacio
<i>Pinus</i> sp.	ocote o pino
<i>Pinus teocote</i>	pino chino
<i>Pseudotsuga macrolepis</i>	romerillo
<i>Quercus castanea</i>	encino colorado
<i>Quercus crassifolia</i>	roble
<i>Quercus crassipes</i>	encino tesmitillo
<i>Quercus grisea</i>	encino blanco
<i>Quercus laurina</i>	encino laurelillo
<i>Quercus magnoliifolia</i>	encino nopis
<i>Quercus mexicana</i>	cozahuatl
<i>Quercus microphylla</i>	charrasquillo
<i>Quercus resinosa</i>	roble
<i>Quercus rugosa</i>	encino quebracho
<i>Quercus salicifolia</i>	encino saucillo
<i>Quercus</i> sp.	encino
<i>Salix</i> sp.	sauce
<i>Salvia</i>	salvia
<i>Senecio</i> sp.	jarilla
<i>Sporobolus</i> sp.	zacatón
<i>Stevia</i> sp.	jarilla

<i>Suaeda diffusa</i>	romerito
<i>Suaeda mexicana</i>	romerito
<i>Tillandsia recurvata</i>	heno de gallito o nido
<i>Tillandsia usneoides</i>	heno colgante
<i>Verbesina</i> sp.	capitaneja
<i>Viguiera</i> sp.	acahual o romerillo
<i>Yucca filifera</i>	palma china
<i>Yucca parviflora</i>	izote
<i>Yucca periculosa</i>	izote
<i>Zaluzania triloba</i>	altamisa o cenicilla
<i>Zexmenia lantanifolia</i>	hierba de pasmo

9. BIBLIOGRAFIA

- Acot, P. 1990. ¿Cómo nació la ecología?. Mundo Científico 10(98): 70-77.
- Aguilera, N. 1989. Tratado de edafología de México. Tomo I. Laboratorio de Investigación de Edafología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. Pp. 222.
- Alcocer, J. y E. Escobar, 1990. The drying up of the Mexican Plateau axalapazos. Salinet 4: 34-36.
- Alcocer, J. 1991. Regionalización y diagnóstico integrado de la Cuenca de Oriental, Puebla, para la conservación de sus recursos acuáticos. Proyecto CONACyT 0956-N9111. ENEP Iztacala, UNAM. Inédito.
- Alcocer, J. 1994. Regionalización y diagnóstico integrado de la Cuenca de Oriental, Puebla, para la conservación de sus recursos acuáticos. Proyecto CONACyT 0956-N9111. Informe Técnico Parcial. ENEP Iztacala, UNAM Inédito.
- Alcocer, J. 1996. Regionalización y diagnóstico integrado de la Cuenca de Oriental, Puebla, para la conservación de sus recursos acuáticos. Proyecto CONACyT 0956-N9111. Informe Final. ENEP Iztacala, UNAM. Inédito.
- Bassols, A. 1991. Recursos naturales de México. Teoría, conocimiento y uso. Ed. Nuestro Tiempo, 21 ª ed. México. Pp. 369.
- Boyás, C. 1991. Regionalización ecológica del estado de Morelos. In: M. Tapia (compilador). Primeras jornadas de investigación en el estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. México. pp 25-43.
- Cházaro, M. 1992. Exploraciones botánicas en Veracruz y estados circunvecinos I. Pisos altitudinales de vegetación en el centro de Veracruz y zona limítrofes con Puebla. La Ciencia y el Hombre No.10, enero-abril. Universidad Veracruzana. México.
- De Luna E. 1986. Notas del Herbario Xalapa. VII. *Leptopterigynandrum austroalpinum* C.M. nuevo para México y otras adiciones a la flora de musgos de Veracruz. Biótica 2(4): 233-236.
- DETENAL. 1978. Carta Topográfica. Puebla, -Puebla y Tlaxcala-, E14B43. Esc. 1:50,000. México.
- Erffa, A. v., Hilger, W., Knoblich, K. y Weyl, R. 1976. Geología de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus contornos. Comunicaciones 13. Proyecto Puebla-Tlaxcala, Fundación Alemana para la Investigación Científica, Puebla, México.

- Ern, H. 1972. Estudio de la vegetación en la parte Oriental del México Central. Comunicaciones 6. Proyecto Puebla-Tlaxcala. Fundación Alemana para la Investigación Científica. Puebla, México. pp. 1-12.
- Fernández, T. 1987. Estudio ecológico del bosque de *Abies religiosa* (HB.K.) Schl. et Chamí, en el Parque Nacional "La Malintzin" en el estado de Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Fuentes, B. 1992. Caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) del Municipio de Gpe. Victoria, Puebla. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. Pp. 70.
- García, D. 1987. Clasificación fisonómica de la vegetación del Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. E. García. México. Pp. 217.
- García, E. 1989. Apuntes de Climatología. UNAM. México. Pp. 155.
- Gasca, A. 1981. Algunas notas de la génesis de los lagos-cráter de la Cuenca de Oriental Puebla-Tlaxcala-Veracruz. INAH Departamento de Prehistoria, Colección Científica; Prehistoria-Vol. 98. México. Pp. 57.
- Gómez-Pompa, A. 1982. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A.C. Xalapa, Veracruz. Ed. CECSA. México. Pp. 91.
- Granados, D. 1982. Notas sobre la vegetación de la Cuenca de Oriental. Mimeografiado. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Granados, D. y Tapia R. 1990. Comunidades vegetales. Colección Cuadernos Universitarios, Serie de Agronomía No. 19. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 235.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981a. Carta Topográfica. Ciudad de México, E 14-2. Esc. 1:250,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982a. Carta Topográfica. Veracruz, E 14-3. Esc. 1:250,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1984. Carta Edafológica. Veracruz, E 14-3. Esc. 1:250,000. México.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982b. Carta Topográfica. Mexcaltepec, E14B24. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982c. Carta Topográfica. Tlaxcala, E14B33. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982d. Carta Topográfica. Huamantla, E14B34. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982e. Carta Topográfica. Guadalupe Victoria, E14B35. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1983a. Carta Topográfica. Xonacatlán, E14B25. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1983b. Carta Topográfica. Xico, E14B36. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1983c. Carta Topográfica. Coscomatepec, E14B46. Esc. 1:50,000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981b. Guías para la interpretación de cartografía. Climatología. INEGI. México. Pp. 50.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981c. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. INEGI. México. Pp. 48.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981d. Guías para la interpretación de cartografía. Geología. INEGI. México. Pp. 32.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981e. Guías para la interpretación de cartografía. Hidrología. INEGI. México. Pp. 33.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981f. Guías para la interpretación de cartografía. Topografía. INEGI. México. Pp. 30.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981g. Atlas Nacional del Medio Físico. INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1991. Datos básicos de la geografía de México. INEGI, 2ª edición. México. Pp. 142.
- Jardel. E., 1986. Efecto de la explotación forestal en la estructura y regeneración del

bosque de coníferas de la vertiente Oriental del Cofre de Perote. Veracruz, México. *Biótica* 11(4): 247-270.

- Juárez, M. C. 1992. El cambio del uso del suelo en el Valle de Puebla-Tlaxcala y sus efectos en la población. GEO-UNAM. Boletín informativo del área de ciencias de la tierra. 1(2): 9-11
- Knoblich, K. 1973a. Las condiciones de las aguas subterráneas en la cuenca de El Seco-Oriental (Puebla-Tlaxcala/México). Comunicaciones 9, Proyecto Puebla-Tlaxcala, Fundación Alemana para la Investigación Científica, Puebla, México. pp. 1-4.
- Knoblich, K. 1973b. Influencia de las condiciones de aguas subterráneas sobre la colonización de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones 9, Proyecto Puebla-Tlaxcala, Fundación Alemana para la Investigación Científica, Puebla, México. pp. 7-11.
- Knoblich, K. 1978. La cuenca de El Seco/Oriental. Una reserva de agua subterránea natural para el futuro. Comunicaciones 15, Proyecto Puebla-Tlaxcala, Fundación Alemana para la Investigación Científica, Puebla, México. pp. 231-234.
- López, J. - Blanco. 1993. Mapa de unidades ambientales físicas (Regionalización Ecológica). Instituto de Geografía. Esc. 1:250,000. UNAM. México
- López, E. 1979. Carta Geológica de los estados de Puebla y Tlaxcala. Instituto de Geología. Escala 1:500,000. 3a. ed. UNAM. México.
- Lugo, A., J. Alcocer, M. Chávez, G. Villaclara, M. Gaytán y R. Sánchez. 1994. Los axalapazos de Puebla. Seis joyas en el desierto. ICyT. 16(209): 32-36.
- Maderey, L. E. 1967. Estudio preliminar sobre las aguas subterráneas en México. Instituto de Geografía, UNAM. México. Pp. 77.
- Maderey, L. E. 1977. El agua de escurrimiento en la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México. Pp. 48.
- Martínez, M. 1981. Los encinos de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Comisión Forestal Serie Epoca Segunda, Técnica manejo No. 8. México.
- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington D. C. Pp. 168.

- México Desconocido. 1993. Zonas arqueológicas. Guía No. 4. Jilguero, 2ª edición, febrero. México. Pp. 82.
- México Desconocido. 1993. Paseos por carretera. Guía Extraordinaria. Jilguero, México. Pp. 99.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México. 28: 29-179.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1964. Fisiografía y vegetación en las zonas áridas del Centro y Noreste de México. Xolocotzia. Tomo I Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 255-272.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons, New York. Pp. 547.
- Narave, H. 1985. La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México. Biótica 10 (1): 35-64.
- Ortiz-Solorio, C. y Cuanalo, H. 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. Colegio de Posgraduados. Chapingo. México. Pp. 85.
- Pérez, R. 1987. Regionalización agrológica de la Llanura de Perote, Veracruz y zona de afluencia. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala. UNAM. México.
- Ramamoorthy, T. P. y D. H. Lorence, 1987. Generic endemism in Mexican flora, Mecnografiado.
- Ramírez-García, P. y A. Novelo, 1984. La vegetación acuática vascular de seis lagos cráter del estado de Puebla. Bol. Soc. Bot. México 46: 75-88.
- Ramírez-García, P. y F. Vázquez-Gutiérrez. 1989. Contribuciones al estudio limnobotánico de la zona litoral de seis lagos cráter del estado de Puebla. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 16(1): 1-16.
- Ramos, E. 1979. Factores que afectan la distribución de la vegetación halófito en los Llanos de San Juan. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Reyes, M. 1979. Geología de la Cuenca de Oriental estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Colección Científica Prehistoria. México. Pp. 62
- Rodríguez, D. 1984. Estudio sinecológico de la vegetación de la zona árido

poblano-veracruzana Llanuras de Perote. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis de Licenciatura. México.

- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. LIMUSA. México. Pp. 432.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski, 1979. Flora fanerogámica del Valle de México, Vol I. CECSA. México. Pp. 403.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski, 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México, Vol II. Ed. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, IPN-Instituto de Ecología, UNAM. México. Pp. 674.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski, 1990. Flora Fanerogámica del Valle de México, Vol III. Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío, Patzcuaro, Mich.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1982. Carta Topográfica. Orizaba, E 14-6. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983c. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Ciudad de México, E 14-2. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983d. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Orizaba, E 14-6. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984d. Carta Hidrológica de aguas subterráneas. Veracruz, E 14-3. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984e. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Veracruz, E 14-3. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983a. Carta Edafológica. Ciudad de México, E 14-2. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983b. Carta Edafológica. Orizaba, E 14-6. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984f. Carta Geológica. Veracruz, E 14-3. Esc. 1: 250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984a. Carta Uso del suelo y vegetación. Ciudad de México, E 14-2. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984b. Carta Uso del suelo y vegetación. Veracruz, E 14-3. Esc. 1:250,000. México.

- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984c. Carta Uso del suelo y vegetación. Orizaba, E 14-6. Esc. 1:250,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1980. Carta Topográfica. Tepatlaxco, E14B44. Esc. 1:50,000 México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983e. Carta Topográfica. Perote, E14B26. Esc. 1:50,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1983f. Carta Topográfica. San Salvador El Seco, E14B45. Esc. 1:50,000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1984g. Carta Topográfica. Ciudad Serdán, E14B55. Esc. 1:50 000. México.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Carta Fisiográfica. Hoja México. Esc. 1:1'000,000. México.
- Silva, L. 1994. Caracterización sinecológica del bosque de pino piñonero (*P. cembroides* subesp. *orizabensis*) en Atlzayanca (Santa María las Cuevas), Tlaxcala. Tesis de licenciatura. Depto. de Zonas Aridas. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Soto, M., Lozano, F., Diez, A., Mejía, C. y Villa, J. 1977. Estudio piloto de la vegetación en la región de Alchichica-Perote por medio de percepción remota. *Biótica* 2(3): 19-36.
- Toledo, V. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81: 17-30.
- Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. *Ciencias* 34: 43-59.
- Vázquez, L. 1992. El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Puebla, México, Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM. México.
- Vázquez, C. y A. Orozco. 1989. La destrucción de la naturaleza. *La Ciencia desde México*. S.E.P.- F.C.E. México.
- Werner, G. 1978. Los suelos de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus alrededores. *Comunicaciones suplemento VI. Proyecto Puebla Tlaxcala. Fundación Alemana para la Investigación Científica, Puebla, México. Pp. 92.*