

*File  
800*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DESCRIPCION Y ASPECTOS FITOGEOGRAFICOS  
DE LA VEGETACION ALPINA DEL NEVADO DE  
TOLUCA, EDO. DE MEXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**

**MARIA ARCELIA GONZALEZ TRAPAGA**



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## CONTENIDO.

### I.- INTRODUCCION.

- 1.- ANTECEDENTES.
- 2.- OBJETIVOS.

### II.- DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.

- 1.- LOCALIZACION.
- 2.- TOPOGRAFIA.
- 3.- GEOLOGIA.
- 4.- GEOMORFOLOGIA.
- 5.- EDAFOLOGIA.
- 6.- CLIMA.
- 7.- VEGETACION.
- 8.- FAUNA.
- 9.- IMPACTO HUMANO.

### III.- METODOLOGIA

### IV.- RESULTADOS

- 1.- DESCRIPCION DE LA VEGETACION.
  - 1.1 VEGETACION ZONAL
  - 1.2 VEGETACION AZONAL
- 2.- INDICES DE SIMILITUD.
- 3.- ESPECTROS DE VIDA.
- 4.- AFINIDADES FITOGEOGRAFICAS.
  - 4.1 AFINIDADES A NIVEL DE FAMILIA
  - 4.2 AFINIDADES A NIVEL DE GENERO.

4.3 AFINIDAD A NIVEL DE ESPECIE

5.- RANGOS ALTITUDINALES DE LAS ESPECIES.

6.- LISTA FLORISTICA.

V.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

VII.- APENDICE.

## I. INTRODUCCION

La gran diversidad fisiográfico-climática de México, debida a su accidentada topografía y considerable extensión, condiciona la existencia de variados tipos de vegetación. Asimismo, el país se encuentra en un punto de contacto o transición entre dos regiones biogeográficas, lo que se manifiesta en la composición de la vegetación de las zonas montañosas, donde se presentan ambos elementos en proporciones importantes, creando así un verdadero mosaico de distribución, difícil de separar a simple vista; esto no ha permitido que los estudios realizados hasta el momento puedan incluirse claramente como parte de alguna de las regiones (Rzedowski, 1978).

Es por ello que son necesarios los trabajos fitogeográficos que permiten precisar en que medida se presentan diversas afinidades en las grandes elevaciones del país. Además, cabe resaltar que aunque la Fitogeografía es en sí una interdisciplina, en la práctica la confluencia de diferentes especialistas que desentrañan la dinámica de la distribución de las especies, generalmente no se lleva a cabo.

Los estudios florísticos y de vegetación permiten tener información fundamental que nos lleva a conocer a mayor detalle los ecosistemas estudiados y por otra parte, obtener información confiable para los estudios fitogeográficos.

Por el interés que despiertan estos aspectos, el Laboratorio de Biogeografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, está llevando a cabo el proyecto "Biogeografía de las comunidades montañas del Eje Neovolcánico", del cual este trabajo forma parte.

Entre los tipos de vegetación montañosa del país, el Zaca-tonal Alpino (Rzedowski, 1978) o páramo de altura (sensu Miranda y Hernández X., 1963) abarca reducidas extensiones distribuyéndose solo en once de los grandes edificios volcánicos del territorio. A pesar de que su relativo aislamiento provoca un al-

to índice de endemismos a nivel de especie, ha sido aún poco estudiado.

El área de trabajo comprendió el Zacatonal Alpino del Nevado de Toluca (siguiendo los criterios de Rzedcwski, 1978), el cual es uno de los estratovolcanes más importantes, pues ocupa el cuarto lugar en altitud y a la vez es uno de los cincuenta y ocho Parques Nacionales de México. No obstante, es hasta hace relativamente poco tiempo, cuando ésta y otras montañas han sido estudiadas en cuanto a su composición florística y estructura en forma detallada, aspecto básico necesario para planear su manejo apropiado como fuente de recursos naturales.

Por otra parte, la presente investigación se enfocó al conocimiento florístico y fisonómico de la vegetación alpina, como base para estudios posteriores que permitan conocer la capacidad de recuperación natural y las mejores estrategias para su conservación y/o preservación, dado que se han incrementado en los últimos años las actividades humanas en ella.

### 1. Antecedentes

Muchos investigadores han visitado el volcán, pero solo unos cuantos han descrito en forma más profunda algunos aspectos del mismo. En trabajos como los de Cabral (1975) y de Boyás y Vela (inédito) se pueden encontrar referencias directas sobre aquellos que han estudiado en diversas épocas al Nevado y cuyos resultados son casi siempre muy generales.

De esta manera se pueden mencionar en orden cronológico a Humboldt (1803), Burkhardt (1826), Velázquez de León (1835), Heredia (1836), Heller (1852), Pieschel (1856), Saussure y Peyrot (1856), Dullfus y Monserrat (1865), Villada (1881), Heilprin (1890), Felix y Lenk (1890), Pringlei (1902), Ordoñez (1902), Flores (1905), Waitz (1910, 1943 y 1957), Muñoz (1932), Balls (1938), Bolívar (1940), Goldman (1951), Guzmán

(1958), Beaman (1962), Bolio (1964), Tamayo (1965), Villalpando (1968), Yarza (1971), Hayama (1971), PROTIMBOS (1972), Bloomfield (1974, 1975 y 1977), Navarro (1976), Martínez y Matuda (1979) y Almeida, et al. (1985).

La mayoría de estos autores realizaron colectas en sus recorridos e hicieron descripciones, sobre todo de las porciones boscosas. Sin embargo, ha sido poco el interés por describir el Zacatonal Alpino del lugar, del que solo se llegan a encontrar en los trabajos del siglo pasado y de gran parte del presente, referencias muy ambiguas en las que se anota que esta vegetación está conformada por "una yerba menguada y marchita entre la cual sobresalían con frecuencia los tallos espinosos de una especie de Dipsacus (vulgarmente Cardo) gigantesco" (Heredia, 1836). Otros solo mencionan que "en el fondo del cráter crecen algunas gramíneas de tallo pequeño (zacatón) y algunos líquenes" (Flores, 1906).

Entre estos trabajos deben destacarse los de Beaman (1962, 1965 y 1966), el cual efectuó estudios cromosómicos de diversos ejemplares colectados en las principales elevaciones del Sistema Volcánico Transversal, además de los aspectos ecológicos de la vegetación alpina y subalpina del Popocatepetl, Iztaaccihuatl y del Cerro Potosí.

También es importante la investigación sobre la vegetación del interior del cráter, efectuada por Villalpando (1968), donde se estudia la composición y distribución de las especies en relación a algunos parámetros físicos.

Por último y dentro del marco del proyecto del Laboratorio de Biogeografía antes señalado, se realizaron estudios preliminares en el año de 1984, en los que se comparó la composición del Zacatonal Alpino de las porciones N y NNE del Nevado de Toluca con la del Popocatepetl, empleando la metodología fitosociológica de Zurich-Montpellier (Almeida, et al., 1985).

## 2. Objetivos

- Describir las asociaciones de la vegetación alpina del volcán, de acuerdo al gradiente altitudinal.
- Realizar el inventario florístico de las especies de plantas vasculares y no vasculares de la vegetación alpina del Nevado de Toluca.
- Establecer las principales relaciones entre los aspectos topográficos, climáticos, geomorfológicos y edafológicos con la distribución espacial de las diferentes asociaciones encontradas.
- Determinar las afinidades fitogeográficas de los taxa que se localizan en el lugar, sobre todo a nivel de familia y género.
- Contribuir al conocimiento detallado de las comunidades de alta montaña en el centro del país.



## II. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 1. Localización

El Nevado de Toluca es una elevación localizada en el estado de México, que limita al extenso Valle de Toluca en su porción SW. Esta es la planicie de mayor extensión en la entidad y la que registra mayor altitud en el República (mapa 1).

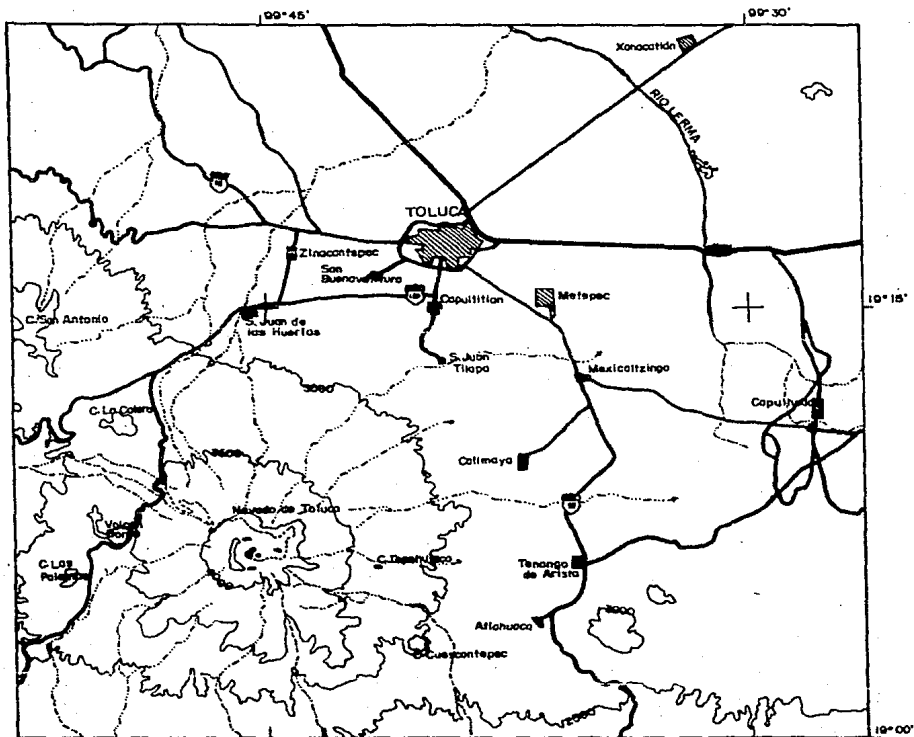
Políticamente, el volcán está considerado como Parque Nacional o de propiedad federal, confluyendo en él siete municipios del estado: Toluca, Zinacantepec, Tenango del Valle, Calimaya, Temascaltepec, Coatepec Harinas y Villa Guerrero. Sin embargo, la falta de esclarecimiento en la tenencia de la tierra así como el incumplimiento de las indemnizaciones, permite que sea afectado tanto por ejidatarios como por particulares.

Las coordenadas geográficas que ubican la zona de estudio son 19°05' y 19°08' de latitud norte y 99°43' y 99°47' de longitud oeste (mapa 2). Este edificio se halla situado entre los macizos montañosos que constituyen el Sistema Mil Cumbres y el Valle de Toluca, así como también entre este último y la Sierra de Tenango (S.P.P., 1981).

Fisiográficamente, se encuentra dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico o Sistema Volcánico Transversal y dentro de ésta, en la Subprovincia de los Volcanes y Lagos del Anáhuac en su límite SW, misma que abarca los Valles de Toluca, México y Puebla, al igual que las Sierras Nevada, de las Cruces, San Andrés, el Ajusco y el Sistema Mil Cumbres. En estas últimas se encuentran cuatro de los siete grandes estratovolcanes del Sistema, siendo uno de ellos el Nevado de Toluca.

### 2. Topografía

El volcán está caracterizado por crestas y picos elevados, entre los cuales destacan el Pico del Fraile al sur (4660 m.s.n.m.), el Pico del Aguila al noroeste (4550 m.s.n.m.), el Espinazo al centro oeste (4500-4550 m.s.n.m.), Cerro Prieto al oes



MAPA DE LOCALIZACION DEL NEVADO DE  
TOLUCA

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Supercarretera pavimentada

Carretera pavimentada

Terracería

Señalamiento ruta federal

Localidad

HIDROLOGIA

Corriente paranna

Corriente intermitente

Cuerpo de agua

Curvas de nivel cada 500 m

FUENTE: Carta topográfica E14-2, escala 1:250:000  
SPP, INEGI. México, 2a. impr. 1984

Escala 1:250 000



Mapa no. 1

te (4260 m.s.n.m.), el Pico Negro al centro este (4400 m.s.n.m.) y el Espinazo del Portezuelo al noreste (4300 m.s.n.m.). Igualmente se encuentran dos elevaciones alargadas que demarcan la parte abierta del cráter hacia el este-sureste y sureste, cuyas altitudes son de 4100 y 4220 m.s.n.m. respectivamente.

Por otro lado, en el centro del volcán se localiza el promontorio conocido como el Ombligo, que alcanza 4320 m.s.n.m. (mapa 2).

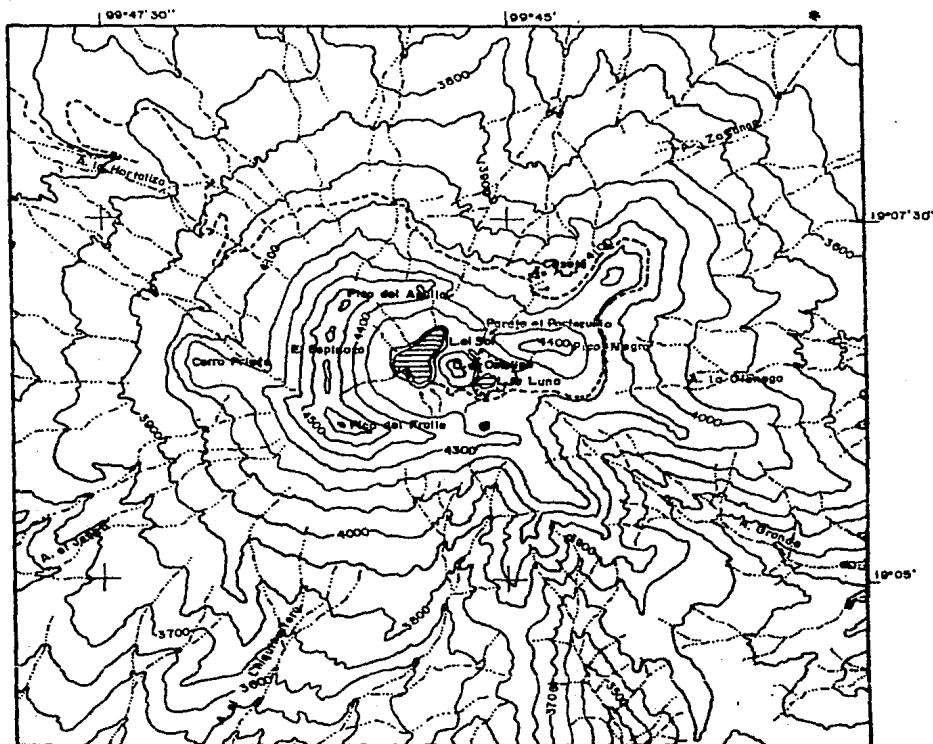
Se encuentran además, otras elevaciones que rodean los flancos del Nevado y que constituyen parte del macizo conocido como Mil Cumbres, así como la Sierra de Tenango. Del mismo modo, existen una serie de pequeños volcanes y otras elevaciones hacia el SE, N y E, que constituyen estructuras adventicias del mismo.

A medida que se desciende desde el cráter, la pendiente se suaviza en todos sus flancos debido a la gran cantidad de material que fue acumulado durante las últimas erupciones, permitiendo la formación de colinas y pequeñas mesetas separadas por profundas barrancas.

Las depresiones más importantes se encuentran en el interior del cráter, el cual está dividido en dos porciones por el tapón volcánico del Ombligo. Cada una de éstas acoge un lago de agua dulce, formado con el agua del deshielo, además de otras dos pequeñas depresiones que forman lagunas intermitentes.

Finalmente, existen una serie de barrancas que corresponden a los principales arroyos que descienden de la cumbre. Las más notables y profundas son las de los arroyos Cano al norte, la Ciénega al este, el Grande y la Cieneguita hacia el sureste y el Chiquihuitero al sur.

Menos profundas son las cañadas de los arroyos el Jabalí al suroeste, la Hortaliza al noroeste y Zacango al noreste.



### CARTA TOPOGRAFICA DEL NEVADO

#### SIMBOLOGIA

Brecha transitabile  
 Caseta vigilancia  
 Hidrología:  
 Cuerpos de agua  
 Corrientes de escurrimiento



Elevaciones   
 Depresiones   
 Equidistancia entre curvas de nivel = 100 m

FUENTE: Carta topográfica del INEGI,  
 E14 - A-47, S.P.R., la reimpresión 1976.

ESCALA 1:80 000



Mapa no. 2

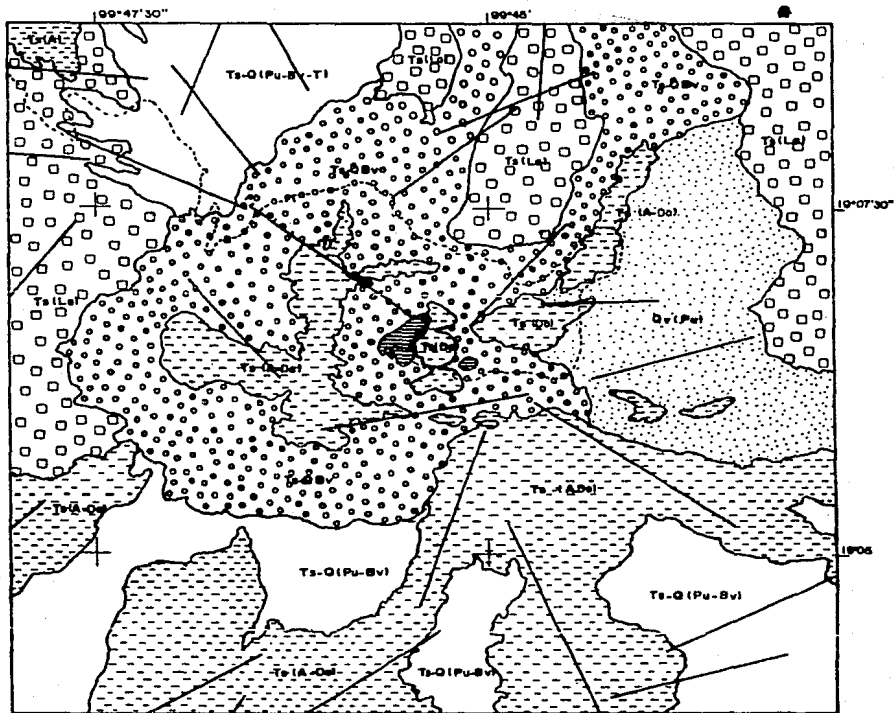
### 3. Geología

A través de la información resumida de los trabajos de Dullfus y Monserrat (1865), Ordoñez (1902), Flores (1905), Waitz (1910), Tamayo (1965), Bloomfield (1974), Bloomfield y Valastro (1974) y Bloomfield, et al. (1977), sobre la litología, estratigrafía y evolución geológica del volcán, así como los datos indirectos obtenidos en los trabajos de Mooser (1961) y Demant (1978), puede decirse que el Nevado es un estratovolcán formado en periodos sucesivos de calma y erupciones violentas que dan lugar a una heterogeneidad de materiales, los que se encuentran actualmente alterados por procesos de intemperismo, erosión y acumulación con algunas características de orden periglacial; además de claras muestras de antiguos modelados glaciales.

Su litología superficial permite notar que las rocas más extendidas en el volcán son las pumitas de naturaleza dacítica, los lahares o rocas compuestas de lodos y fragmentos rocosos de todos los tamaños, los afloramientos de brechas y detritos volcánicos (especialmente andesíticos), las tobas arcillosas y finalmente, exposiciones de rocas andesíticas y dacíticas (mapa 3).






La secuencia estratigráfica permite establecer que el sustrato más antiguo lo constituyen calizas y pizarras del Cretácico, las cuales al colapsarse tectónicamente fueron cubiertas por derrames sucesivos de andesitas y dacitas terciarias en forma de lavas o detritos volcánicos. Sobre estas rocas se acumularon capas de lodo volcánico y cenizas (tobas), así como los lahares, siendo más frecuentes en el pie de monte, debido tanto a manifestaciones eruptivas como a procesos de modelado glacial (Bloomfield, 1974).

Finalmente, encima de las rocas ya descritas se deposita-



CARTA GEOLÓGICA



ROCAS VOLCÁNICAS

-  Andesitas y Dacitas
-  Pumitas
-  Brechas volcánicas
-  Pumitas, brechas y tabositi
-  Lahares

PERIODOS GEOLOGICOS

- Ts = Terciario superior
- Qv = Cuaternario volcánico

ACCIDENTES TECTONICOS

- Folde  F
- Fractura 

Escala 1: 50 000



Mapa no. 3

ron pumitas o yacimientos de piedra pómez, cuyo espesor es variable debido a la pendiente, oscilando éste entre uno y sesenta metros. La erosión fue denudando el edificio hasta dejar al descubierto rocas volcánicas terciarias en las porciones más altas; sin embargo, las pumitas cubren en forma predominante algunas elevaciones hacia la parte este, noreste y este-sureste.

La disposición de estas secuencias de rocas ha sido estudiada extensamente, sobre todo en las porciones de las faldas este y oeste, donde se pueden observar rocas terciarias con una primera depositación de lahares, sobre los que se desarrollaron suelos, posteriormente una pequeña capa de pumitas, otra de filitas o lahares eluvio-glaciales, arenas transportadas por el viento y pumitas acumuladas en erupciones violentas (Bloomfield y Valastro, 1974). La secuencia es diferente para las partes altas donde los lahares son sustituidos en ocasiones por brechas volcánicas.

En cuanto a la evolución geológica del volcán, puede decirse que su origen es básicamente tectónico y que junto con otros sistemas montañosos y volcanes aislados del centro del país, delimitan grandes fallas escalonadas de orientación NW-SE y NE-SW, correspondientes a los grandes Valles de Toluca, México y Puebla (Bloomfield y Valastro, op. cit).

En el caso del Nevado, éste se encuentra en el vértice SW de la falla del Valle de Toluca, presentando los lineamientos ya mencionados. Estas condiciones pueden apreciarse por las profundas fracturas que atraviesan el cráter y se evidencian en la barranca del Arroyo Grande (NW-SE) o las que corresponden al tren de fracturas que enmascaran el graben de la Sierra de Tenango, representadas por la alineación de la barranca del Arroyo de la Ciénega y el Cerro de Tepehuisco por un lado y la del Cerro de Cuescontepec y otras elevaciones por el

otro, todas orientadas NE-SW. Este tipo de fenómenos ha sido ampliamente estudiado, sobre todo en el Valle de México (Mooser, 1961; Cabral, 1975; Demant, 1978 y Demant y Robin, 1975).

No obstante, el autor que estableció con mayor fidelidad la secuencia evolutiva del Nevado de Toluca fue Bloomfield (1974), quien consideró varias etapas en su formación. En primer término, sustenta que sobre estos accidentes tectónicos se desarrolló un estratovolcán cónico hace aproximadamente 30,000 años, con un respiradero central formado por derrames sucesivos de lavas y detritos volcánicos, siendo este edificio más alto y con glaciares extendidos hacia los lados.

El conducto central se obstruyó provocando intensas compresiones internas que fueron liberadas por una primera y vio lenta explosión que voló la cima. El material arrojado se saturó de agua, provocando flujos de lodo y piedras, gruesos y pastosos que dieron lugar a los lahares.

Después de un periodo de quietud, en el que se desarrollaron suelos y vegetación, una pequeña erupción gaseosa de piedra pómez cubrió la parte NE; inmediatamente sobrevino un lapso de sequía que pulverizó los materiales y provocó finos depósitos de loess.

Posteriormente, otra explosión violenta amplió la abertura del cráter esparciendo rocas, cenizas y piedra pómez a grandes distancias (1700 km<sup>2</sup>). Finalmente, el conducto fue taponado por la lava que escurrió ligeramente hacia la superficie como un bajo domo, conocido como el Ombligo. A partir de entonces (11,000 años) se considera al volcán como inactivo.

#### 4. Geomorfología

Los procesos geomorfológicos presentados en el Nevado de Toluca influyen grandemente sobre la formación de suelos y distribución de vegetación, ya que son altamente dinámicos debido

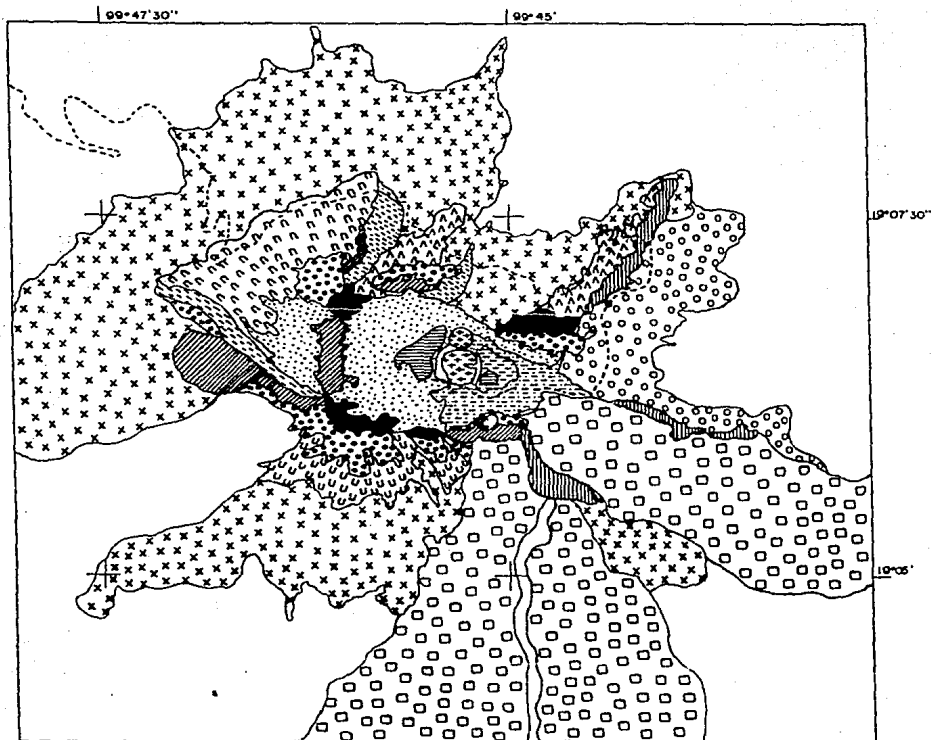


a la presencia de algunos factores de modelado periglacial. Al mismo tiempo, las formas actuales obedecen a una compleja mezcla de restos de morfoestructuras volcánicas, de profundos desgastes y acumulaciones glaciales pleistocénicos o recientes, tanto dentro como fuera del cráter y de crioturbaciones que influyen en el intemperismo, denudación y desplazamientos masivos. Todo esto configura un complejo de geofomas que en ocasiones se superponen unas a otras, tanto a nivel de microformas como de macroformas.

Estructuralmente, el Nevado puede ser clasificado como un lago-cráter de apariencia ovoidal con tres bocas o gargantas aparentes, alineadas de NW-SE, que contienen dos cuerpos de agua separados por un domo pétreo. Los bordes rocosos del mismo son afilados y de pendientes pronunciadas, pero tienden a suavizarse en sus laderas de pie de monte.

De la misma manera pueden percibirse, gracias a la erosión, parte de los flujos lávicos laterales de las primeras etapas del volcán, que enmascaran las líneas de falla originales y que representan estructuras acostilladas, localizadas hacia el NW, NE, ESE y SE, al igual que un antiguo cono secundario que corresponde a Cerro Prieto, al oeste.

Los análisis preliminares de las macroformas resultantes de los modelados glaciales en el Nevado permiten inferir que existe una cierta correspondencia con estudios glaciológicos practicados en el volcán la Malinche, donde se reportan cuatro periodos de glaciaciones a diferentes altitudes (Heine, 1973). Estas mismas han dejado al parecer, huellas de su acción en el Nevado de Toluca, sobre todo las cuatro primeras de las cinco reportadas para la Sierra Nevada; sin embargo la fotointerpretación y las observaciones de campo indican la presencia de modelados neoglaciales, tanto en el interior como en el exterior del cráter.



CARTA GEOMORFOLÓGICA

Formas de crioturbação	Formas de criomodelado	Formas de acumulación
Domo pétreo	Corrientes cordados de bloques	Morrenas
Cresta	Corrientes de bloques y gravas	Pie de monte
Pico	Terrazas de bloques	
Hidrotacollito	Glaciares de rocas y gravas	
Circo	Surcos glaciales laterales	
Arista	Formas criopedológicas	
Valle glacial en U	Motos herbosas	
	Microterrazas y estrías	

Escala 1:50 000



Mapa no. 4

Utilizando la misma datación empleada para cada glaciación en la Malinche y las evidencias geomorfológicas encontradas en el área de estudio, se deduce que la primera de las glaciaciones ocurrió aproximadamente entre 30,000 y 26,000 años (MI de acuerdo a Heine, 1973 y a la Buffalo Stage sensu White, 1962), cuando la estructura del volcán era cónica y los glaciares se extendían desde la cima hasta la base, socavando las cañadas que hoy corresponden a los arroyos Cano, la Ciénega, Grande, el Chiquihuitero y la Cieneguilla.

Estos se comunicaban a su vez con otros glaciares laterales más pequeños al modelar los antiguos escurrimientos lávicos en forma de aristas (mapa 4). Existían además otros glaciares en forma de lenguas hacia el W y el NW, los cuales fueron desfigurados por fenómenos explosivos y acumulativos posteriores.

La segunda glaciación, hace 12,100 años (MII sensu Heine, 1973 y Bull-Lake-Stage sensu White, 1962), permitió que se profundizaran los restos de antiguos glaciares a través de circos que se formaron en los bordes del cono truncado, los cuales comenzaron a afilarse y adelgazarse hasta formar agudas crestas, al igual que en las antiguas aristas. En las faldas, las lenguas y los procesos de soliflucción dieron origen a sistemas de anillos de rocas, bandas y terrazas de grandes tamaños, sobre las que posteriormente se formaron suelos con desarrollos criopedológicos activos; entre el pie de monte y las llanuras es posible identificar restos de morrenas terminales, drumlins e hidrolacólitos.

La tercera etapa ocurrió entre 10,000 y 9,000 años (MIII sensu Heine, 1973 y Pinedale-Stage sensu White, 1962) y se caracterizó por la presencia de glaciares muy abiertos que actuaron sobre la cubierta pumítica hasta llegar de nuevo al nivel de los más antiguos, especialmente de las disecciones tectóni-

cas como la cañada de Arroyo Grande y el Chiquihuitero.

La cuarta glaciación, acaecida hace 2000 años (MIV sensu Heine, 1973 y Temple-Lake-Stage, sensu White, 1962) se restringió a los glaciares de altitudes entre los 4 000 y los 4 500 m.s.n.m., dejando claras huellas de su acción entre las partes más elevadas del volcán; como es el caso de la cañada NW de Cerro Prieto (cresta y glaciar laterales), la cañada que desciende hacia el N del Pico del Aguila (terrazas, corrientes cordadas de bloques y glaciar lateral), la profundización es una "U" menor de la cañada del Arroyo Grande (Fig. No. 1), el escalonamiento de grandes terrazas y lenguas en casi todo el flanco SW y activos procesos criopedológicos.

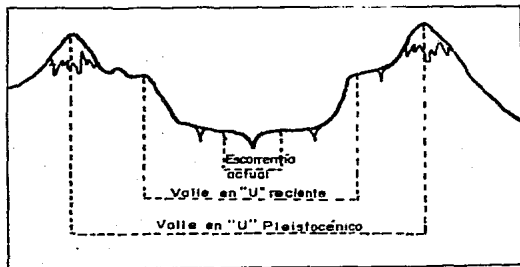


Fig. 1. Representación de la sobreposición de los antiguos y nuevos valles en "U" glaciales.

En un pequeño período neoglacial poco definido, se desarrolló posteriormente un pequeño circo (laguna intermitente sur), y algunos hidrolaccolitos en la parte interna del cráter, así como la formación de terrazas o escalones, corrientes de rocas y gravas y glaciares de rocas.

Desde hace unos 250 años, los procesos periglaciales son irregulares, combinándose en algunos casos con intemperismos mecánicos y procesos gravitacionales de acumulación de taludes

(Lorenzo, 1969). Dentro de los primeros se encuentran ejemplos de criotaleración, criomodelado y criopedología, que en mayor o menor medida influyen sobre la distribución de la vegetación (sensu Cailleux y Taylor, 1954).

Las criotaleraciones (o crioturbaciones) se presentan a través de procesos específicos como la gelifracción y la cuña de hielo, que tienden a afectar las partes altas rocosas, modelando las crestas, picos y espinazos, al fragmentar constantemente las andesitas, dacitas y brechas volcánicas.

Las formas de criomodelado resultantes son bastante diversas, destacando principalmente las corrientes de bloques, de bloques y gravas, de lodos y los glaciares de rocas, especialmente debajo de los picos y crestas, tanto dentro como fuera del cráter (mapa No. 4). Algunas de estas, forman tipos característicos como los cordados (al NW), los de terrazas (al SW) junto con fenómenos de soliflucción, formas de terrazas bandeadas que tienen su origen en anillos, lenguas y otras estructuras propiamente glaciales.

Finalmente, sobre estas geoformas se desarrollan suelos característicos que constituyen microformas a nivel de motas herbosas (macollos dispersos), escalones o terrazas separados por hileras de macollos, montículos, campos de piedras, osteos las o charcos de lodo y figuras geométricas del suelo.

#### 5.- Edafología.

Independientemente de la influencia criopedológica, los suelos del Nevado tienen una cierta correspondencia con la disposición de las rocas y los componentes minerales de los cuales se han derivado. De esa manera, las pumitas altamente pulverizadas originan suelos sueltos, andosoles vítricos en el sistema FAO/UNESCO o Cryandeps (fríos) en la Americana.

De la misma manera las brechas volcánicas y otros productos detríticos forman regosoles eútricos (Eupsaments) y

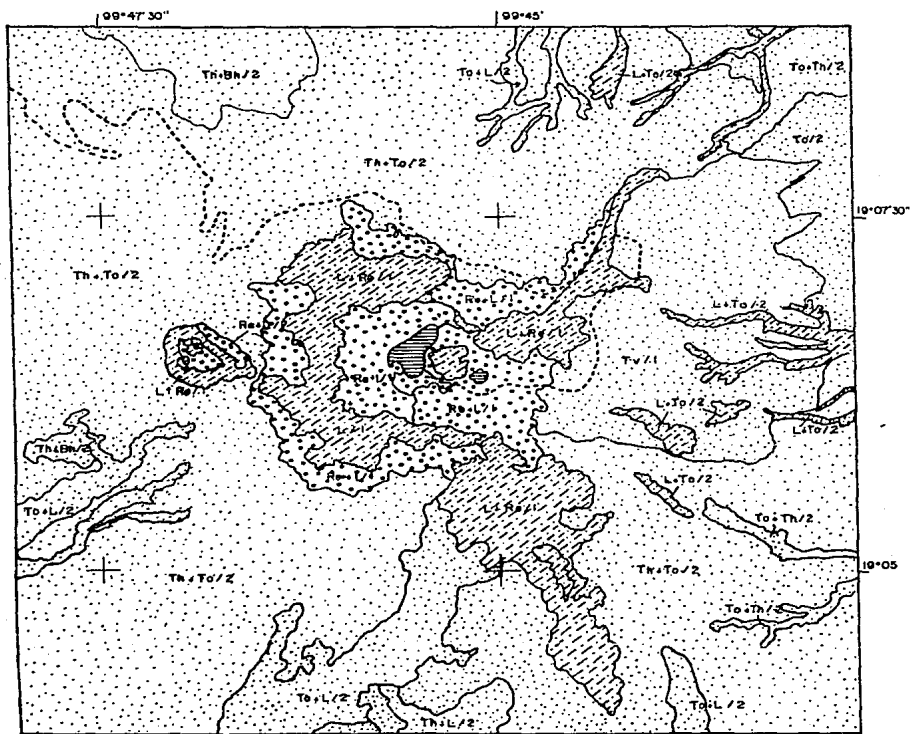
los afloramientos rocosos litosoles (Orthents). Sin embargo, en la práctica las combinaciones son variadas, sobre todo cuando en el substrato se localizan arcillas o lodos volcánicos (tobas), las cuales en estado puro darían lugar a cambisoles húmicos (Cambandeps).

Dentro de la superficie estudiada se encuentran seis tipos de suelo que son los litosoles, regosoles eútricos, andosoles eútricos, andosoles vítricos, andosoles húmicos, andosoles órticos y cambisoles húmicos (mapa no. 5).









Los litosoles del Nevado son suelos menores de diez centímetros, desarrollados sobre la roca viva en afloramientos ígneos de las crestas y picos de origen andesítico y dacítico; en cambio, los regosoles provienen de los detritos y arenas volcánicas que se desprenden de las partes altas, generalmente como corrientes de gravas y bloques o glaciares de pequeñas rocas, dominando principalmente los taludes internos del cráter, alrededor de la Laguna del Sol o los taludes de fragmentos de diferentes tamaños que se encuentran al pie de los riscos.

Los andosoles vítricos, al igual que las punitas, dominan grandes extensiones de las elevaciones y laderas de las partes NE, E y SE del volcán. Tienen en general a ser muy ácidos, con contenidos muy bajos de materia orgánica en toda su estructura vertical. Estos son, más desarrollados en cuanto a su contenido de materia orgánica y con una textura más franca, debida principalmente a la mezcla con otros materiales, daría lugar a andosoles órticos distribuidos en pendientes moderadas de las faldas de todo el volcán; caracterizados por cierta pedregosidad en casi todos sus horizontes y coinciden con zonas donde se desarrollan microterrazas en forma escalonada.

Los andosoles húmicos son a su vez, suelos donde la textura cambia a franco-arenosa y el contenido de humus y mate-



**CARTA EDAFOLOGICA**

	Andosoles y cambisoles		Regosoles édricos (Re)
	Andosol húmico (Th)		Litosol (L)
	Andosol órtrico (To)		Fase pedregosa
	Andosol vítrico (Tv)		
	Cambisol húmico (Bh)		

CLASE TEXTURAL: 1 Gruesa 2 Medía 3 Fina

Escala 1:50 000



Mapa no. 5

ria orgánica es alto, gracias a condiciones de estabilidad en la pendiente debido a la formación de terrazas amplias, terraplenes o mezclas de diferentes materiales. Su horizonte superficial es muy oscuro y en ocasiones bastante profundo, sin mucha pedregosidad y con mayor cobertura vegetal; se encuentra mezclado con andosol órtico en las laderas de todo el volcán predominando más en las partes bajas.

En forma ocasional se encuentran cambisoles húmicos, que se desarrollan casi exclusivamente en afloramientos de tobas arcillosas de las alturas medias o sobre lahares de las partes más alejadas del Nevado.

Según análisis practicados anteriormente (Navarro, 1976; Hayama, 1971 y Boyás y Vela, inédito), la textura general oscila entre el migajón arenoso y la arena migajonosa, lo que implica una alta permeabilidad general.

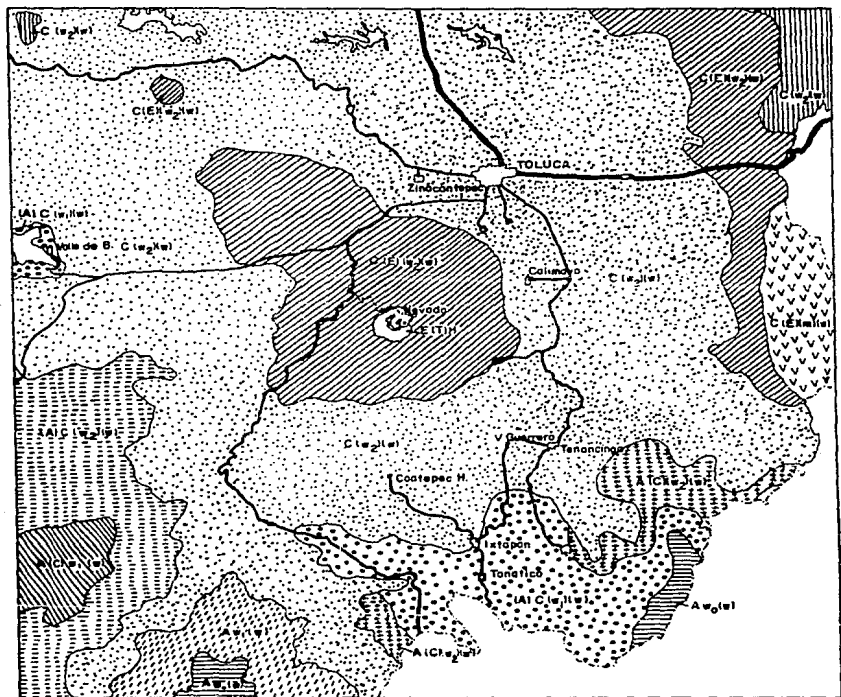
#### 6.- Clima.

El período abarcado para determinar las condiciones climáticas del Nevado va de 1964 a 1972 (Boyás y Vela, inédito), faltando datos para llegar a conclusiones definitivas sobre los fenómenos atmosféricos que pueden influir sobre la distribución de la vegetación.

Dentro de ese trabajo se tomaron en cuenta la ubicación y las características climáticas de las siguientes estaciones:

ESTACION	COORDENADAS	ALTITUD m. s. n. m.	CLIMA
Toluca	19°18'-99°40'	3 640	C(w2)(w)big
Coatepec Harinas	18°55'-99°43'	2 390	C(w2)(w)big
S.F.Oxtotilpan	19°16'-99°56'	1 630	C(w2)(w)big
Tenango del Valle	19°06'-99°35'	2 637	C(w2)(w)be
Nevado de Toluca	19°07'-99°46'	4 120	E(T)H w(w)i





CARTA CLIMÁTICA

TIPOS DE CLIMA

CALIDOS

- A(w<sub>1</sub>) Tropical húmedo
- A(w<sub>2</sub>) Tropical subhúmedo

SEMICALIDOS

- A(Cl)w<sub>2</sub>(m) Subtropical muy húmedo
- A(Cl)w<sub>1</sub>(m) Subtropical húmedo

TEMPLADO CALIDOS

- (AI)C(w<sub>2</sub>) Templado subtrop. muy húmedo
- (AI)C(w<sub>1</sub>) Templado subtrop. húmedo

TEMPLADOS SEMIFRIOS.

- C(E)w<sub>2</sub>(m) Templado frío semihúmedo
- C(E)w<sub>1</sub>(m) Templado frío húmedo (x)

TEMPLADOS

- C(w<sub>2</sub>) Templado muy húmedo

FRIOS

- EITH Frio de alta montaña

FUENTE: Carta climática de la Síntesis Geográfica del Edo. de Méx., según el sistema de Köppen. SPP, INEGI 1983.

ESCALA 1:500 000



Mapa no. 6

Estas rodean al volcán y tienen climas templados húmedos (los más húmedos de los templados), con régimen de lluvias de verano, de tipo fresco y largo, con marcha de la temperatura tipo Ganges e isotermales. En éstos, la excepción es Tenango del Valle, donde existen condiciones extremas de temperatura (entre 7 y 14°C).

Se desarrolla hacia la parte alta del Nevado un gradiente descendente en cuanto a temperatura y ascendente en cuanto a la humedad ( mapa no. 6 ), en el que las isotermas disminuyen y las isoyetas aumentan sus valores cada cien metros de altitud (García, 1973), hasta ubicar la cima del volcán como parte de un clima frío de alta montaña, con régimen de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal menor al 5% de la anual.

Dentro de los datos registrados en la tana No. 1 y en el climograma (gráfica No. 1), destaca el hecho de que se evapore casi un 70% de la precipitación anual, aún cuando la nubosidad a lo largo del año sea de un 60%, lo que aunado a la gran permeabilidad del suelo, la alta evaporación invernal y el gran porcentaje de días con heladas (65% anual), impone grandes restricciones para el crecimiento de la vegetación (mapa No. 7).

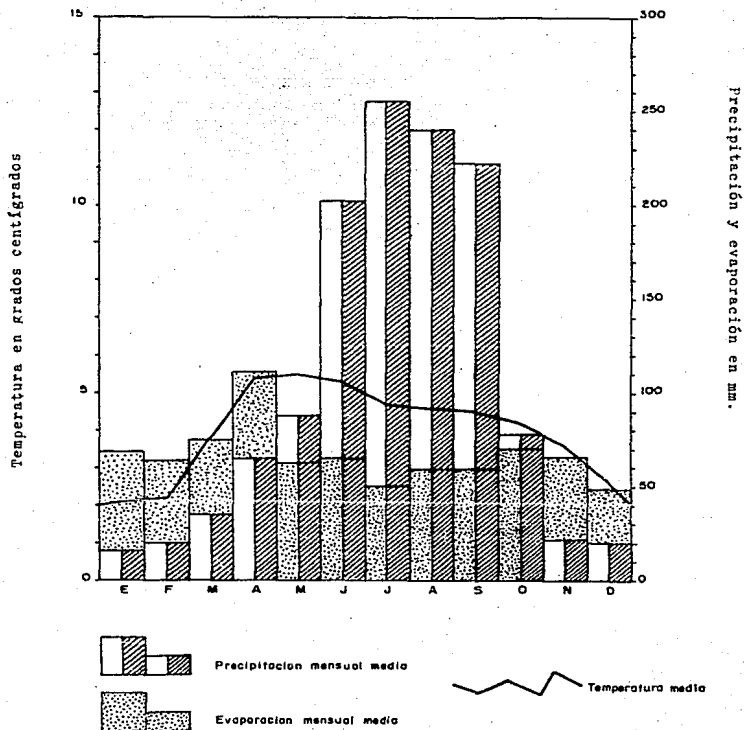
Esto implica que en los períodos secos, los fuertes vientos del S y SW levanten partículas de polvo y ejerzan una acción abrasiva sobre el terreno y las plantas.

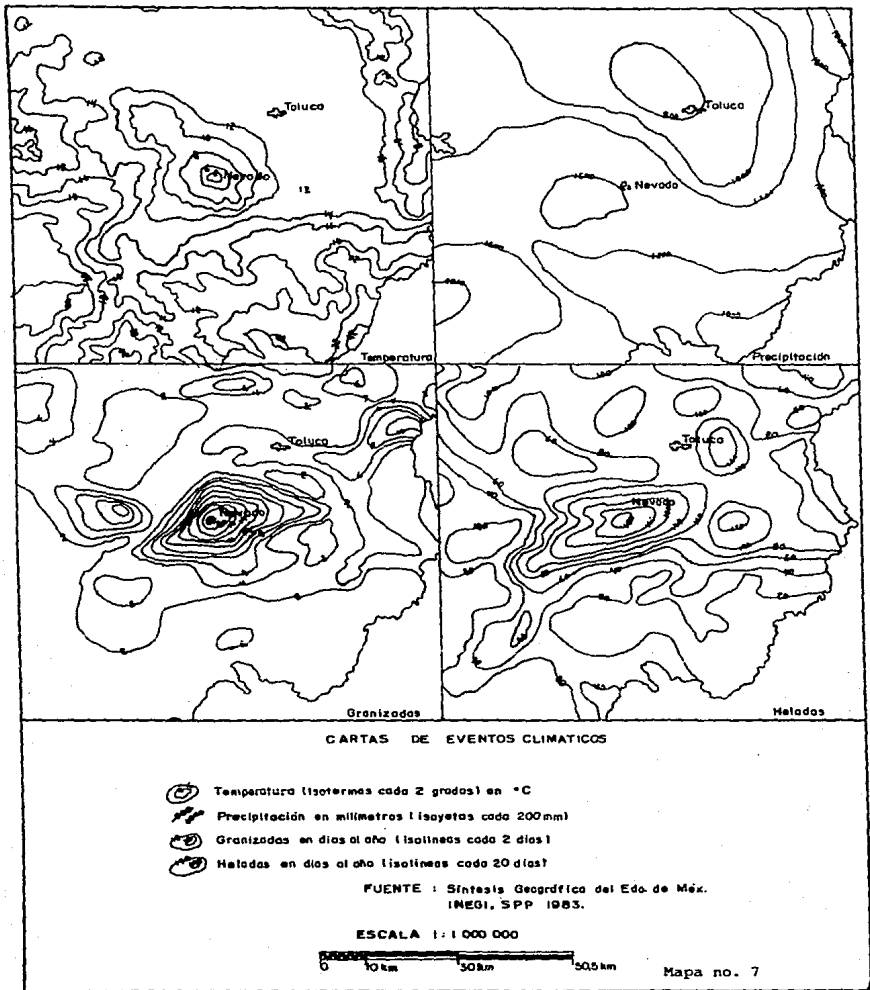
Sin embargo, en términos generales, la precipitación anual es alta y sigue una curva normal de distribución, al igual que la temperatura (gráfica No. 1). Las nevadas y las granizadas no son tan frecuentes (25.5% entre las dos) y las temperaturas mínimas extremas bajan en pocas ocasiones de los 0°C, lo que contribuye a disminuir los efectos de la falta de humedad en ciertos períodos, aún cuando comparativamente el número de días con heladas y granizadas sea el mayor en todo

Gráfica no. 1. Climograma de  
la estación Nevado de Toluca

Clima E (T)H  
4 120 m. s. n. m.

Lat. 19° 07' N  
Long. 99° 46' W





el estado, junto con el Popocatépetl y el Iztaccíhuatl (mapa No.7).

Por otro lado, las condiciones de humedad y temperatura varían también con respecto a la topografía y a la acción de los vientos dominantes S y SW, lo que indica que las depresiones y cañadas protegidas que se localizan al NE y E, tengan en forma natural mayor humedad y más estabilidad en su temperatura; parte de este hecho lo confirma la información de la tabla no. 2, sobre las variaciones de las isotermas según la orientación de la ladera y la altitud.

#### 7. Hidrología

Todos los escurrimientos superficiales que descienden del Nevado tributan a dos cuencas hidrográficas, correspondientes a los ríos Lerma y Balsas, que en general son la fuente de abastecimiento de agua para las poblaciones cercanas a la ciudad de Toluca, para su zona industrial y 36 000 has. de riego (PROTIMBOS, 1972).

De la porción N-NW del volcán descienden los arroyos la Fábrica, Terrerillos y Cano, que junto con el Zacango y las Cruces, provenientes de la ladera NE, alimentan a los ríos Santiago, San Agustín, Calimaya, Mexicaltzingo y Verdiguél, todos ellos afluentes directos del río Lerma (Boys y Vela, inédito).

Del WNW bajan los arroyos la Hortaliza y Pichintogiii, que tributan a la subcuenca del río Temascaltepec, la cuál forma parte de la cuenca del río Balsas.

De la ladera W parte el arroyo Agua Blanca, que se reúne aguas abajo con los arroyos del Jabalí, Nava y Chiquiuitero que escurren del flanco SW, para alimentar el cauce del río Sultepec y el del Amacuzac, ambos también situados en la cuenca del río Balsas.

Finalmente, existen otros arroyos tributarios como la Cieneguilla al SSE, el Grande al SE y la Ciénaga al E, los

cuales también aportan sus aguas al río Amacuzac.

Por otro lado, existen dos cuerpos de agua permanentes que ocupan parte de las depresiones del interior del cráter. El mayor de ellos, situado al W del Ombligo es la Laguna del Sol, el cual mide 760 mts. de largo y 500 mts. de ancho; el menor corresponde a la Laguna de la Luna, con un diámetro aproximado de 200 mts. (Villalpando, 1968).

La alimentación de estos cuerpos incluye tanto el agua de precipitación por lluvia, nieve y granizo, como la que es aportada por los procesos de condensación. La evaporación es menor que en el exterior, dada la constante nubosidad y las propiedades de estabilidad térmica, así como la protección que ofrece la topografía ante los vientos dominantes.

Finalmente, se encuentran además otras dos depresiones pequeñas que corresponden a lagunas intermitentes, localizadas al norte y al sur de la Laguna de la Luna.

#### 8.- Vegetación.

Entre los trabajos más detallados que existen sobre la vegetación del Nevado, destacan los de índole forestal como el de PROTÍMBOS (1972) y el de Boyás y Vela (inédito), cuyos enfoques son hacia el uso del suelo en el primero y florístico-ecológico en el segundo.

En el estudio de PROTÍMBOS se señala que de un total de 48571 has., un 77.24% es netamente forestal y de éste, más de la mitad corresponde a bosques poco densos, talados y mezclados con zonas agrícolas y ganaderas; de la cantidad restante, 11.22% son zonas de cultivo, 8.4% son pastizales inducidos, 0.81% matorrales secundarios, 1.99% roqueríos y arenas en donde se encuentra asentada la vegetación alpina y 0.07% ocupada por las lagunas.

En el trabajo de Boyás y Vela se reportan los siguientes tipos de vegetación: Bosque Mesófilo de Montaña, localizado en las laderas S, E y O por debajo de los 3000 m.s.n.m.;

bosque de Abies religiosa, el cual se encuentran e todas las vertientes a altitudes diferentes que oscilan entre los 3 000 y los 3 500 m; el bosque de Pinus montezumae registrado solo en el lado E y el N entre los 3 000 y los 3 200 m.s.n.m.; el bosque de Pinus hartwegii presente en todos los flancos a partir de los 3 500 m hasta el límite inferior de la vegetación alpina; el zacatonal alpino, desde aproximadamente 4 000 m hasta 4 200 m; y por último, la pradera alpina que se distribuye por toda la cima del volcán a partir de los 4 200 m.

Aún cuando estos y otros autores coinciden en la presencia de dos tipos de vegetación alpina (zacatonal y pradera o páramo de altura), en el país, en esta investigación se utilizan los criterios propuestos por Rzedowski (1978), en donde se considera un sólo tipo de vegetación (zacatonal alpino) que posee dos asociaciones determinadas por la altitud.

Para el caso del zacatonal del Nevado se ha descrito únicamente la vegetación del interior del cráter (Villalpando, 1968), denominando a ésta como zona alpina, dividida en cuatro zonas ecológicas que son caracterizadas por la pendiente, la estabilidad del sustrato, la profundidad y desarrollo del suelo y las condiciones microclimáticas.

Las inferencias sobre el zacatonal son indirectas en dicho trabajo, reconociendo su existencia sólo en las porciones exteriores entre los 3 900 y los 4 200 m.s.n.m. y limitando al páramo de altura entre los 4 200 y los 4 500 m.s.n.m.

#### 9.- Fauna.

Los reportes que existen sobre diferentes especies faunísticas del zacatonal alpino del Nevado de Toluca son muy escasos, obteniéndose tan solo una lista preliminar de vertebrados terrestres al conjuntar la información del trabajo realizado por Almeida et al (1985), la de Villalpando (1968) y observaciones a lo largo de las salidas de campo.

Según esta relación, en el volcán se encuentran especies como Silvilagus floridanus (conejo castellano), Silvilagus cunicularis (conejo de monte), Mephitis macroura (zorrillo listado), Lynx rufus (lince) Canis latrans (coyote) Corvus corax (cuervo), Falco peregrinus (halcón peregrino), Peromyscus melanotis (ratón de campo), Junco phaeotus y Sciloporus gramicus microlepidotus (lagartija).

Se considera que deben existir además en el lugar, otros roedores cosmopolitas debido a la acción del hombre y muy ligados a él, como son Mus musculus, Ratus ratus y Ratus norvergicus.

#### 10.- Impacto humano

La influencia de las actividades humanas se incrementó en el Nevado a partir de la década de los treinta, debido a la construcción de la carretera que llega hasta el interior del cráter. Para reducir la influencia de la tala y otros factores de perturbación, en 1936 se declara como Parque Nacional a todas aquellas porciones que se encontraran por arriba del límite de los 3 000 m.s.n.m.; cota que fue recorrida a los 4 000 m.s.n.m. al año siguiente de su promulgación como reserva, para permitir la explotación de los bosques por los pobladores de la comarca.

Así, su superficie original se vio reducida en un 23.9% (16 000 has.), restando un área total de 51 000 has., las cuales debe poseer supuestamente en la actualidad el parque (Vargas, 1984).

Pese a su carácter como reserva natural, existen serios problemas en la tenencia de la tierra, lo que se refleja en los datos reportados para cada régimen de propiedad por Vargas (1972) y PROTIMBOS (1984), en cuanto a la cantidad de hectáreas ejidales, privadas, comunales y federales. Esto aunado al incumplimiento de las indemnizaciones por parte del estado, ocasiona la ingerencia y la ocupación del



espacio del parque como zona de pastoreo, de explotación forestal continúa en sus alrededores y la falta de infraestructura administrativa.

Aún cuando los problemas de incendios son más graves en las porciones boscosas de todo el volcán (Marín, 1984), los zacatonales son también constantemente quemados con el fin de inducir el crecimiento de los brotes internos y hacerlos palatables para el ganado. Esta práctica provoca cambios importantes en la composición florística y en las condiciones ambientales de los mismos.

Sin embargo, no se han llevado a cabo aún, estudios que permitan cuantificar el efecto del impacto en el área de estudio.

A esto se suma el efecto provocado por los visitantes a través de la acumulación de basura, la proliferación de veredas y la extracción de especies, que como el Eryngium pro-  
teiflorum, resultan agradables como ornato :

Para el correcto funcionamiento del parque se precisa que algunos de estos aspectos sean considerados tanto por las autoridades competentes como por estudiosos de la flora y fauna del Nevado.

### III. METODOLOGIA

La metodología empleada es una modificación a la de Zurich Montpellier (Van der Hammen, et al., 1983), la cual está basada en la descripción florística de la vegetación a través del empleo de levantamientos o relevés y consiste de una superficie con dimensiones equivalentes al área mínima a esta vegetación (Werger, 1973), en la que se registran datos detallados sobre las características físicas del lugar, junto con un inventario florístico de plantas vasculares y no vasculares, de las cuales se especifican los aspectos estructurales y de distribución, así como los valores de cobertura expresados en porcentaje por especie. Todos estos datos son vaciados en formas de campo previamente establecidas.

Todas estas técnicas se utilizan tanto para la vegetación de tipo zonal (determinadas principalmente por el clima) como para las azonales (caracterizadas por el suelo y otros factores ambientales específicos, como la humedad y la topografía), según los criterios y conceptos manejados por Walter (1977).

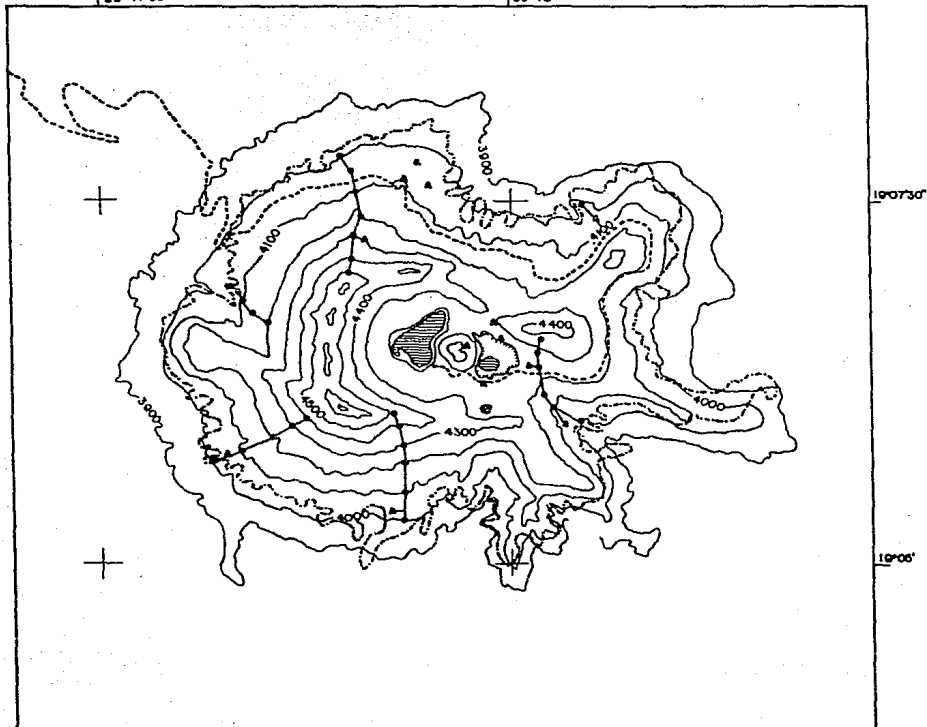
Se delimitaron unidades aparentes de vegetación, rocas, suelos y geomorfología, sobre fotografías aéreas blanco y negro (escala 1:37,000) tomadas por el SECTE en el año de 1983. Estas mismas sirvieron para la selección de zonas de muestreo que fueron complementadas con las consideraciones de las visitas previas de campo.

La colecta y el muestreo de ejemplares del Zacatonal Alpino se desarrolló de julio de 1984 a noviembre de 1985, tratando en todo caso de cubrir un ciclo anual completo.

Para la vegetación zonal se realizaron seis transectos altitudinales que comprenden treinta levantamientos, los cuales siguieron direcciones N, S, E, W, NE y SW, sobre las laderas exteriores del volcán y entre los 4000 y los 4500 m.s.n.m. que delimitan al zacatonal. Cada levantamiento fue dispuesto a in-

100°47'30"

100°45'



## LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

- Muestreo zonal
- ▲ Muestreo azonal
- Rumbo de los perfiles
- Límite del Páramo

- Curvas de nivel
- Brecha
- Cuerpo de agua
- Depresión

Escala 1:50 000

0 500m 1km 2km 3km

Mapa no. 8

tervalos de 100 metros de altitud, comprendiendo en la mayor parte de los casos setenta metros cuadrados (10 x 7 m), según las recomendaciones de Cleef (comunicación personal) y los datos reportados por otros autores para zacatonales alpinos (Westhoff y Maarel, 1973).

A partir de los 4400 m.s.n.m. los cuadros fueron en general más pequeños (aproximadamente nueve metros cuadrados), pero en todos los casos se localizaron con ayuda de brújula, altímetro y la carta topográfica del INEGI (1976), escala 1:50,000 (mapa 8).

Además de los transectos para la vegetación zonal fueron realizados trece levantamientos azonales en diferentes puntos, tanto dentro como fuera del cráter, cuya superficie varió dependiendo de las características de las especies encontradas y de las condiciones particulares del terreno (de 1 m<sup>2</sup> hasta 70 m<sup>2</sup>).

Para cada levantamiento se obtuvo la descripción física del lugar, la composición florística y estructural, así como los valores de cobertura porcentual por estrato y especie, tanto vasculares como no vasculares. Además, se efectuaron dos perfiles a escala del sitio de muestreo, uno vertical y otro horizontal, los cuales representan la distribución general de los ejemplares en el levantamiento, así como la estructura de la vegetación.

En el procesamiento de datos se obtuvo la lista florística de las plantas vasculares del zacatonal alpino del lugar, cuyos ejemplares han sido ya etiquetados y se encuentran depositados en el Laboratorio de Biogeografía para su posterior envío a los diferentes herbarios del país. Los musgos, líquenes y hepáticas fueron enviados a los especialistas correspondientes, para su correcta determinación. Se anotó la forma de vida y de crecimiento que le correspondía a cada especie de planta vascular, siguiendo los lineamientos propuestos por Raunkier (1934).

y modificados por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

Con las tablas se determinaron las asociaciones presentes en el Nevado de Toluca. Complementariamente, se aplicó el índice de Sorensen (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) a los levantamientos de las diferentes asociaciones.

Se revisaron además los ejemplares de las colecciones depositadas en los herbarios como el de Comisión Botánica Exploradora del Estado de México, el del Instituto de Investigaciones Forestales (SARH) y el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM, con el objeto de cotejar la determinación de los colectados a lo largo del trabajo, así como el de obtener los datos de distribución geográfica.

Con los datos físicos se confeccionaron perfiles temáticos integrales para cada una de las laderas trabajadas, tomando como base la información de las cartas temáticas del INEGI (1976). Estas últimas fueron reproducidas o modificadas al elaborar mapas temáticos del Nevado, según escalas variables. En algunos casos, la información fue obtenida de la interpretación de fotografías aéreas y las observaciones de campo.

Se realizó una tabla de intervalos altitudinales basándose en los datos obtenidos en los herbarios y las colectas.

Se confeccionaron los espectros de vida para la vegetación alpina en general y de las asociaciones de la vegetación zonal y azonal, además de representarse en gráficas las afinidades fitogeográficas a nivel de familia, género y especie (aunque en el último caso los datos fueron preliminares), al igual que una tabla que contiene la información de la distribución de las especies alpinas en el país y porciones adyacentes, y otra una tabla con los intervalos altitudinales en las que estas mismas se encuentran.

Finalmente, con el objeto de hacer destacar los aspectos físicos más importantes que influyen en la localización de

las asociaciones en el Nevado, se realizó un traslape e interpretación de la cartografía temática, con el apoyo de la fotointerpretación y las observaciones de campo, así como la confección y análisis de perfiles temáticos integrales, que conjuntan toda la información de tipo geológico, topográfico, edafológico y de la vegetación alpina.

#### IV.- RESULTADOS.

##### 1.- Descripción de la vegetación.

Dentro de este trabajo se maneja el concepto de asociación empleado por la escuela de Zürich-Montpellier - en la que se define a ésta como una "comunidad vegetal de composición florística definida, la cuál presenta una fisionomía uniforme, creciendo en habitats de condiciones homogéneas" (Shimwell, 1971. Estas agrupaciones o comunidades están determinadas por diferentes factores ambientales, los cuales varían según circunstancias específicas como el clima en el caso de las zonales y - el suelo u otras características muy particulares para el de las azonales.

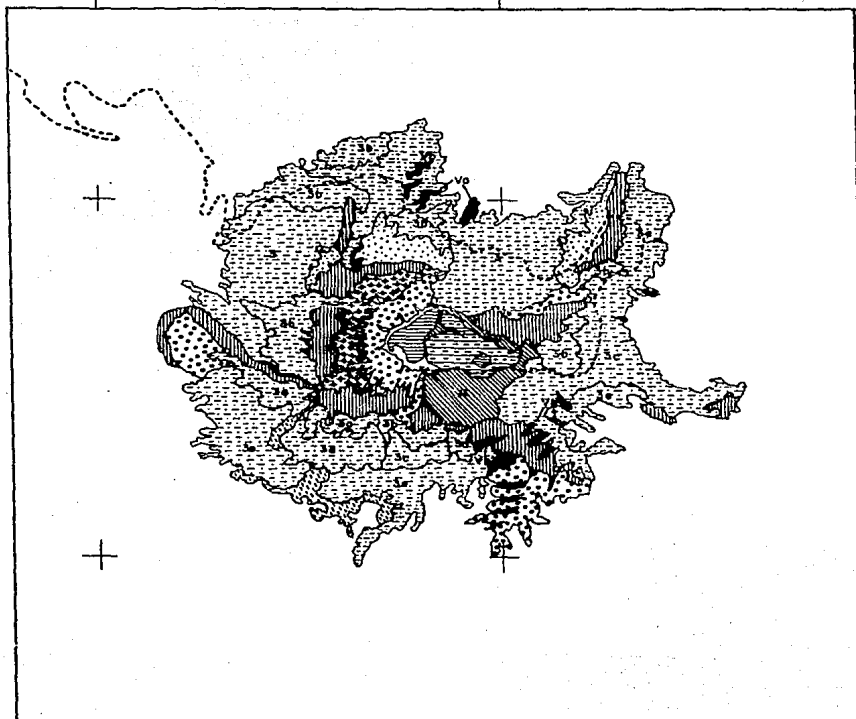
Para la determinación de las asociaciones zonales de zacatonal alpino se considera a la altitud como un parámetro importante, ya que determina un gradiente, a cuya acción se suman otros factores como la topografía, la geomorfología, los aspectos climáticos y el substrato, que ayudan a la definición de subasociaciones o en casos más específicos aún, de asociaciones azonales.

A continuación se presentan las descripciones de las asociaciones encontradas en el Nevado de Toluca, así como de sus subasociaciones y comunidades (las cuales no se consideran dentro de ninguna de las dos categorías - debido a la falta de levantamientos que permitan asegurar su inclusión).

Se separaron los estratos encontrados por la diferencia de alturas clasificándose como rasante a los ejemplares que estaban entre 0 y 10 cm y como herbáceo de - 10 a 50 cm o más, quedando así incluidas en el primero.

99° 47' 30"

99° 45'







10° 07' 30"







10° 05'

### MAPA DE VEGETACIÓN ALPINA

#### ASOCIACIONES ZONALES

-  1 *Umbilicaria* hirsuta  
 2 *Festuceto* l. - *Draba* h.  
 3 *Calamagrostium talucensis*  
 3a Subsoc. *Calamagrostis* l. - *Festucetosum* l.  
 3b Subsoc. *Calamagrostis* l. - *Eryngetosum* p.  
 3c Subsoc. *Calamagrostis* l. - *Lupinetosum* m.  
 3d Subsoc. *Calamagrostis* l. - *Muhlenbergietosum* m.  
 3e Subsoc. *Calamagrostis* l. - *Agrostietosum* l.  
 Sin vegetación aparente

#### ASOCIACIONES AZONALES

-  I *Umbilicaria* h. - *Umbilicarietum* aff. g.  
 II *Arenaria* p. - *Plantagetum* l.  
 IIIa S. *Arenaria* p. - *Drabaetosum* d.  
 III *Eryngio* p. - *Festucetum* l.  
 IV *Calamagrostis* l. - *Blepharotetum* l.  
 V *Lupinetum montanae*  
 Va S. *Lupinetum* m. - *Blepharotetosum* l.  
 Vb S. *Lupinetum* m. - *Penstemonetosum* g.  
 VI *Penstemon* g. - *Calamagrostietum* l.

0 500m 1 km 2 km 3  
 Escala 1: 60 000

Mapa no. 9





tanto especies vasculares, como líquenes, musgos y hepáticas, y en el segundo solo plantas vasculares.

### 1.1 Vegetación zonal.

Analizando la tabla zonal de la vegetación alpina -- del Nevado de Toluca (tabla no. 3), se puede observar -- que ésta se encuentra comprendida entre los 3 970 y los 4 500 m.s.n.m. Altitudinalmente se presentan 2 asociaciones diferentes: la Umbilicarietum hirsutae de los -- 4 400 a los 4 500 m en las porciones N y S; y la del Calamagrostietum tolucensis que se encuentra en todas las vertientes desde los 4 000 hasta los 4 300 m.s.n.m.

Esta última comprende a su vez cuatro subasociaciones: el Calamagrostio t.- Festucetosum t. a los 4 300 en las porciones N y SW; el Calamagrostio t.- Bryngietosum p. -- desde los 4 150 hasta los 4 300 m y en la cara N de los 3 970 a los 4 180 m.s.n.m.; la del Calamagrostio t.- Lupinetosum m. distribuida a los 4 200 en la ladera S, a los 4 100 en las vertientes S y E, y a los 4 000 en la parte NNE y finalmente, el Calamagrostio t.- Agrostietosum t. a los 4 00 m.s.n.m., en las vertientes E, SW y S (mapa no. 9).

Se encontró además una comunidad de Festuca livida y Draba nivicola a los 4 400 m.s.n.m.

A continuación se describen cada una de las agrupaciones encontradas.

#### 1.1.1 Asociación Umbilicarietum hirsutae (número 1 en la tabla 3).

Se presenta sobre litosoles muy pedregosos, que se -- sitúan en lugares con pendientes abruptas entre 18° y 30°.

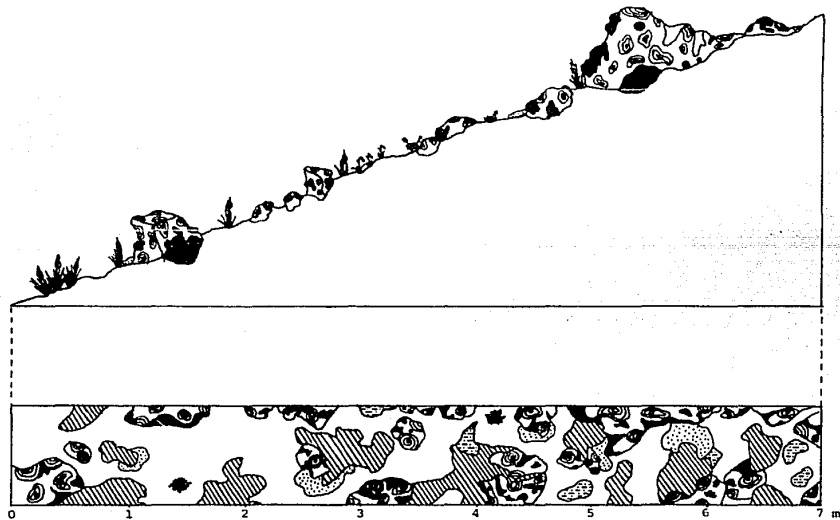


Fig. 2. Asociación 1 . *Umbilicarietum hirsutae*.  
Levantamiento 1.8

La vegetación cubre 40% de la superficie y fisonómicamente está dominada por las plantas del estrato rasan te, en donde las fanerógamas tienen una cobertura de 35% y las briofitas 30%, encontrándose éstas últimas principalmente sobre la superficie de las rocas.

Existen diferencias entre la asociación de la zona N y la de la S, pues la de la vertiente S posee una mayor cantidad de especies vasculares y no vasculares, siendo aquí notoria la falta de Trisetum spicatum el cuál es un elemento fisonómico importante en los levantamientos de la cara N a estas altitudes, apareciendo en lugar de éste especies que se desarrollan mejor a altitudes menores como es el caso de Plantago toluensis, Erysimum capitatum y Gnaphalium lavandulaceum.

Otra variante entre estas dos laderas es el alto valor del líquen Parmeliopsis sp. (25%) en la porción S, ya que en la ladera N tiene valores de tan solo 1%.

Esta asociación comprende 22 especies de las cuales 13 son briofitas y 9 son plantas vasculares.

La especie característica es Umbilicaria hirsuta, que posee los valores más altos de cobertura, ocupando un 7% en la porción N y 30% en la S. Otras especies importantes son Umbilicaria aff. africana con una cobertura promedio de 5%, Draba nivicola con 5%, Festuca livida con 7% y Parmeliopsis sp.

Entre las especies exclusivas se tiene a Alectoria ochroleuca y a Xanthoria elegans y entre las raras a Leprocaulon gracilencens y Toninia sp.1.

Levantamiento tipo : 1.8 ( figura no. 2).

1.1.2 Comunidad de Festuca livida y Draba nivicola. (añ

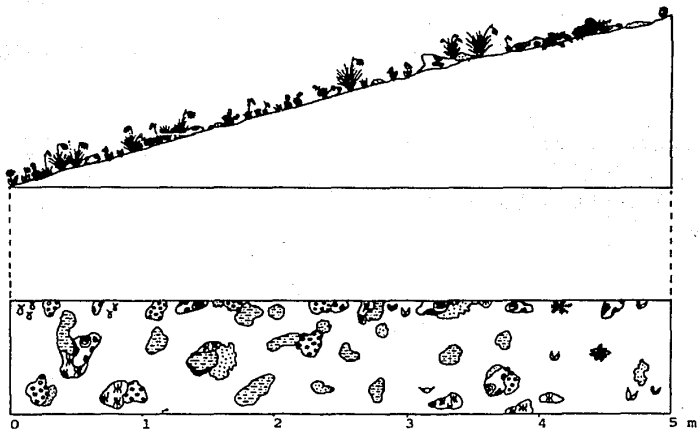


Fig. 3. Asociación 2. Festuceto 1. - Drabetum n.  
Levantamiento 6.1

mero 2 en la tabla 3).

Esta se presenta en la ladera S del volcán a los --  
4 400 m.s.n.m., sobre un talud de pequeños derrubios --  
con una pendiente abrupta de 30°, se desarrolla en una  
transición entre suelos regosoles y litosoles caracteri-  
zados por su poca consistencia, además de su alta permeabilidad y pedregosidad.

La cobertura vegetal es de 35%, siendo dominada físicamente por el estrato de plantas rasantes con 30% de la superficie, y dentro de éste, las vasculares representan el valor más alto, pues las briofitas ocupan solo 5%.

La comunidad está compuesta por 16 especies, de las cuales 9 corresponden a vasculares y 7 a líquenes crustáceos y musgos.

Las plantas características de la misma son Festuca livida y Draba nivicola, que poseen los valores más altos de cobertura (10%). Dentro de esta comunidad es también importante Luzula racemosa, alcanzando 10% de cobertura y Erysimum capitatum con 2%, aunque ninguna de ellas es exclusiva de la comunidad, categoría en la que solamente puede colocarse Phacelia platycarpa a pesar de que posee solo 1% de cobertura.

Dado la falta de grandes rocas en donde asentarse, los líquenes crustáceos presentes son escasos, pues la mayor parte del sitio está cubierta por fragmentos pedregosos pequeños.

Levantamiento tipo: 1.6 ( figura no. 3).

1.1.3 Asociación Calamagrostietum tolucensis (número 3 en la tabla 3).

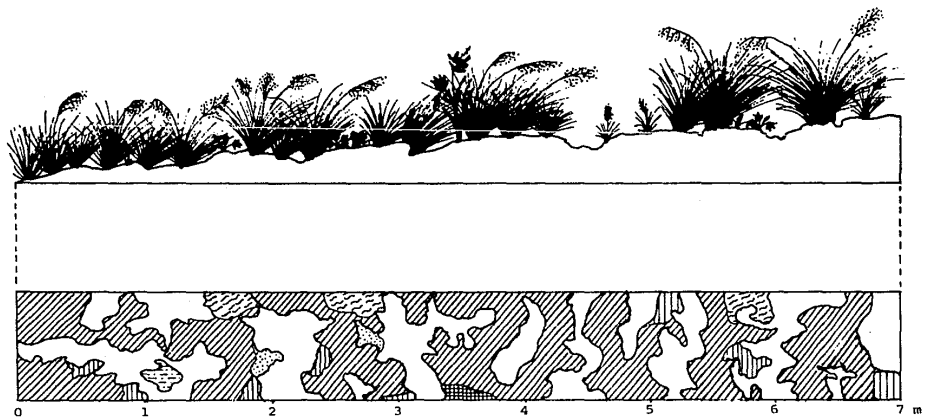


Fig. 4 . Asociación 3 . Calamagrostietum toluensis  
Levantamiento 1.2

Se presenta en todas las vertientes del volcán de -- los 4 000 a los 4 300 m.s.n.m., principalmente sobre an dosoles y andosoles-regosoles y en menor medida, sobre regosoles-litosoles y raramente en litosoles, todos con pendientes que van de los 4° a los 30°.

Desde el punto de vista fisonómico, el estrato que -- predomina es el herbáceo con una altura de 50 cm, el -- cuál posee una cobertura promedio de 70%, siendo tam-- bién este valor el general para toda la cubierta vege-- tal. El estrato rasante posee una cubierta promedio de 30%, es muy rico en especies tanto vasculares como no -- vasculares, ya que las primeras alcanzan 30% y las se-- gundas 25%; finalmente se presenta un estrato arbóreo -- mal desarrollado en las porciones más bajas de la aso-- ciación, representado únicamente por Pinus hartwegii.

Existen 71 especies en total, de las cuales 42 co--- rresponden a fanerógamas y 29 a briofitas.

La especie dominante de la asociación es Calamagros-- tis toluensis, la cuál se encuentra con altos valores -- y en forma continua en todos los levantamientos de la -- misma ( alrededor de 60% de cobertura). Otras especies -- importantes como Eryngium proteiflorum, Festuca toluen-- sis, Lupinus mexicanus y Agrostis toluensis, poseen u-- na disposición irregular en el lugar, con altos valores -- de cobertura sólo en porciones muy localizadas, donde -- forman subasociaciones como codominantes de Calamagros-- tis.

Una especie presente en todos los levantamientos de la asociación en forma constante y restringida solo a -- ésta es Draba jorullensis, la cuál por poseer bajos va--



lores (2% en promedio), es considerado como especie acompañante.

Son frecuentes también Gnaphalium liebmanii, Cerastium mollle, Cladonia coniocraea, Leptodontium sp.1 y Stephaniella sp.

1, aunque con valores pequeños (entre 1 y 3%). La mayoría de las briofitas pueden considerarse como raras en esta asociación, así como algunas vasculares entre las que se encuentran Halenia crassiuscula, Potentilla richardii, Sisyrinchium quadrangulatum y Asplenium monanthes.

Levantamiento tipo: 1.2 (figura no. 4).

a) Subasociación Calamagrostis t.- Festucetosum t. (número 3a en la tabla 3):

Se presenta en suelos regosoles-andosoles o litosoles con pendientes entre 13° y 25° sobre substratos muy pedregosos a altitudes de 4 300 m.s.n.m., en las caras N y SW del Nevado.

La cubierta vegetal ocupa un 60%, de la cuál es más conspicuo el estrato herbáceo con un total de 55%, siguiéndole en importancia el estrato rasante con un 15% el cuál corresponde en su mayoría a las briofitas (14%) aunque las vasculares presentes en el estrato rasante alcanzan un 10%.

Posee un total de 29 especies, de las que 15 son fanerógamas y 14 líquenes, musgos y hepáticas.

El estrato herbáceo llega a los 50 cm de altura, está representado por las dos gramíneas características que le dan el nombre a la subasociación: Calamagrostis toluensis y Festuca toluensis la cuál corresponde a la especie diferencial.

Dentro del estrato rasante se encuentran Plantago toluensis y Gnaphalium lavandulaceum con valores entre 5 y 9%, así como otras especies constantes pero con bajas coberturas (2% en promedio), como Draba jorullensis, Gnaphalium liebmanii, Cladonia coniocraea, Umbilicaria hirsuta, además de otra briofita que aquí aparece por primera vez Leptodontium sp. 1.

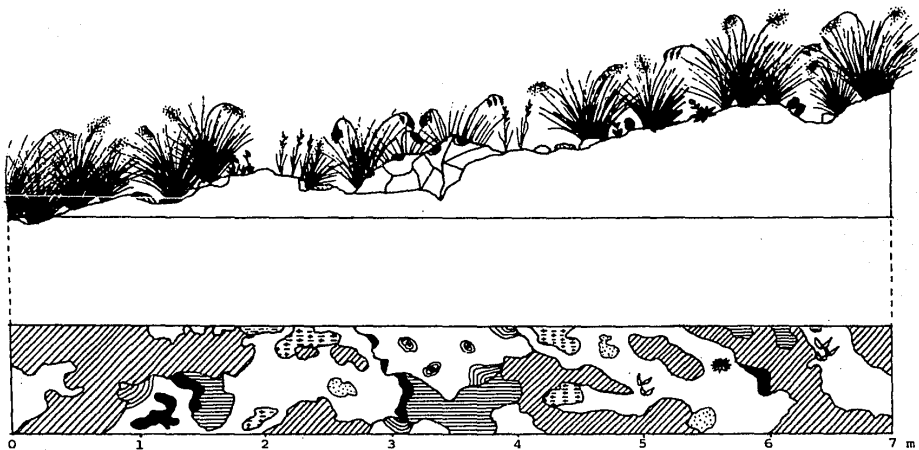


Fig. 5 . Subasociación 3a. Calamagrostis t.-Festucetum t.  
Levantamiento 1.6

Las especies raras de la subasociación son Haematomma venosum, Cladia aggregata, Cladonia chlorophaea y Asplenium monanthes.

Levantamiento tipo: 1.6 (figura no. 5).

b) Subasociación Calamagrostis t.-Eryngietosum p. (número 3b en la tabla 3).

Se distribuye sobre las vertientes E, W, N y S, desde los 4 150 hasta los 4 300 m en las dos primeras laderas, de los 3 970 a los 4 180 en la N y a los 4 300 en la cara S.

Los uselos donde se asienta son básicamente regosoles-litosesoles y en menor medida regosoles andosoles o bien andosoles-éricos, casi siempre pedregosos con pendientes muy variables que oscilan entre los 4° y los 25°.

La cobertura vegetal ocupa un 80% y de éste, el estrato -- que domina fisonómicamente es el herbáceo con un 65% en promedio, poseyendo además un estrato rasante bien representado en donde las vasculares tienen 20% y las briofitas 25%.

El número de especies totales es de 37, de las cuales 20 son fanerógamas y 17 briofitas.

Las plantas que dominan y caracterizan la subasociación -- son Calamagrostis toluensis y Eryngium proteiflorum, siendo además la última especie diferencial de la misma pues alcanza valores de hasta 30% y alturas de 70 cm.

Otras especies que aquí presentan los mayores valores de cobertura son Draba jorullensis, Cerastium molle y Gnaphalium liebmanii, mientras que Festuca toluensis, Agrostis toluensis y Plantago toluensis (éste último solo se encuentra en las porciones de mayor altitud) poseen valores entre 2 y 3%.

Las especies raras son Conyza schiedeana, Senecio roseus, Senecio belledifolius y Gnaphalium lavandulaceum entre las vasculares, y Stereocaulon vesuvianum, Xanthoparmelia sp.1 y Cladonia pyxidata entre los líquenes.

Levantamiento tipo: 5.4 (figura 6).

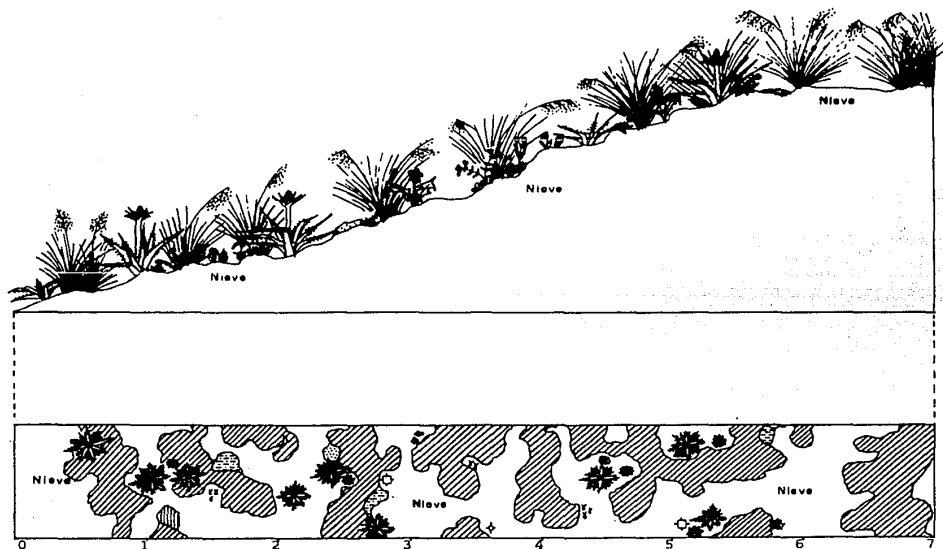


Fig. 6 . Subasociación 3b. Calamagrostis t.-Eryngietosum P.  
Levantamiento 5.4

c) Subasociación Calamagrostis t. - Lupinetosum m. (número 3c en la tabla 3).

Esta prospera en las laderas S, E, y NNE, de los 4 100 a los 4 200 m.s.n.m. en el lado S, a los 4 100 m en la cara E y a los 4 000 m en la vertiente NNE.

Los suelos en los que se encuentra son los regosoles, los regosoles-andosoles vítricos o definitivamente sobre andosoles vítricos, es decir sobre suelos regularmente desarrollados originados a partir de cenizas, pumitas y arenas volcánicas, con mayor contenido de materia orgánica pero con cierto grado de pedregosidad; en pendientes por lo general moderadas entre los 7° y los 20°.

La vegetación cubre el 60% de la superficie y de ésta, tanto el estrato herbáceo como el rasante están bien desarrollados, teniendo el primero un 50% y 40% el segundo, estando representadas las vasculares del rasante por un 40% y las briofitas del mismo por un 20%.

Así pues, Calamagrostis toluensis del herbáceo y Lupinus mexicanus del rasante, dominan fisonómicamente el lugar, siendo la segunda la especie diferencial de la subasociación.

Hay un total de 40 especies, 24 vasculares y 16 no vasculares.

El estrato herbáceo alcanza los 40 cm de altura y en ella figuran Eryngium proteiflorum (2%), Festuca toluensis (1%), Agrostis toluensis (4%), Muhlenbergia montana (2%) y Senecio mairretianus (<1%), todas ellas con valores menores que en otras subasociaciones; en el estrato rasante aparecen especies como Draba jorullensis, Gnaphalium liebmanii, Cerastium molle, Senecio belledifolius, Oxalis alpina, Hieracium mexicanus, Senecio roseus, Ranunculus donianus y Conyza schiedeana entre las vasculares con coberturas entre <1% y 15%, y entre las briofitas a Cladonia coniocraea, Peltigera aphtosa var. leucophlebia, Corella brasilensis, Leptodontium sp.1 y Stephaniella sp.1.

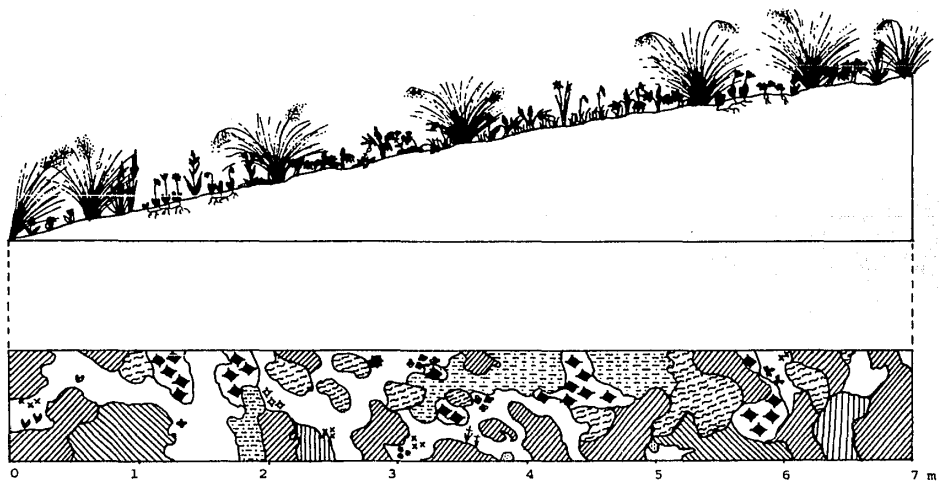


Fig. 7 . Suabasociación 3c. Calamacrostus t.- Lupinetosum m.  
Levantamiento 6.4

Dentro de las especies raras aparecen Vaccinium geminiflorum, Pinus hartwegii, Cerastium vulcanicum, Arenaria repens, Sisyrinchium quadrangulatum, Castilleja scorzonerifolia, Lupinus montanus, Erysimum capitatum, Cladonia sp.1 y Caloplaca sp.2.

Levantamiento tipo: 6.4 (figura 7).

d) Subasociación Calamagrostis t.- Agrostietosum t. (número 3e en la tabla 3).

Situada en las vertientes E, SW y S del Nevado a los 4 000 m, sobre andosoles húmido-órticos o andosoles-regosoles que son más desarrollados en comparación a los de las subasociaciones anteriormente descritas, poseyendo mayor cantidad de materia orgánica y pocas rocas; en pendientes entre los 17° y los 23°.

Fisonómicamente, la cubierta vegetal ocupa un 80% del terreno, con un estrato herbáceo dominante que tiene también el 80%, entremezclado con el rasante el cual es diverso alcanzando 35% (20% corresponde a las vasculares de este estrato y 25% a las briofitas).

Las gramíneas caracterizan a la subasociación, son Calamagrostis tolucensis y Agrostis tolucensis, ésta última es la especie diferencial de la subasociación.

Existen 42 especies, de las cuales 34 son fanerógamas y 8 briofitas.

El estrato herbáceo en general alcanza los 50 cm, teniendo entre sus componentes a Eryngium proteiflorum, Festuca tolucensis, Muhlenbergia montana y Senecio mairertianus con valores entre 2 y 15%. En esta subasociación aparece un estrato arbóreo escaso y mal desarrollado representado por Pinus hartwegii (1% en general).

El estrato rasante es rico y está representado por plantas como Lupinus mexicanus, Senecio belledifolius, Draba jorullensis, Gnaphalium liebmanii, Cerastium molle y Gonyza schie-



Fig. 9. Subasociación 3e. Calamagrostis L. - Agrostietosum A.  
Levantamiento 5.2



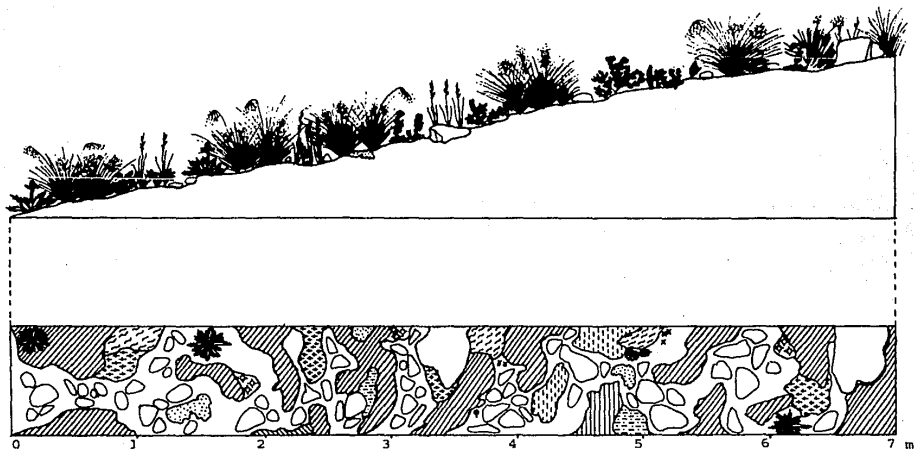


Fig. 8. Subasociación 3d. Calamagrostis t.- Muhlenbergietosum m.

Levantamiento 8.3

deana, con valores entre 2% y 11% además de presentarse a --  
lo largo de la misma continuamente. Otras especies del estrato rasante, pero que poseen pequeños valores (1%) son Oxalis alpina, Hieracium mexicanum, Ranunculus donianus, Sysirinchium quadrangulatum, Cladonia coniocraea, Leptodontium sp.1 Stephaniella sp.1 y la hepática 2.

Las especies raras son Alchemilla procumbens, Agrostis exarata, Potentilla ranunculoides, Plantago linearis, Trisetum aff. angustifolium, Castilleja scorzonifolia, Lupinus montanus, Peltigera aphtosa var. leucophlebia y Caloplaca sp.2.

Levantamiento tipo: 5.5 (figura no. 9).

Por último cabe destacar la presencia de Muhlenbergia montana en forma abundante en la cara SW del volcán, desarrollándose sobre substrato preferentemente pedregoso aunque con cierto contenido de materia orgánica (regosoles-litosoles), a los 4 100 m junto con Calamagrostis tolucensis - (número 3d en la tabla 3 ; figura no. 8.

Las especies acompañantes a las asociaciones y comunidades de la vegetación zonal ya descritas son Luzula racemosa, Arenaria bryoides, Trisetum spicatum y Senecio procumbens -- entre las vasculares y Xanthoparmelia hypomelaena, Eryoman-ginia saint-pierrei, Caloplaca saxicola, Rhizocarpon geographicum y Buellia alboatra, entre los líquenes y musgos.

## 1.2 Vegetación azonal.

En la tabla azonal (tabla no. 4), se pueden observar las diferentes asociaciones y comunidades presentes, las cuales se distribuyen desde los 4 020 a los 4 280 m.s.n.m.

Debido a que éstas no dependen primordialmente de la altitud sino de una serie de factores entre los que destacan el tipo de substrato, las condiciones geomorfológicas y el mi-



croclima, la tabla no sigue un arreglo altitudinal agrpándose las especies de los trece levantamientos realizados, - de acuerdo a los valores de cobertura y presencia.

Las asociaciones y comunidades encontradas son: la comunidad de Umbilicaria hirsuta y Umbilicaria aff. africana -- (a 4 020 m de la ladera NNE), la asociación Arenario b. --- Plantagetum t. (a los 4 220 en la cara E, 4 240 en la exposición N del interior del cráter y a los 4 280 m en la vertiente N del exterior del mismo), la asociación Eryngieto p. - Festucetum t. (entre los 4 170 y los 4 240 m.s.n.m. de las exposiciones S y E del interior del cráter), la asociación de Lupineto montane (localizada también al N a los 4 060 m, y al E a los 4 020 m), y por último la asociación Penstemono g. - Calamagrostietum t. (distribuida en la porción SW a los 4 020 y en la S a los 4 070 m.s.n.m.). (mapa

1.2.1. Comunidad Umbilicario h. - Umbilicarietum aff. a. (número 1 en la tabla 4).

Se localiza sobre la porción inferior del gran talud de derrubios recientes (corrientes cordadas de bloques) de la ladera NNE, el cual termina a los 4 020 m con una pendiente de 8°. Esto significa que el substrato son grandes fragmentos rocosos dispuestos en capas a manera de grandes lenguas en donde la vegetación de líquenes y musgos cubre casi el 100% de éstas, siendo muy rica la representación de los líquenes, pues del total de 22 especies, 20 son líquenes y solo 2 son musgos.

En la capa superior más expuesta, se hallan dos especies de líquenes que conjuntamente ocupan el 75% de su superficie: Umbilicaria hirsuta y Umbilicaria aff. africana, el resto de las rocas está cubierto por Bryomanginia saint-pierrei.

Otras especies importantes en la capa exterior son Xanthoparmelia sp., Buellia alboatra y Parmeliopsis sp. (de 5 a 15%)

además de Rhizocarpon geographicum, Xanthoparmelia hypome--  
laena, Caloplaca saxicola y Xanthoparmelia sp.2 (con valores  
promedio de 1%), presentándose aquí en forma rara Lasallia-  
sp.

En las capas inferiores de rocas es muy abundante Cladia  
aggregata y todo el resto de las briofitas en este nivel se  
consideran como raras, considerándose entre éstas a Clado--  
nia coniocraea, Cladonia chlorophaea, Cladonia coccifera, Le-  
procaulon gracilencens var. albicans, Peltigera sp.1 , Cora  
sp.1 y Leptodontium sp. 1.

Levantamiento tipo: 4.2

1.2.2. Asociación Arenario b.- Plantagetum t. (número 2\_  
en la tabla 4).

Se encuentra a los 4 220 en la parte E, a los 4 220-----  
4 240 dentro del cráter y a los 4 080 m en la vertiente N -  
en andosoles, andosoles-regosoles y litosoles, sobre pendien  
te entre los 8° y los 23°.

Fisonómicamente la cubierta vegetal es escasa, con solo\_  
35% , dominando el estrato rasante y dentro de éste son más  
abundantes las plantas vasculares con 25% , quedando a las\_  
briofitas un 4%.

Las especies características de la asociación son Arena-  
ria bryoides, planta acojinada que crece en las porciones -  
de suelo desnudo, y Plantago tolucensis que se presenta en  
forma cespitosa mezclado con las otras especies del lugar.

Hay 32 especies, de las cuales 18 son vasculares y 14 -  
briofitas.

Entre las más importantes del estrato rasante están Se-  
necio procumbens, Castilleja tolucensis, Festuca livida, E-  
rysimum capitatum, Draba nivicola, Umbilicaria hirsuta Um-  
biliaria aff. africana (entre 1 y 10%). Entre las espe---  
cies raras en la asociación están Calamagrostis tolucensis  
Festuca tolucensis, Cerastium molle, Bryomanginia saint-pie-

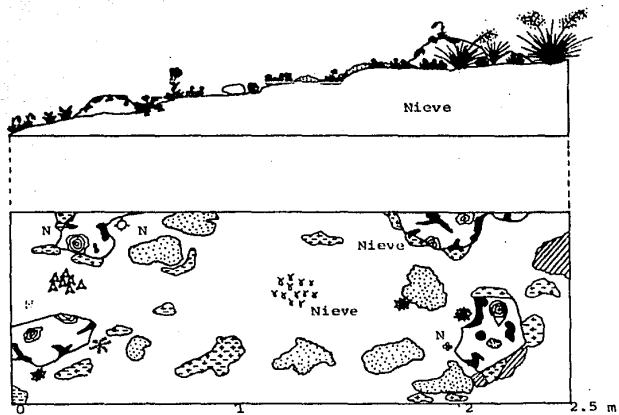


Fig. 10. Asociación II. Arenario b.- Plantacetum t.  
Levantamiento 5.3

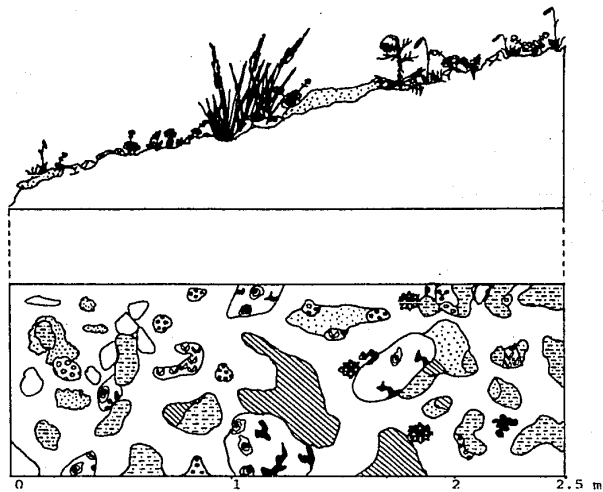


Fig. 11. Subasociación I1a. Arenario b. Drabctosum n.  
Levantamiento 7.1

reii, Xanthoparmelia hypomelaena y Rhizocarpon geographicum entre otras.

Debe agregarse que dentro de esta asociación existe un punto que presenta mayor porcentaje de cobertura de Draba nivicola, éste se localiza en el interior del cráter sobre suelos litosoles con pendiente de 23°, escaseando Plantago-tolucensis en el mismo (figura 11).

Levantamiento tipo : 5.3 (figura no. 10).

1.2.3. Asociación Eryngieto p.-Festucetum t. (número 3 - en la tabla 4).

Localizada dentro del cráter a altitudes entre los 4 170 y los 4 240 m, sobre suelos regosoles o regosoles-litosoles con pedregosidades altas o regulares, en pendientes suaves de 7° a 9°.

La vegetación abarca un 70%, siendo el estrato herbáceo el dominante con este mismo valor, el estrato rasante aquí alcanza 20%, pero la mitad de la cobertura corresponde a los líquenes que se encuentran en la superficie de las rocas.

Las especies características de la asociación son Eryngium proteriflorum y Festuca tolucensis, ambas con 60 cm de altura.

Suman 26 el total de plantas, 12 vasculares y 14 no vasculares.

Especies importantes son Cerastium molle, Umbilicaria aff. africana, Parmeliopsis sp., Xanthoparmelia hypomelaena, y Bryomanginia saint-pierrei, pues sus valores están entre 3 y 12%.

Las especies raras abarcan a Arenaria bryoides, Calamagrostis tolucensis, Conyza schiedeana, Cerastium vulcanicum, Phacelia platycarpa, Rhizocarpon geographicum, Cladonia coniocraea y Peltigera aptosa var. leucophlebia.

Levantamiento tipo: 7.2 (figura no. 12).



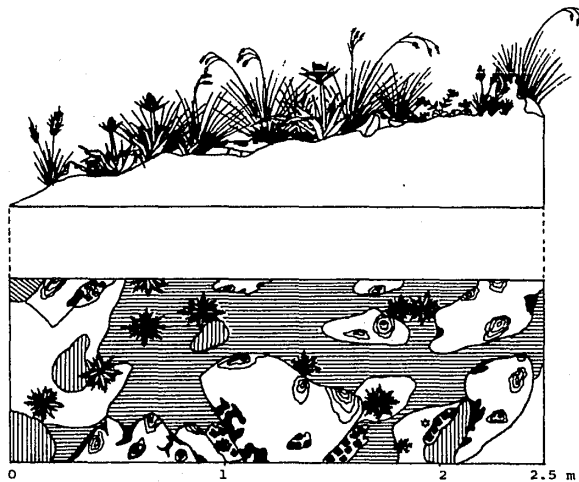


Fig. 12. Asociación III. Eryngieto p.- Festucetum t.  
Levantamiento 7.2

1.2.4. Asociación Lupinetum montane (número 5 en la tabla 4).

Prospera en lugares con suelos andosoles o andosoles-regosoles, entre los 4 060 y los 4 065 m en la cara N, y a los 4 020 en la cara E, sobre pendientes que oscilan entre 12° y 25°.

La cobertura vegetal es de 60%; fisonómicamente el estrato más importante es el herbáceo con un porcentaje similar al mencionado, se presenta además un estrato rasante mal desarrollado en general, con un 5% de cobertura promedio.

El total de especies es 30, de las cuales 23 son vasculares y 7 no vasculares.

La especie característica es Lupinus montanus, la que sobrepasa los 70 cm de altura. Otras especies importantes son Penstemon gentianoides, Calamagrostis toluensis, Muhlenbergia montana, Festuca toluensis y Agrostis exarata, todas ellas con valores menores a Lupinus que oscilan entre 1 y 50%.

Para el estrato rasante es notable la presencia de Blepharoneuron tricholepis, pues posee coberturas altas de 15% a 20%, el cual en la ladera N alcanza junto con Calamagrostis toluensis los más altos valores a una altitud de 4 070 m (figura no. 13).

Se presentan además Gonyza schiedeana (5%), Arenaria bryoides (<1%), Cerastium molle (<1%), Lupinus mexicanus (<1%), Hieracium mexicanus (<1%), Arenaria reptans (1%), Senecio roseus (5%), Alchemilla procumbens (4%), Calandrinia sp. (1%), Cystopteris fragilis (<1%), Xanthoparmelia sp.1 Stephaniella sp.1, Stephaniella sp.2 y Leptodontium sp.1 - (todas estas últimas también con valores menores a 1%).

Levantamiento tipo: 5.6 (figura 15) y 2.1 (figura no.14).

1.2.5. Asociación Penstemono g.- Calamagrostietum t. (nú-

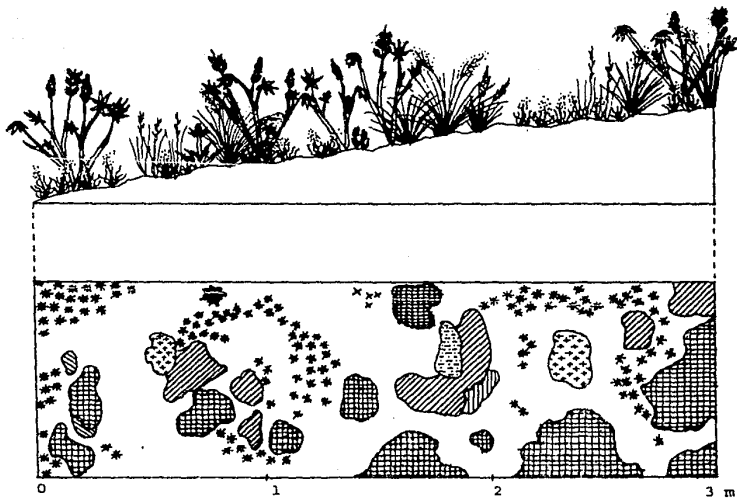


Fig. 14. Subasociación Va. Lupineto m.- Elepharonetosum t.  
Levantamiento 2.1

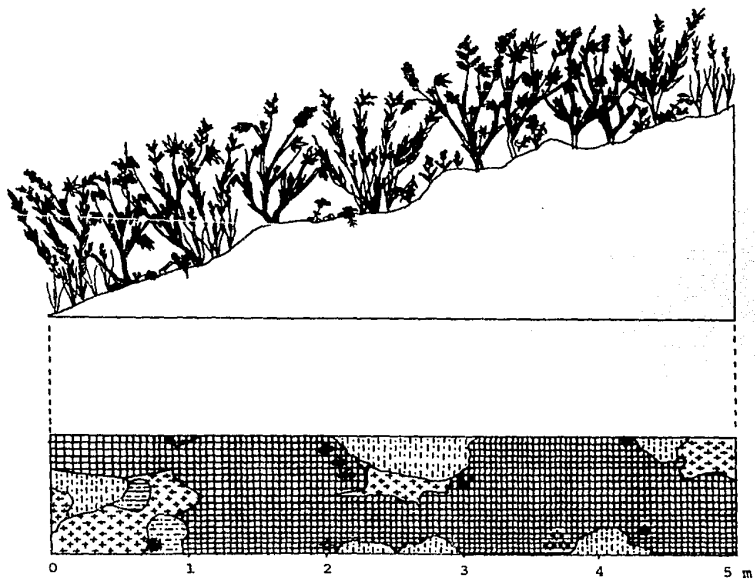


Fig. 15. Subasociación Vb. Lupineto m.- Penstemonetosum g.  
Levantamiento 5.6

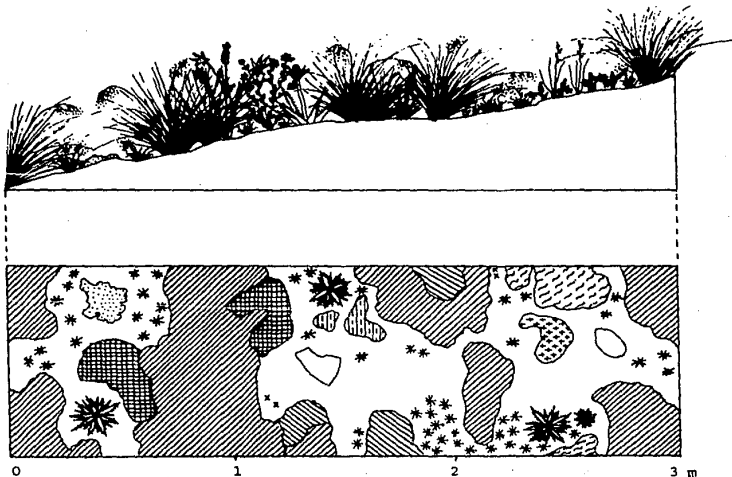


Fig. 13. Asociación IV. Calamagrostis t.-Blepharometum t.  
Levantamiento 2.2

mero 6 en la tabla 4).

Situada en las vertientes S y SW a alturas entre los --- 4 020 y los 4 070 m, sobre andosoles árticos o andosoles-regosoles de pendiente entre 20 y 30°.

La cubierta vegetal tiene un 60% y está dominada por el estrato herbáceo que posee el mismo porcentaje, el estratorasante ocupa 13%, del que 10% son plantas vasculares y 5% no vasculares.

Existe un total de 26 especies, 21 vasculares y 5% de -- briofitas.

Los vegetales característicos de la asociación son Pentstemon gentianoides y Calamagrostis toluensis, ambas alcanzan alturas de 50 cm.

En el estrato superior se hallan Muhlenbergia montana, -- Agrostis exarata, Eryngium proteiflorum, Trisetum aff. angustifolium y Senecio mairetianus, con valores variables de <1 a 7%.

Dentro del estrato rasante se encuentran Conyza schiedeana, Senecio belledifolius, Lupinus mexicanus, Hieracium mexicanum, Arenaria reptans, Cerastium molle, Plantago linearis, Gnaphalium lavandulaceum, Cladonia sp.1 y Leptodontium sp.1, poseyendo coberturas entre 1 y 10%.

Levantamiento tipo: 6.6 (figura no. 16).

Las especies acompañantes a las últimas asociaciones enumeradas son Trisetum spicatum, Agrostis toluensis, Draaba jorullensis, Luzula racemosa, Bryum argenteum y Gnaphalium liebmanii; la única especie que se encuentra a lo largo de todas las asociaciones azonales descritas es Calophaea saxicola.

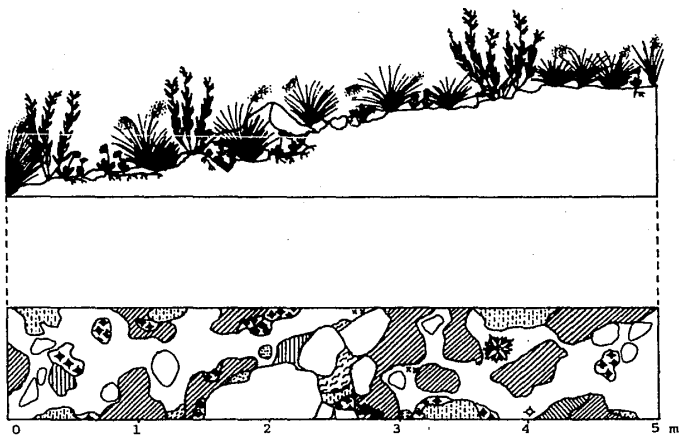


Fig. 16. Asociación VI. Penstemono g. - Calamagrostietum t.  
Levantamiento 6.6

## 2.- Indices de Similitud.

Como otra forma de arreglo de las tablas se ha sugerido el uso de los índices de similitud (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). En este caso se empleó el índice de Sørensen (1948), - por ser uno de los más sencillos e ilustrativos, ya que se basa principalmente en la cuantificación de la presencia de especies compartidas entre dos unidades, usando la siguiente fórmula :

$$\text{I.S.} = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

En donde :

- c = Número total de especies compartidas
- a = Número total de especies en la comunidad 1
- b = Número total de especies en la comunidad 2

Los resultados obtenidos pueden observarse en la tabla no. 5 para la vegetación zonal y en la no. 6 para la vegetación a zonal.

Comparando los datos de las tablas 5 y 6, se puede decir en general que los levantamientos de las mismas asociaciones poseen valores más altos entre sí que con los que corresponden a otras asociaciones; siendo esto mucho más evidente en la tabla de los azonales, debido a que en este caso los lugares -- fueron escogidos por las características que les diferenciaban de manera notable del resto de la vegetación, mientras que en los zonales se trabajó a base de un gradiente para detectar -- las diferencias en la composición florística. Esto hace que -- finalmente los valores de similitud sean mayores entre sí.

Independientemente de que se requiere de un análisis más -- detallado de estos resultados, cabe decir que los datos permiten detectar que los grupos encontradas corresponden en gran medida al arreglo altitudinal.



### 3.- Espectros de vida.

Un espectro de vida o biológico no es más que la representación gráfica del número de formas de vida que se presentan en un lugar, mismas que guardan estrecha relación con algunos factores ambientales. A través de ellas es posible establecer semejanzas y diferencias entre diferentes sitios, aspecto que es de fundamental interés dentro de los trabajos ecológicos y biogeográficos (Rzedowski, 1979).

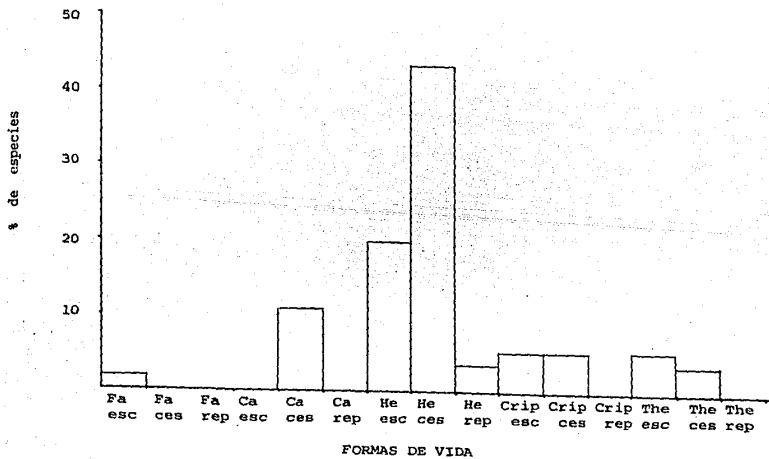
Como se mencionó anteriormente, la clasificación de formas de vida empleada es la de Raunkier (1934), modificada -- Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), aunque debe aclararse -- que éste no fue seguido al pie de la letra, debido a la falta de información detallada sobre la biología de cada una de las especies existentes en el volcán. Los espectros presentados se basan en las formas de vida incluidas en la lista florística de las plantas vasculares.

La mayor parte de las especies del Nevado pertenecen a -- las hemicriptofitas, como se observa en el espectro de vida obtenido para toda la vegetación alpina

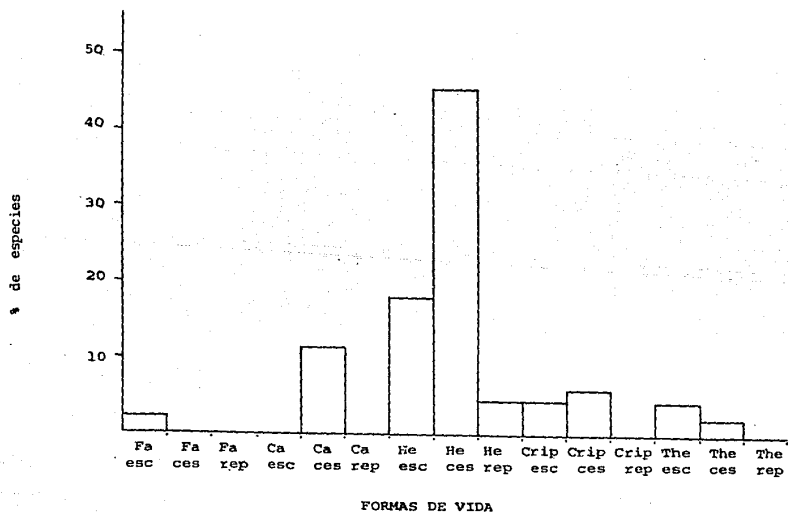
En orden de mayor a menor importancia se tienen a las hemicriptofitas cespitosas (43 %), camefitas escaposas (20 %), camefitas cespitosas (10.9 %); criptofitas escaposas, criptofitas cespitosas y terofitas escaposas con 5.45 %, al igual que las hemicriptofitas reptantes y las terofitas cespitosas con 3.64 %. Finalmente, las fanerofitas escaposas (1.81 %).

Al comparar la gráfica anterior con la de la vegetación zonal (gráfica 3), se observa una gran semejanza entre los dos, debido a que en esta última aparecen casi todas las especies reportadas en la lista florística, salvo casos contados que corresponden a aquellas plantas que fueron colectadas a lo largo de las salidas, pero que no se presentaron en ningún levantamiento.

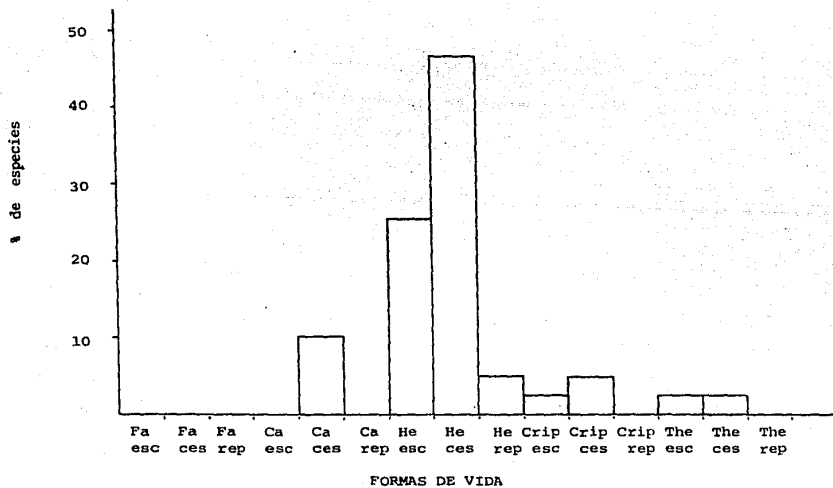
Confrontando el espectro de toda la vegetación con el de



Gráfica no. 2 . Espectro de vida de la vegetación alpina del Nevado de Toluca  
sensu Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).



Gráfica no. 3 . Espectro de vida de la vegetación zonal del Nevado de Toluca sensu Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).



Gráfica no. 4 . Espectro de vida de la vegetación azonal del Nevado de Toluca sensu Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

La vegetación azonal (gráfica 4), puede verse que en ésta última desaparecen las fanerofitas escaposas aumentando las hemcriptofitas en todas sus modalidades y disminuyendo las criptofitas y terofitas existentes.

El análisis de los espectros de cada una de las asociaciones comprendidas dentro de la vegetación zonal (gráficas 5 a 7), muestra igualmente un claro predominio de hemcriptofitas cespitosas, concordando el orden de importancia de las otras categorías con el ya descrito; aunque existen diferencias basadas en el número de formas de vida y el % de especies para cada una de ellas.

Para la asociación Umbilicarietum hirsutae (gráfica 3), sólo hay tres tipos que corresponden, en orden de mayor a menor importancia, a hemcriptofitas cespitosas y escaposas y camefitas cespitosas, con una dominancia muy alta de las primeras en un 66.7 %.

La comunidad de Festuca livida y Draba nivicola (gráfica 6) posee dos formas solamente: las hemcriptofitas cespitosas y las escaposas, al igual que la anterior predominan las primeras alcanzando un 77 % del total.

Por último, dentro de la asociación Calamagrostietum toluensis (gráfica 7), aparecen las mismas formas de vida en proporciones casi idénticas al espectro zonal general y en igual orden de importancia, obteniendo un 45 % las hemcriptofitas cespitosas.

En cuanto a los espectros de las asociaciones azonales (gráficas 8 a 12), la tendencia general es nuevamente la dominancia de las hemcriptofitas cespitosas, aunque existen diferencias que se describen a continuación. Cabe hacer notar que para la asociación Umbilicario n.-Umbilicarietum aff. a. no se obtuvo el espectro, debido a que no se presentan en él fanerógamas.

La asociación Arenario b.-Plantagetum t. (gráfica 8), tiene una alta proporción de hemcriptofitas cespitosas, seguidas en importancia por las hemcriptofitas escaposas y las camefi

fitas cespitosas. Esto muestra una escasa diversidad de tipos en comparación a la gráfica general azonal, además de un gran aumento de la forma dominante en detrimento de las otras dos restantes, pues posee un valor del 66.7 %.

En la asociación Eryngieto p.-Festucetum t. (gráfica 9), existe una predominancia de hemicriptofitas cespitosas (75%) quedando en segundo lugar las hemicriptofitas escaposas y en último lugar las terofitas escaposas.

La que corresponde a una comunidad dominada por Calamagrostis toluensis y Blepharoneuron tricholepis (gráfica 10) posee un valor más alto que las demás en cuanto a la dominancia de las hemicriptofitas cespitosas (77.8 %), siendo mayor aún que el del espectro azonal general; en segundo término están las terofitas cespitosas y en tercero las hemicriptofitas escaposas. Al igual que la asociación anterior, es poco diversa en cuanto a número de formas de vida.

El espectro de la asociación Lupinetum montane tiene seis formas diferentes, entre las que sigue permaneciendo en primer término la de las hemicriptofitas cespitosas, seguida de las hemicriptofitas escaposas, quedando en tercer sitio las camefitas cespitosas y las hemicriptofitas reptantes; finalmente las terofitas escaposas. Es casi igual de diversa que la gráfica azonal general, aunque en ella falta la forma de las criptofitas escaposas.

En el Penstemono g.-Calamagrostietum t. se encuentran todas las formas de vida de la vegetación azonal en proporciones diferentes. Se conserva como forma importante una vez más, las hemicriptofitas cespitosas (47.6 %) y después de ésta, las hemicriptofitas escaposas, las camefitas cespitosas y por último las cuatro formas restantes, entre las que aparecen por única vez las criptofitas escaposas.

#### 4.- Afinidades fitogeográficas.

Diversos autores han coincidido en que entre las causas de la riqueza florística de la República Mexicana, están el que en ella se localice el punto de contacto entre la región Neártica y la Neotropical (Sharp, 1953; Dressler, 1954 y Rzedowski, 1978), y que a través de ella se han efectuado migraciones masivas de especies, además de haber funcionado durante el Cenozoico como un centro de evolución de floras.

El área de estudio se encuentra comprendida en dicha zona transicional, por lo que es de esperarse que en ésta se hallen representados ambos elementos en proporciones igualmente significativas, dentro de la Región Mesoamericana de Montaña en la Provincia de las Serranías Meridionales (de acuerdo a la clasificación de Provincias florísticas de México sensu Rzedowski, 1979).

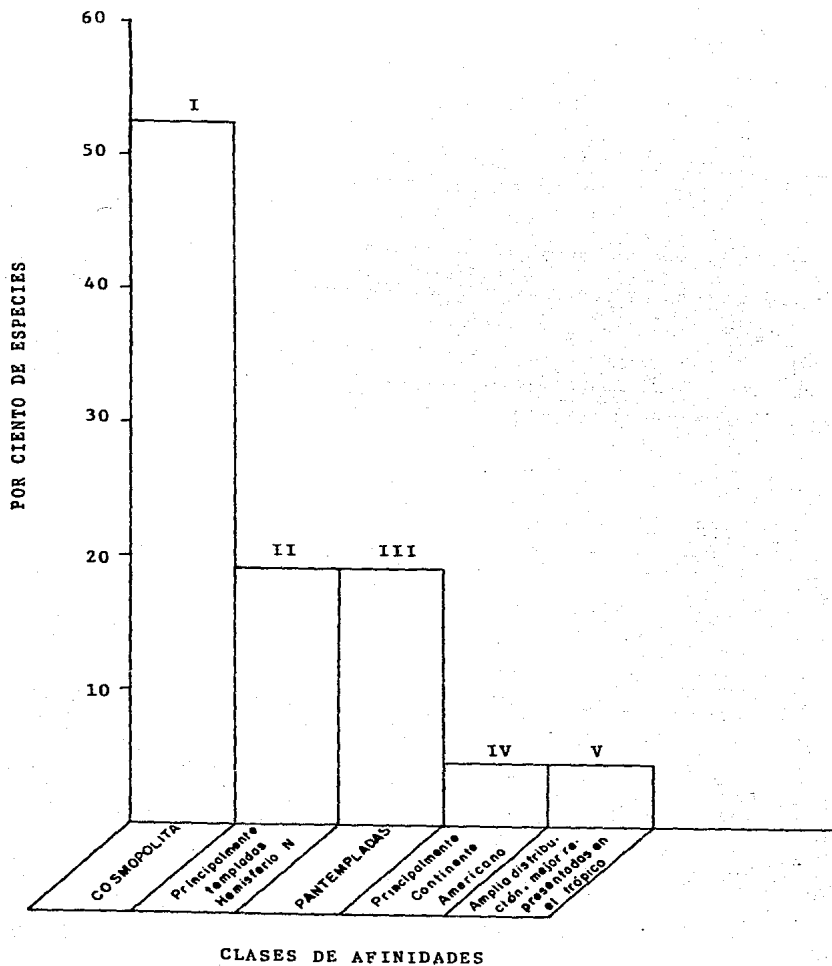
En este trabajo se determinaron las afinidades fitogeográficas de las plantas vasculares encontradas a lo largo del muestreo, a tres distintos niveles: familia, género y especie. En el primero se empleó la información contenida en los trabajos de Cronquist (1981), Willis (1973) y Good (1974); para el segundo se hizo uso de los de Rzedowski (1978), Willis (1973), Good (1974), Bracho (1985) y Almeida et al (1985).

Los datos de distribución a nivel de especie se obtuvieron con base en los ejemplares de herbario de diferentes localidades y altitudes del país, mismos que se vaciaron en una tabla empleando las categorías manejadas por Almeida.

La información sobre las especies se considera aún como preliminar, pues falta la revisión de algunos herbarios importantes para tener una visión más completa sobre su distribución.

##### 4.1 Afinidades a nivel de familia.

Las 21 familias presentes se encuentran distribuidas en



Gráfica 14. Afinidades fitogeográficas de las familias de las plantas vasculares alpinas del Nevado de Toluca.



cinco clases (gráfica no. 13).

Clase I.- Elemento cosmopolita.

Este elemento es el más importante y comprende 11 familias (52.4%): Asteraceae, Aspleniaceae, Athyriaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Iridaceae, Poaceae, Portulacaceae, Rosaceae y Scrophulariaceae.

Clase II.- Boreales o de regiones templadas mejor representadas en el Hemisferio Norte.

Formado por cuatro familias (19.05%): Apiaceae, Caryophyllaceae, Ericaceae y Pinaceae.

Clase III.- Pantempladas o de amplia distribución en las regiones templadas del Hemisferio Norte y Sur.

Aquí se presentan cuatro familias (19.05%): Brassicaceae, Juncaceae, Plantaginaceae y Ranunculaceae.

Clase IV.- Continente americano principalmente.

Se encuentra solo una familia (4.96%): Hydrophyllaceae.

Clase V.- Amplia distribución, mejor representadas en el trópico.

Corresponde la familia Oxalidaceae (4.96%).

#### 4.2 Afinidades a nivel de género.

Los 38 géneros de plantas vasculares presentes en la vegetación alpina del volcán pertenecen a nueve clases diferentes, dominando el elemento Boreal. (gráfica no. 14).

Clase I.- Elemento Cosmopolita y Subcosmopolita.

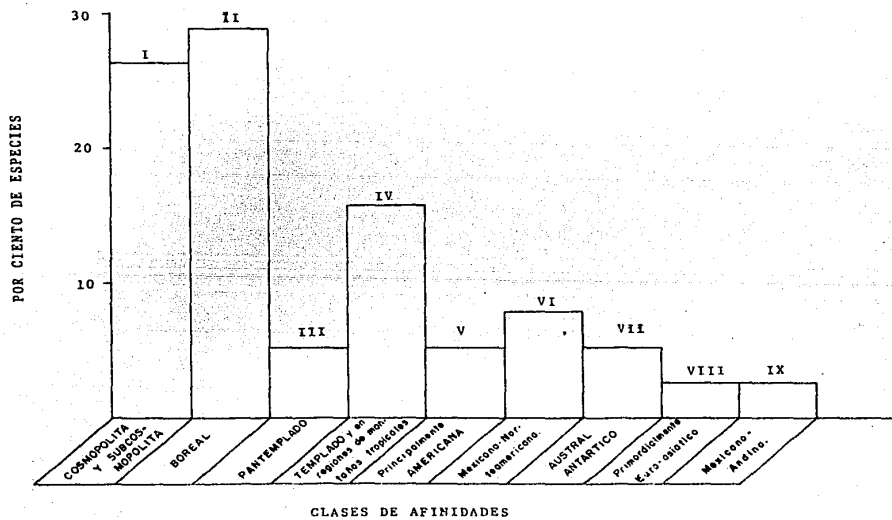
Dentro de éste se encuentran 10 géneros (26.32%): Agrostis, Asplenium, Cerastium, Eryngium, Festuca, Gnaphalium, Luzula, Oxalis, Plantago y Senecio.

Clase II.- Elemento boreal.

Con un total de 11 géneros (28.9%), entre los que están: Achillea, Arenaria, Castilleja, Cirsium, Draba, Lupinum, Muhlenbergia, Phacelia, Pinus, Potentilla y Sedum.

Clase III.- Elemento pantemplado.

Con dos géneros como representantes (5.26%): Calamagrostis y Trisetum.



Gráfica 13 . Afinidades fitogeográficas a nivel de género de las plantas vasculares alpinas del Nevado de Toluca.

Clase IV.- Elemento ampliamente templado y en regiones tropicales solo en montañas.

En éste se hallan 6 géneros (15.8%): Alchemilla, Conyza, Cystopteris, Hieracium, Ranunculus y Vaccinium.

Clase V.- Americanas principalmente.

Conformada por Halenia y Sisyrinchium (5.26%).

Clase VI.- Elemento mexicano-norteamericano.

Aquí se presentan tres géneros (7.9%): Achaetogeron, Blepharoneuron y Penstemon.

Clase VII.- Elemento austral- antártico.

Comprende a Calandrinia y Oreomyrris (5.26%).

Clase VIII.- Elemento primordialmente eurasiático.

Representado solo por Erysimum (2.63%).

Clase IX.- Elemento mexicano-andino.

A éste corresponde un único género: Echeverria (2.63%).

4.3 Algunas consideraciones sobre afinidades a nivel de especie.

Se presenta una tabla donde se resume la información -- sobre la distribución de las especies alpinas del volcán, -- encontradas en México y sus alrededores ,la cuál está basada en la presencia o ausencia por especie en las unidades delimitadas, mismas que se incluyen al final de ésta. (tabla no. 7).

Se pueden observar seis patrones de distribución de estas especies a saber:

1.- Especies de amplia distribución en el país.

Aquí se encuentran entre otras: Cystopteris fragilis, -- Lupinus montanus, Gnaphalium liebmanii, Penstemon gentianoides y Muhlenbergia montana.

2.- Especies distribuidas principalmente en la sección central del Sistema Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental.





CLAVE PARA LA NOMENCLATURA DE LA  
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ES  
PECIES DEL NEVADO DE TOLUCA.

- v<sup>1</sup> Sección central del Sistema Volcánico Transversal.
- v<sup>2</sup> Sección oriental del Sistema Volcánico Transversal.
- v<sup>3</sup> Sección occidental del Sistema Volcánico Transversal.
- 1 Sierra Madre del Sur.
- 2 Altiplano Mexicano.
- 3 Sierra Madre Occidental.
- 4 Sierra Madre Oriental.
- 5 Sierra Madre de Chiapas.
- 6 Sierra de Baja California Norte.
- 7 Sierra de Baja California Sur.
- 8 Porción Insular Mexicana del Pacífico.
- 9 Este de Canadá.
- 10 Este de los Estados Unidos.
- 11 Centro de los Estados Unidos.
- 12 Oeste de los Estados Unidos.
- 13 Sierra de Guatemala.
- 14 Honduras.
- 15 Costa Rica.
- 16 Panamá.
- 17 Venezuela.

Formado solo por cuatro especies: Achaetogeron mexicanus, Erysimum capitatum, Oxalis alpina y Senecio belledifolius.

3.- Especies distribuidas principalmente en la sección centro-oriental del Sistema Volcánico Transversal, la Sierra Madre Oriental y el Altiplano.

En este grupo se encuentran entre otras Arenaria reptans y Eryngium proteiflorum.

4.- Especies distribuidas en todo el Sistema Volcánico-- Transversal.

Conjunto comprendido por Arenaria bryoides, Draba jorullensis, Potentilla richardii y Senecio mairetianus.

5.- Especies restringidas a la sección centro-oriental del Sistema Volcánico Transversal.

Es el grupo más grande de todos, formado por 12 especies entre las que destacan: Agrostis toluensis, Castilleja toluensis, Festuca livida y Senecio procumbens.

6.- Especies restringidas a la sección central del Sistema Volcánico Transversal.

Se hallan comprendidas cuatro especies dentro de él: Cerastium molle, Oreomyrris toluana, Plantago toluensis y Sedum minimum.

7.- Especies localizadas únicamente en la sección centro--occidental del Sistema Volcánico Transversal.

En éste se encuentra la especie dominante del zacatonalpino en su porción inferior, Calamagrostis toluensis, junto con Sisyrinchium quadrangulatum.

A pesar del aislamiento actual de los grandes volcanes abarcados en la Provincia de las Serranías Meridionales, la composición de los zacatonales alpinos muestra un elevado índice de endemismos a nivel de especie, pues no existen géneros ni familias restringidos a este tipo de vegetación en el país, lo que ha permitido suponer que su origen es bastante reciente. La similitud florística y ecológica más fuerte se

dá con los páramos sudamericanos de los Andes (Rzedowski , 1975).

5.- Rangos altitudinales de las especies del zacatonal alpino.

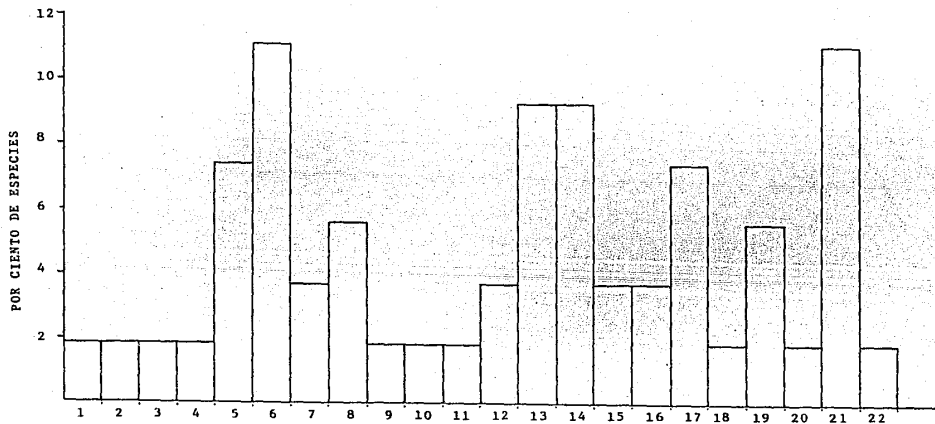
Se muestra una gráfica en donde se concentra la información por intervalos altitudinales en los que se presentan - las especies consideradas (gráfica no. 15) además de dar una tabla que resume esta información (tabla no. 8).

Con base en la información de los ejemplares de herbario los intervalos altitudinales en los que es posible encontrar a estas especies son 22, se observa que las clases más con--urridas son la 6 y la 21, cada una con seis especies (11.1%).

En segundo término se encontraron las clases 13 y 14, que posee cinco especies cada una (9.3%). Dentro de la clase 6- se observan especies como Blepharoneuron tricholepis y Lupinus montanus, y en la 21 a Arenaria bryoides y Draba nivicola.

En la 13, que es la alpina propiamente dicha y comprende a las gramíneas dominantes de la vegetación: Calamagrostis -tolucensis y Festuca toluensis. Finalmente, para la clase - 14 se considera a Pinus hartwegii y Senecio mairetianus, con un 9.5% al igual que la clase anterior, (los datos completos se encuentran resumidos en la tabla no. 8).





Gráfica no. 15. Clases altitudinales de las especies de la vegetación alpina del Nevado de Toluca. (unidades en metros sobre el nivel del mar).

Clase 1 : 0 - 4500 ; Clase 2 : 500 - 4100 ; Clase 3 : 1000 - 4100 ; Clase 4 : 1000 - 4200  
 Clase 5 : 1000 - 4300 ; Clase 6 : 1500 - 4100 ; Clase 7 : 1500 - 4200 ; Clase 8 : 1500 - 4300  
 Clase 9 : 1500 - 4100 ; Clase 10 : 1500 - 4500 ; Clase 11 : 2000 - 4100 ; Clase 12 : 2000 -  
 4200 ; Clase 13 : 2000 - 4300 ; Clase 14 : 2500 - 4200 ; Clase 15 : 2500 - 4300 ; Clase 16 :  
 2500 - 4400 ; Clase 17 : 2500 - 4500 ; Clase 18 : 3000 - 4200 ; Clase 19 : 3500 - 4300 ; --  
 Clase 20 : 3500 - 4400 ; Clase 21 : 3500 - 4500 ; Clase 22 : 4100 - 4500.

6.- Lista florística.

A continuación se presentan por separado la lista florística de las plantas vasculares y la de los líquenes encontrados en el lugar de trabajo, con excepción de la mayoría de los líquenes crustosos, pues no existen el país claves ni material adecuado para determinarlos. Queda además pendiente la parte que corresponde a los musgos y hepáticas, los cuales hasta el momento no han podido ser determinados por los especialistas.

Para el caso de las plantas vasculares se reportan 55 especies, correspondientes a 38 géneros y 21 familias, ordenándose alfabéticamente en la lista a todos los niveles.

En cada caso se registra la forma de vida correspondiente, de acuerdo con los criterios de Raunkier (1934), modificados por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), usando las siguientes abreviaturas :

- Fa.cesp.(fanerofita cespitosa) - He.esc.(hemicriptofita escaposa)
- Fa.esc.(fanerofita escaposa) - He.rep.(hemicriptofita reptante)
- Fa.rep.(fanerofita reptante) - Crip.cesp.(criptofita cespitosa)
- Ca.cesp.(camefita cespitosa) - Crip.esc.(criptofita escaposa)
- Ca.esc.(camefita escaposa) - Crip.rep.(criptofita reptante)
- Ca.rep.(camefita reptante) -The.cesp(terofita cespitosa)
- He.cesp.(hemicriptofita cespitosa)-The.esc.(terofita escaposa)
- The.rep.(terofita reptante)

Se menciona también para cada planta vascular la forma de crecimiento que posee, siguiendo los criterios empleados por Almeida et al.(1985), utilizando las siguientes abreviaturas: Mac.(macollo), Ros.(roseta), Coj.(cojín) y Erec.(erectas).

En cuanto a los líquenes, se determinaron un total de 33 - especies, 17 géneros y 11 familias.

LISTA FLORISTICA DE LAS PLANTAS VASCULARES  
DEL NEVADO DE TOLUCA.

1. APIACEAE.		
<u>Eryngium proteiflorum</u> Delar.	F.V.	F.C.
<u>Oreomyrris toluicana</u> Johnst.	He. esc.	Ro.
	Ca. cesp.	Ro.
2. ASPLENIACEAE.		
<u>Asplenium monanthes</u> L.	Crip. cesp.	Er.
3. ASTERACEAE.		
<u>Achaetogeron mexicanus</u> (Asa Gray) De Jong	Crip. esc.	Er.
<u>Achillea lanulosa</u> Nutt.	The. cesp.	Er.
<u>Cirsium nivale</u> (H.B.K.) Sch.Bip.	He. esc.	Ro.
<u>Conyza schiedeana</u> (Less.) Cronq.	The. esc.	Er.
<u>Gnaphalium lavandulaceum</u> D.C.	Ca. cesp.	Er.
<u>Gnaphalium liebmanni</u> Sch. Bip. ex Klatt	He. esc.	Er.-Ro.
<u>Hieracium mexicanum</u> Less.	He. esc.	Er.-Ro.
<u>Senecio belledifolius</u> H.B.K.	Crip. esc.	Ro.-Er.
<u>Senecio mairetianus</u> D.C.	Ca. cesp.	Er.
<u>Senecio procumbens</u> H.B.K.	He. cesp.	Ro.
<u>Senecio roseus</u> Sch. Bip.	He. esc.	Er.
4. ATHYRIACEAE.		
<u>Cystopteris fragilis</u> (L.) Bernh.	Crip. cesp.	Er.
5. BRASSICACEAE.		
<u>Draba jorullensis</u> H.B.K.	He. cesp.	Ro.
<u>Draba nivicola</u> Rose	He. cesp.	Ro.
<u>Erysimum capitatum</u> (Doug.) Greene	He. esc.	Er-Ro.
6. CARYOPHYLLACEAE.		
<u>Arenaria bryoides</u> Willd	He. cesp.	Co.
<u>Arenaria reptans</u> Hemsl.	He. rep.	Co.-Ro.
<u>Cerastium molle</u> Bartl.	He. cesp.	Ro.
<u>Cerastium vulcanicum</u> Schl.	He. cesp.	Ro.

7. CRASSULACEAE		
<u>Echeverria</u> aff. <u>secunda</u> Booth.	He. esc.	Ro.
<u>Sedum</u> <u>minimum</u> Rose	The. cesp.	Er.-Ro.
8. ERICACEAE		
<u>Vaccinium</u> <u>geminiflorum</u> H.B.K.	Ca. cesp.	Er.
9. FABACEAE.		
<u>Lupinus</u> <u>mexicanus</u> Cerv.	Crip. cesp.	Er.
<u>Lupinus</u> <u>montanus</u> H.B.K.	He. cesp.	Er.
10. GENTIANACEAE.		
<u>Halenia</u> <u>crassiuscula</u> Rob et. Seat	He. esc.	Ro.
<u>Halenia</u> <u>plantaginea</u> (H.B.K.) Griseb	He. esc.	Ro.
11. HYDROPHYLLACEAE.		
<u>Phacelia</u> <u>platycarpa</u> (Cav.) Spreng.	He. cesp.	Ro.
12. IRIDACEAE		
<u>Sisyrinchium</u> <u>quadrangulatum</u> Klatt	The. esc.	Er.
13. JUNCACEAE.		
<u>Luzula</u> <u>racemosa</u> Desv.	He. esc.	Ma.
14. OXALIDACEAE.		
<u>Oxalis</u> <u>alpina</u> (Rose) Knuth	Crip. esc.	Er.
15. PINACEAE.		
<u>Pinus</u> <u>hartwegii</u> Lindl.	Ca. esc.	Er.
16. PLANTAGINACEAE.		
<u>Plantago</u> <u>linearis</u> var. <u>mexicana</u> Kunth	He. cesp.	Ma.
<u>Plantago</u> <u>tolucensis</u> Pilger	He. cesp.	Ma.
17. POACEAE.		
<u>Agrostis</u> <u>exarata</u> Trin.	He. cesp.	Ma.-Er.
<u>Agrostis</u> <u>tolucensis</u> H.B.K.	He. cesp.	Ma.
<u>Blepharoneuron</u> <u>tricholepis</u> (Torr) Nash.	He. cesp.	Ma.

<u>Calamagrostis toluensis</u> (H.B.K.) Trin	He. cesp.	Ma.
<u>Festuca hephaestophila</u> Nees ex Steud.	He. cesp.	Ma.
<u>Festuca livida</u> (H.B.K.) Willd.	He. cesp.	Ma.
<u>Festuca toluensis</u> H.B.K.	He. cesp.	Ma.
<u>Muhlenbergia montana</u> (Nutt.) Hitchc.	He. cesp.	Ma.-Er.
<u>Trisetum spicatum</u> (L.) Richter	He. cesp.	Ma.
<u>Trisetum aff. angustifolium</u>	He. cesp.	Ma.

18. PORTULACACEAE.

<u>Calandrinia</u> sp.	He. cesp.	Ro.
------------------------	-----------	-----

19. RANUNCULACEAE.

<u>Ranunculus donianus</u> Pritz	Crip. cesp.	Er.
<u>Ranunculus multicaulis</u> Don	He. cesp.	Ro.

20. ROSACEAE.

<u>Alchemilla procumbens</u> Rose	He. rep.	Er.
<u>Potentilla ranunculoides</u> H.B.K.	He. esc.	Er.-Ro.
<u>Potentilla richardii</u> Lehm.	Ca. cesp.	Er.

21. SCROPHULARIACEAE.

<u>Castilleja scorzonrifolia</u> H.B.K.	The. cesp.	Er.
<u>Castilleja toluensis</u> H.B.K.	He. cesp.	Er.-Ro.
<u>Penstemon gentianoides</u> (H.B.K.) Poir	Ca. cesp.	Er.

LISTA FLORISTICA DE LOS LIQUE-  
NES DEL NEVADO DE TOLUCA .

1. ALECTORIACEAE.

Alectoria ochrolenca (Hoffm.) Massel

2. BUELLIACEAE.

Buellia alboatra (Hoffm.) Bronth. & Rostr.

3. CLADONIACEAE.

Cladia aggregata (Sw.) Nyl.

Cladonia chlorophaea (Flk.) Spreng

Cladonia coccifera (L.) Willd

Cladonia coniocraea (Flk.) Spreng

Cladonia nemoxina (Ach.) Nyl.

Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.

Cladonia subradiata (Vain.) Sandst.

Cladonia sp 1.

Cladonia sp. 2.

4. LECANORACEAE.

Haematomma ventosum (L.) Massel

5. LECIDIACEAE.

Rhizocarpon geographicum (L.) Lam. & D.C.

Toninia sp.

6. PARMELIACEAE.

Parmeliopsis sp.

Xanthoparmelia hypomelaena (Hale) Hale

Xanthoparmelia sp. 1.

Xanthoparmelia sp. 2.

Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.

Xanthoria elegans (Linnh.) Th. Fr.

7. PELTIGERACEAE.

Peltigera aptosa var. leucophlebia (L.) Willd

Peltigera cf. spuria (ch.) D.C.

Peltigera sp. 1.

8. STEREOCAULEACEAE.

Leprocaulon albicans (Th. Fr.) Nyl. ex Hinc.

Leprocaulon gracilencens.

Stereocaulon vesuvianum Pers.

9. TELOSCHITACEAE.

Caloplaca saxicola (Hoffm.) Nordin

10. THELEPHORACEAE.

Corella brasiliensis

11. UMBILICARIACEAE.

Lasallia sp.

Umbilicaria aff hirsuta (Sw.) Hoffm.

Umbilicaria nylanderiana

Umbilicaria sp. 1.

Umbilicaria sp 2.

V.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Analizando los resultados obtenidos se encontró que existen agrupaciones de diferentes especies, las cuales corresponden en gran medida al gradiente altitudinal, siendo esto más evidente para la vegetación zonal. Esta zonación ha sido estudiada sistemáticamente en otras comunidades alpinas del mundo (Cleef, 1979 y 1983; Hedberg, 1965; Smith, 1977 y otros); pero para el país se tienen generalmente datos basados en las observaciones de estos cambios, sin que medien estudios cuantitativos que permitan apoyarlos.

Entre las excepciones a estos casos se encuentran las investigaciones de Beaman (1965), Cruz (1969) y Almeida et al. (1985), que han trabajado principalmente sobre el Popocatepétl y el Iztaccíhuatl y en menor medida sobre el Nevado de Toluca.

Para el caso de los dos primeros volcanes, estos estudios reconocen la existencia de dos asociaciones altitudinales propiamente alpinas: la dominada por Calamagrostis tolucensis y Festuca tolucensis, entre los 4 000 y los 4 400 m.s.n.m. y la dominada por Festuca livida y Arenaria bryoides, de los 4 200 a los 4 300 m.s.n.m., encontrando además que especies como -- Draba jorullensis y Trisetum spicatum son frecuentes pero no abundantes, debido a sus bajos valores de cobertura.

Esto coincide en parte con los resultados de la presente investigación en cuanto a que en el Nevado también se presentan asociaciones ligadas al gradiente altitudinal. Igualmente, que la asociación dominante en las partes bajas del zacatonal está representada por Calamagrostis tolucensis, a partir de los 4 000 m.s.n.m., correspondiendo en gran medida a lo reportado por Almeida et al. (1985) para el mismo volcán.

Otras coincidencias con la mayoría de los trabajos referidos es la presencia de una comunidad dominada por Festuca livida, aunque en altitudes superiores a los 4 300 m.s.n.m, así como la de especies acompañantes importantes como Draba jorullensis y Trisetum spicatum.



Sin embargo, esta investigación difiere en cuanto a que el intervalo altitudinal superior del Calamagrostietum tolucensis se sitúa en el Nevado hasta los 4 300 m.s.n.m., esto es cien metros más arriba que en el Popocatepetl.

A pesar de que en el volcán se encuentra a Festuca tolucensis como especie codominante y diferencial de la subasociación con Calamagrostis; sus mayores coberturas las presenta a los 4 300 m.s.n.m., en las caras S y SW del mismo, siendo mucho menos frecuente en las otras vertientes.

Existen otras especies que definen subasociaciones como codominantes de Calamagrostis; tal es el caso de Eryngium pro-teiflorum y de Lupinus mexicanus, las cuales en la mayoría de los trabajos mencionados no se les considera como parte notable del zacatonal.

Como se dijo anteriormente, la comunidad de Festuca livida se restringe a la porción sur del volcán, tanto fuera como dentro del cráter, a los 4 300 m.s.n.m.

En forma especial, Arenaria bryoides actúa como dominante de una asociación azonal, junto con Plantago tolucensis y Draba nivicola, en la que Festuca livida tiene el carácter de acompañante; dicha asociación tiene una distribución más amplia que la de la comunidad descrita anteriormente.

La definición de comunidades como la de Festuca livida y Draba nivicola se debe a la falta de muestreos suficientes que permitan considerarla como asociación. Lo mismo puede decirse para la comunidad de Calamagrostis tolucensis y Blepharoneuron tricholepis y para la definición de subasociaciones como la de Calamagrostis con altos porcentajes de Muhlenbergia montana.

Puede observarse además, que aún cuando la altitud es el factor primordial en la distribución actual de las asociaciones zonales, las técnicas aplicadas permiten entrever que existen otros componentes del medio físico como la influencia de las geofomas, los suelos, algunos aspectos climáticos y ciertas condiciones topográficas, que influyen en la disposi-

ción de las asociaciones y subasociaciones, tanto zonales como azonales. (figuras no. 17, 18 y 19).

La distribución de la asociación Umbilicarietum hirsutae - está condicionada por la existencia de picos y crestas rocosos, donde el suelo es somero o no existe (litosoles) y por la altitud a la que se encuentra, coincidiendo además con pendientes pronunciadas y condiciones climáticas rigurosas como las bajas temperaturas y altos porcentajes de granizadas, nevadas y heladas, las que influyen en los procesos de gelificación y soliflujión.

La comunidad de Festuca livida y Draba nivicola está influenciada por zonas donde existen pendientes moderadas y altas, en las que su sustrato inmediato son gravas pequeñas y arenas (regosoles y regosoles-litosoles), casi siempre coincidiendo con geoformas como los glaciares de rocas y gravas.

El Calamagrostietum tolucensis (zonal) se encuentra adaptado a una gran variedad de condiciones ambientales, aunque en forma particular cada una de sus subasociaciones corresponde a cierto tipo de geoformas y elementos climáticos o topográficos.

En primer término, el Calamagrostis t.-Festucetosum t. (3a) se encuentra sobre formas de acarreo como las corrientes de bloques y gravas que se desarrollan en la base de picos y crestas, con suelos regosoles y litosoles de sustratos muy pedregosos. En cambio, el Calamagrostis t.-Eryngietosum p. (3b), tiende a localizarse en zonas protegidas de la acción abrasiva de los vientos (en el período seco), además de que coincide generalmente con laderas más húmedas y calientes que se encuentran bajo las crestas y picos que las protegen; parece tener además, preferencia por suelos sueltos y pedregosos como los regosoles y regosoles-litosoles.

El Calamagrostis t.-Lupinetosum m. (3c) ocupa zonas donde los materiales del sustrato son sueltos y de texturas pedregosas pequeñas, casi siempre piedra pómez, arenas volcánicas o gravas (andosoles vítricos o regosoles eútricos); sin embargo,

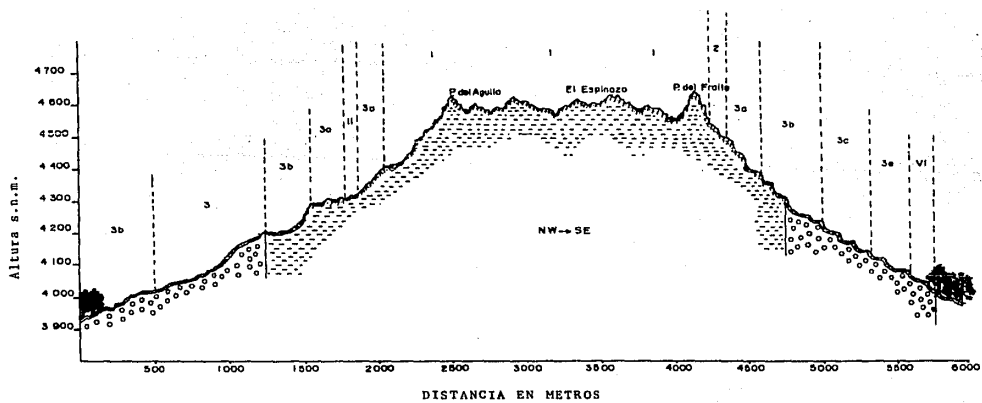


Fig. 17. Perfil Integral NW-SE (8°). Geología, Suelos y Vegetación.  
 Escala vertical 1 : 10 000  
 Escala horizontal 1 : 25 000

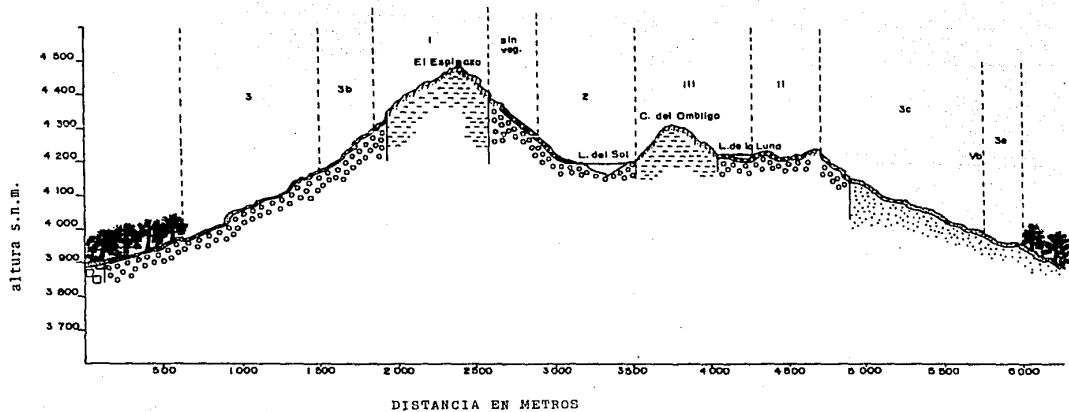


Fig. 18. Perfil Integral NW-SE (45 ). Geología, Suelos y Vegetación  
 Escala vertical 1 : 10 000  
 Escala horizontal 1 : 25 000

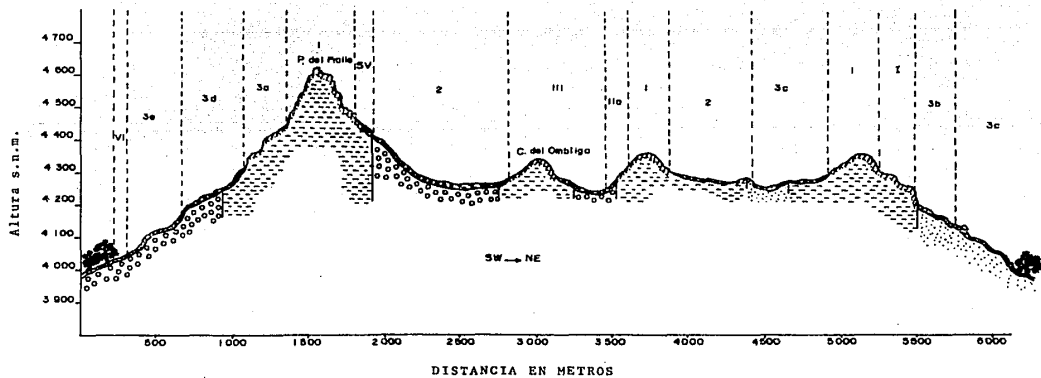


Fig. 19. Perfil Integral NE-SW (65°). Geología, Suelos, Vegetación.  
 Escala vertical 1 : 10 000  
 Escala horizontal 1 : 25 000

ocupan geofomas cuyos orígenes y topografía son diversos, como los valles en "U", las terrazas de bloques y gravas y áreas de motas herbosas, donde casi siempre las pendientes son moderadas.

Dentro del Calamagrostietum tolucensis se presenta Muhlenbergia montana con coberturas altas (3d) casi exclusivamente en zonas de terraza de grandes bloques de la ladera SW, donde los suelos oscilan entre regosoles-litosoles y litosoles. Esta restricción se complementa con el hecho de que los vientos dominantes a lo largo del año vienen del sur y son casi siempre fríos y húmedos, lo que ha llevado a que las plantas crezcan en forma dispersa y detrás de los grandes fragmentos rocosos.

El Calamagrostis t.-Agrostietosum t. (3e) crece preferentemente en suelos más desarrollados como los andosoles húmicos y órnicos a altitudes menores, tiene además tendencia a ocupar zonas de microterrazas, como la mayor parte del Calamagrostietum tolucensis, donde se presentan procesos alternados de soliflucción-geliflucción. Sin embargo, esta subasociación tiene preferencia por las zonas húmedas y frías del S del volcán.

La asociación azonal de Umbilicario h.-Umbilicarietum aff. se encuentra condicionada por las corrientes de bloques en abanico que proceden de las aristas rocosas donde no existe prácticamente suelo debido al constante movimiento de partículas. En el NE del volcán y al NW, donde las geofomas son similares.

La Arenario b.-Plantagetum t.(II) se localiza en el interior del cráter asociada a formas de acumulación morrénica y de pequeños pie de monte y en el exterior, a las porciones más altas de las corrientes cordadas de bloques de la base del Pico del Aguila; en los dos casos, en condiciones similares de suelo (regosoles), aunque no en la misma geofoma. Además, éstas ofrecen una cierta protección en contra del efecto térmico y abrasivo del viento.

La asociación Eryngieto p.-Festucetum t. (III) se halla circunscrita a una porción pequeña localizada entre el domo pétreo del Ombligo (sobre todo en su hendidura interna) y la depresión provocada por el hidrolacolito que rodea la Laguna de la Luna, lo que refuerza de nuevo la suposición de que el Eryngium proteiflorum se encuentra en porciones protegidas en toda el área de estudio y sobre suelos pedregosos.

Las comunidades de Calamagrostis t. y Blepharoneuron t. y Lupinus m. - Blepharoneuron t. se encuentran en puntos -- muy aislados, generalmente relacionados con el límite inferior de la vegetación alpina, en hondonadas y pequeñas cañadas con mayor humedad, aunque no existen suficientes datos -- para caracterizar esta unidad.

Existen también preferencias similares en los casos de la asociación y subasociaciones de Lupinus montanus (V), al igual que con el Penstemon g-Calamagrostietum t. (VI), con la diferencia de que éste último prospera en las laderas húmedas y frías del sur. Ambas comunidades se desarrollan sobre andosoles húmicos y órticos, próximos al límite del bosque.

Las observaciones anteriores corroboran lo que algunos autores han hecho notar en la fisonomía de la vegetación alpina de latitudes templado-cálidas como las de la República Mexicana, ya que esta depende de una gran diversidad de factores entre los que destaca el clima, sobre todo en aquellos -- que poseen una marcada estación de lluvias y secas a lo largo del año (Billings, 1973); este fenómeno es muy patente en este volcán, pues existen seis meses muy fríos y secos en su ciclo anual, de tal forma que Ern en 1976 menciona que su aspecto es similar a los "pajonales" y "punas" sudamericanos, -- los cuales tienen como elementos característicos a gramíneas amacolladas del género Calamagrostis.

En la comparación de los espectros de vida obtenidos con los de otras investigaciones, se observa que en este caso abundan las hemicriptofitas seguidas en importancia por las --

las caméfitas a todas las alturas trabajadas, lo que coincide con lo reportado por Beaman y Andresen (1966).

Al igual que este autor, se considera que el que no sea idéntico este patrón con el mundial para dicho tipo de vegetación, se debe más que nada a que en México el clima es menos riguroso en cuanto a las temperaturas bajas estacionales, además del hecho de que en el país no existen suelos con "permafrost" (Rzedowski, 1979), como sucede en las latitudes más cercanas al Artico, favoreciendo de esta manera la predominancia de las hemicriptofitas sobre las caméfitas. Puede decirse también en favor de esto último, que en el volcán los cambios de humedad son bruscos, lo que crea restricciones especiales que inducen cambios en las formas de vida.

El análisis de las afinidades fitogeográficas muestra la superioridad del elemento cosmopolita a nivel de familia (52.4 %), coincidiendo con lo reportado para el Popocatepetl y Nevado de Toluca (Almeida et al., 1985).

A nivel de género la proporción es mayor para el elemento boreal (28.9 %), lo que corresponde con los otros estudios ya mencionados.

No fue posible realizar esta misma evaluación a nivel de especie, ya que se considera incompleta la información al respecto; aunque es notoria la gran cantidad de especies restringidas al Sistema Volcánico Transversal, lo que permite entrever la dominancia del elemento endémico a este nivel, aspecto ya denotado por otros investigadores (Rzedowski, 1975).

Historicamente hablando, este tipo de vegetación se encuentra en México desde el Terciario superior, considerándose que antes de este periodo no existían montañas lo suficientemente altas como para albergarlas, ni al parecer climas lo suficientemente fríos como para permitir su dispersión por vía terrestre, por lo que se piensa que ésta se dió más bien a larga distancia en aquellos periodos en el que el clima era más frío y por lo tanto, los trechos a salvar más cortos (Rzedowski, 1979; Bartlett y Barghoon, 1973).



Esto se encuentra fundamentado en el hecho de que no se encuentran endemismos a nivel de género o familia, aunque las elevaciones que poseen estas comunidades estén relativamente aisladas entre sí (Rzedowski, 1975).

La utilidad de este tipo de metodología estriba en la forma rápida de obtener información sobre una determinada comunidad vegetal y los aspectos que hace destacar en cuanto a la distribución regional o local de asociaciones. Elementos que son de gran importancia para la evaluación de recursos con fines de conservación, así como para la planeación de reservas naturales.

De acuerdo a los objetivos planteados, los resultados muestran que estos fueron cubiertos casi en su totalidad, faltando detallar los datos de las briofitas y las relaciones taxonómicas y geográficas de las especies alpinas endémicas con las del N o S del continente, ya que por bibliografía se tiene que a éste nivel el elemento con el que hay mayor afinidad es el austral (Ern, 1976; Rzedowski, 1975 y 1979) y que varias de ellas poseen áreas discontinuas en su distribución.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ALMEIDA L., G. CAMPOS, A. CLEEF, M. ENRIQUEZ, M. GARCIA-RENDON, A. HERRERA, I. LUNA, F. ROMERO, G. SALAZAR, R. SALMERON y A. VELAZQUEZ 1985. Análisis florístico y fitogeográfico preliminar de la vegetación de zacatonal alpino del Nevado de Toluca y el volcán Popocatepetl, México. Libro de resúmenes del Ier. Simposio Cubano de Botánica. Habana, Cuba.
- BARTLETT, A.S. y E.S. BARGHORN 1973. Phytogeographic history of the Isthmus of Panama during past 12 000 years (a history of vegetation, climate and sea level change). In Vegetation and vegetational history of Northern Latin America. Allan Graham (ed.). Elsevier Scientific Publishing Co. Nueva York. pp. 203-299.
- BEAMAN, J.H.A. 1962. The Timberlines of Iztaccíhuatl and Popocatepetl, México. Ecology 43(3): 377-385.
- BEAMAN, J.H.A., D.C. De JONG y W.P. STOUTAMIRE. 1962. Chromosome studies in the alpine and subalpine floras of Mexico and Guatemala. Am. J. Bot. 49: 41-50.
- BEAMAN, J.H.A. 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatepetl and Iztaccíhuatl. Bol. Soc. Bot. Mex. 29 : 63-74.
- BEAMAN, J.H.A. y J.W. Andresen. 1966 The vegetation, floristics and phytogeography of the summit of Cerro Potosí, Mexico. -- Amer. Midl. Nat. 75(1): 1-33.
- BENNET, D.P. y D.A. HUMPRIES. 1981. Ecología de campo. Alfredo Cruz Herce (trad.) 2a. reimpresión. H. Blaume Ediciones, Madrid. Colección Ciencias de la Naturaleza. Cap. 4: -- 53-86.
- BILLINGS, W.D. 1973. Arctic and Alpine Vegetations: Similarities, Differences and Susceptibility to Disturbance. Bioscience

- 23(12) : 697-705.
- BLAZQUEZ, L. 1943. La edad glacial en México. BolSoc.Mex. Geog.Est. 58(3-6): 263-367.
- BLOOMFIELD, K. 1974. Reconocimiento geológico en el Nevado de Toluca. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. Serie Divulgación no. 2: pp. 43-47
- BLOOMFIELD, K. y S. VALASTRO. 1974. Late Pleistocene Eruptive History of - Nevado de Toluca Volcano, Central Mexico. Geol. Soc. -- Amer. Bull. 85: 901-906.
- BLOOMFIELD, K. 1975. A late quaternary monogenetic field in Central Mexico. Geol. Rund. 64(2): 476-497.
- BLOOMFIELD, K. 1977. Late quaternary tephrochronology of Nevado de Toluca volcano, Central Mexico. Overseas Geological Mineralogy Resources. 46: 115 pp.
- BOYAS, J.C. y L. VELA. 1984. Estudio sinecológico del Nevado de Toluca. Resumen ponencia. IX Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F. pp. 2-18.
- BOYAS, J.C. y L. VELA. Estudio ecológico forestal del Nevado de Toluca. -- INIF. (inédito).
- BRACHO, R. 1985. Estudio florístico de la parte inferior de la Sierra de - Monte Alto en el Valle de México. Tesis de licenciatura Fac. Ciencias U.N.A.M. 94 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología (bases para el estudio de comunidades vegetales). Jorge Lalucat Jo (trad.) Edit. Blume, - Madrid, España: pp. 16-164.
- BROWER, J.E. y J.H. ZAR. 1981. Field and laboratory methods for General Ecology. 4a. impr. Wm. C. Brown Co. Dubuque, E.U.A. pp.-75-80.
- CABRAL, E. 1975. Estudio geomorfológico del sur del estado de México y -- del norte del estado de Morelos. U.N.A.M. Anal. Geografía. Año 1: 73-108 más mapas.
- CLEEF, A. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular paramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. K. Larsen y L.B. Holm Nielsen (edits.) Trop. Bot. : 175-184.
- CLEEF, A., O. RANGEL y S. SALAMANCA. 1983. Reconocimiento de la vegetación

- de la parte alta del transecto Parque los Nevados.T. Van der Hammen, et al. (eds.). Estudios de ecosistemas tropoandinos. Vol. I. J. Cramer. Vaduz, Alemania.
- COX, G. W. 1981. Laboratory manual of General Ecology. 4a. edición. Wm. C. Brown Co., Dubuque, E.U.A. pp. 41-46.
- CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering Plants. Columbia University Press, New York. pp.
- CRUZ, C.R. 1969. Contribución al conocimiento de la ecología de los -- pastizales en el Valle de México. Tesis de licenciatura I.P. N. pp. 154-176.
- DEMANT, A. y C. ROBIN. 1975. Las fases del vulcanismo en México; una -- síntesis en relación con la evolución geodinámica -- desde el Cretácico. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. no. 1: 70-83.
- DEMANT, A., R. MAUVOIS Y L. SILVA. 1976. El Eje Neovolcánico Transmexica no. III Congreso Latinoamericano de Geología. Excursión no. 4. 26 pp. + fotos + mapas.
- DEMANT, A. 1978. Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y -- sus problemas de interpretación. Rev. Inst. Geol. -- U.N.A.M. 2 (2): 172-187.
- FLORES, T. 1906. Le Xinantécatl ou volcan Nevado de Toluca. Inst. Geol. de Méx. Gufa 9 de las excursiones del 10o. Congreso Geológico Internacional, México. Fomento de Minería, p. 8.
- ERN, H. 1976. Descripción de la vegetación montañosa en los estados me xicanos de Puebla y Tlaxcala. Beinheft 10: 68-74.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática -- de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la -- República Mexicana). 2a. edición. Inst. Geografía, -- U.N.A.M., México. 246 p.
- GARCIA, E. 1983. Apuntes de climatología. 1a. reimpresión. Larios e hijos Impresores, S.A. México, D.F. 153 p.
- HAYAMA T., M.T.M. 1971. Estudio de suelos derivados de cenizas volcáni cas del Nevado de Toluca. Tesis de licenciatura, Fac.- Ciencias, U.N.A.M.

- HEINE, K. 1973 . Variaciones más importantes del clima durante los últimos 40 000 años en México (deducciones indirectas de observaciones geomorfológicas). Comunicaciones 7 : 51-58 Puebla, México.
- LONGWELL, Ch.R. y R.F. FLINT. 1971. Geología Física. Ing. Geol. Eduardo - J. Guzmán (trad.) 1a. reimpresión. Limusa-Wiley, S. A.- México, D.F. cap. 1e: 247-274.
- LORENZO, J.L. 1969. Condiciones periglaciares de las altas montañas de México. Paleoecología 4 : 5-44.
- LORENZO, J.L. 1959. Los glaciares de México. Monografías del Instituto - de Geofísica, U.N.A.M., México, D.F.
- MARIN, J. 1984. Los incendios forestales en el Estado de México. Tesis de licenciatura, U.A.CH., Depto. de Bosques. México, -- 189 p.
- MARTINEZ M. y E. MATUDA . 1953-1972. Flora del Estado de México. 26 fascículos, edición del Gobierno del Estado de México. Toluca Méx.
- MORENO, N.P. 1984. Glosario botánico ilustrado. CECSA-Convenios institucionales. México, 300 p.
- MOOSER, F. 1961. Informe sobre la geología de la Cuenca del Valle de México y sus zonas colindantes. Comisión Hidrológica de - la Cuenca del Valle de México. SARH, México p. 18.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York. p. 139-228.
- NAVARRO, C.J. 1976. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas o de ando del Nevado de Toluca (región este y - sur). Tesis de licenciatura, Fac. de Ciencias, U.N.A.M. México 43 p.
- ORDÓÑEZ, E. 1902. Le Xinantécatl ou volcan Nevado de Toluca. Soc.Cient.- "Antonio Alzate". Memorias 18 ; 83-112.
- PACKER, J.G. 1974. Differentiation and dispersal in alpine floras. Arctic and Alpine Research 6(2): 117-128.
- PROTIMBOS, DIR. TEC. FORESTAL. 1972. Síntesis del Proyecto Nevado de Toluca; Reforestación a 8 años. PROTIMBOS, Estado de Méxi

- co. Julio, 34 p.
- ROBLES R., R. 1954. El Nevado de Toluca: de la tundra a la planicie costera. Caminos de México 2(2) : 1-4
- RODRIGUEZ, J.C. 1967. Estudio ecológico de las malas hierbas del Valle de Toluca, Méx.. Tesis de licenciatura, Fac. Ciencias U.N.A.M. México, 84 p. + cuadros + fotos.
- RZEDOWSKI, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grassland of México. Taxon 24(1): 67-80.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, S.A. México, D.F. 432 p.
- RZEDOWSKI, J. y G. CALDERON DE R. 1981. Flora fanerogámica del Valle de México. 3a. impresión. C.E.C.S.A., México, vol. 1, -- 403 p.
- SANCHEZ C., S. 1951. El Estado de México, su historia, su ambiente y sus recursos. Agrícola Mexicana, S.A., Toluca, Méx., tomo I pp. 40-44.
- SANCHEZ, S.O. 1969. La Flora Fanerogámica del Valle de México. Edit. Herrero, S.A.. México, 519 p.
- SHARP, A.J. 1953. Notes of the flora of Mexico; world distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. Journ. Ecol. 41 : 374-380.
- SHIMWELL, D.W. 1971. The description and classification of vegetation. - Sidwick & Jackson, Londres G.B., 319 p.
- S.P.P. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. Dir.- Gral. de Geog. del Territorio Nacional. 1976. Carta topográfica, Ciudad de México E 14-2, esc. 1:250 000.
- S.P.P., INEGI, Dir. Gral. de Geog. del T. Nal. Carta Geológica, Ciudad de México E 14-2, esc. 1:250 000.
- S.P.P., INEGI, Dir. Gral. de Geog. del T. Nal. Carta topográfica, Nevado de Toluca E 14-A-47, esc. 1:50 000.
- S.P.P., INEGI, Dir. Gral. de Geog. del T. Nal. Carta geológica, Nevado de Toluca E 14-A-47, esc. 1:50 000.
- S.P.P., INEGI, Dir. Gral. de Geog. del T. Nal. Carta edafológica, Nevado de Toluca E 14-A-47, esc. 1:50 000.
- s.p.p., INEGI, Dir. Gral. de Geog. del T. Nal. Carta de Uso del Suelo,

- Nevado de Toluca, E 14-A-47, esc. 1:50 000.
- S.P.P., 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. Anexo cartográfico.
- TRICART, J. 1986. Pro-Lagos. Los lagos del Eje Neovolcánico de México -- (apuntes). Inst. Geografía, U.N.A.M., México, 66 p.
- VARGAS M., F. 1984. Parques Nacionales de México y reservas equivalentes. Pasado, presente y futuro. Inst. de Inv. Económicas, -- U.N.A.M., México. Colec.: Grandes Problemas Nacionales. Serie : Los Bosques de México. 266 p.
- VILLALPANDO B., O.K. 1968. Algunos aspectos ecológicos del volcán Nevado de Toluca. Tesis de licenciatura, Fac. Ciencias, U.N.-A.M. México. 36 p.
- WAITZ, P., 1910. Excursión geológica al Nevado de Toluca. Bol. Soc. Geol. de Méx. Tomo VI, 2a. parte: pp. 113-117.
- WAITZ, P., 1943. Reseña geológica de la cuenca del Lerma, Méx., D.F., Bol. Soc. Mex. de Geog. y Est. 58(1-2) : 123-138.
- WAITZ, P., 1957. Las lagunas en el cráter del Nevado de Toluca. Consideraciones sobre el proyecto para la utilización de sus aguas. Ing. Hidr. Mex. 2(2) : 9-18
- WALTER, H., 1977. Zonas de vegetación y climas. Breve exposición desde el punto de vista causal y global. Margarita Costa (trad.) Omega, S.A.. Barcelona, España. 245 p.
- WERCER, H.J.A., 1974. On concepts and techniques applied in the Zurich - Montpellier method of vegetation survey. Bothalia 11(3): 309-323.
- WESTHOFF, V. y E. VAN DER MAAREL, 1973. The Braun-Blanquet approach. Tuuxen R. y R.H. Whittaker (edits.) W.Jink Den Haag, p. : 617-726.
- WILLIS, J.C., 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns. 8a. - edición. Cambridge University Press. Gran Bretaña. 1245 p. + claves y anexos.
- YARZA, E., 1971. Los volcanes de México. 2a. edición. M. Aguilar, México, p. 155-156.

Tabla no. 1 Estación del Nevado de Toluca 1964-1972. Datos meteorológicos.

Meses	Precip. media (mm)	Temperaturas ° C				Vientos dominantes km / h	Días promedio					Evapor.			
		media	máxima Ext.	mínima Ext.	máxima Prom.		mínima Prom.	Despej.	Nubl.	Hel.	Gran.	Nubl.	Nev.	Ro- cio	Total mins.
Enero	16.6	2.1	13.0	5.5	10.8	7.0	SW <sup>4</sup>	12.0	9.5	24.0	1.1	18.0	1.1	0.0	69.4
Febrero	20.0	2.2	16.0	6.2	11.6	9.0	S <sup>2</sup>	14.0	8.8	21.8	2.0	5.2	2.4	0.0	64.8
Marzo	35.5	3.8	14.0	4.2	13.2	5.0	S <sup>1</sup>	14.5	9.6	22.6	3.6	4.0	3.0	0.0	75.9
Abril	65.0	5.4	17.0	3.4	15.2	5.0	C	15.5	10.2	25.2	4.0	7.0	1.3	0.0	111.3
Mayo	88.8	5.5	17.0	3.0	15.8	4.0	N <sup>2</sup>	10.5	16.0	17.6	7.6	10.8	2.4	0.0	63.0
Junio	202.0	5.3	17.0	1.7	15.4	3.0	S <sup>1</sup>	6.0	18.4	13.2	8.5	15.1	1.8	1.0	65.1
Julio	255.0	4.7	21.0	1.7	14.0	5.0	S <sup>2</sup>	4.0	22.2	12.2	9.2	19.5	1.0	0.4	50.7
Agosto	240.2	4.6	14.0	2.3	11.5	5.0	S <sup>2</sup>	5.5	19.3	14.3	11.6	15.0	0.5	0.8	58.9
Septbre.	222.6	4.5	16.0	2.2	13.5	9.0	N <sup>2</sup>	3.0	20.7	13.1	12.1	11.3	1.3	0.5	59.1
Octbre.	78.5	4.2	19.0	3.5	12.8	4.0	N <sup>2</sup>	9.0	15.8	22.3	7.0	10.6	2.2	1.1	70.5
Novbre.	22.5	3.6	14.4	3.3	11.9	4.0	S <sup>1</sup>	14.0	9.8	26.6	2.5	5.6	2.2	1.3	66.6
Dicbre.	20.5	2.6	12.0	4.3	10.0	7.0	S <sup>1</sup>	11.0	13.0	24.3	1.8	3.5	3.0	0.0	49.9
media anual	1236.6	4.0	21.0	34.0	13.0	9.0	S <sup>3</sup>	119.0	173.5	237.2	71.0	125.6	22.2	4.1	805.2

Fuente : Boyás y Vela (inédito).



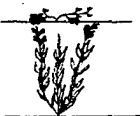
Tabla no.2 . Localización altitudinal (m.s.n.m.) de las isoterma  
del Nevado de Toluca en diferentes exposiciones.

ISOTERMA	EXPOSICIONES			
	N	S	E	O
11°C	2900	3100	3000	3200
10°C	3100	3300	3200	3400
9°C	3400	3400	3400	3500
8°C	3500	3600	3500	3700
7°C	3700	3700	3700	3900
6°C	3900	3900	3900	4000
5°C	4100	4100	4000	4200
4°C	4300	4200	4200	4500

Fuente: Boyás y Vela (inédito).

SIMBOLOGIA GRAFICA DE LAS ESPECIES REPRESENTADAS  
EN LOS LEVANTAMIENTOS DEL NEVADO DE TOLUCA.

Vertical



1.- Alchemilla procumbens



2.- Penstemon gentianoides



3.- Potentilla ranunculoides



4.- Castilleja colucensis



6.- Potentilla richardii



7.- Erinnium proteiflorum

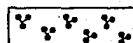
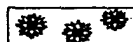
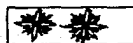
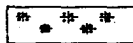
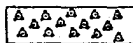
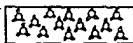
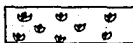
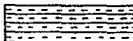


8.- Cirsium nivale



9.- Oreomyza toluicana

Horizontal





10.- Calamagrostis toluensis



11.- Festuca toluensis



12.- Agrostis toluensis



13.- Trisetum spicatum



14.- Muhlenbergia montana



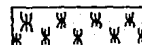
15.- Elenharoneuron tricholeris



16.- Festuca hephaestophila



17.- Festuca livica

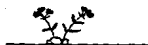
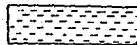


18.- Arenaria broides

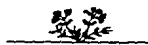
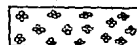




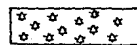
19.- Arenaria reptans



20.- Cerastium molle



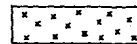
21.- Cerastium vulcanicum



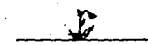
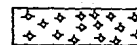
22.- Gnaphallium lavandulaceum



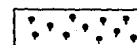
23.- Coniza schiedeana



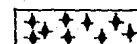
24.- Gnaphallium Liebmanii



25.- Hieracium mexicanum



26.- Senecio bellidifolius

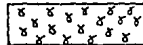




27.- Senecio mairretianus



28.- Senecio procumbens



29.- Senecio roseus



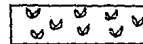
30.- Draba jorullensis



31.- Draba nivicola



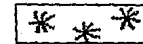
32.- Erysimum capitatum



33.- Vaccinium geminiflorum



34.- Phacelia platycarpa

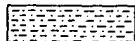


35.- Sisyrinchium quadrangulatum





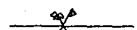
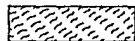
36.- Luzula racemosa



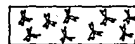
37.- Lupinus montanus



38.- Lupinus mexicanus



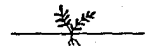
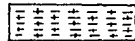
39.- Oxalis alpina



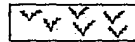
40.- Pinus hartwegii



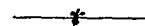
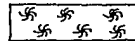
41.- Plantago toluensis



42.- Custopteris fragilis



43.- Calandrinia sección Acaules



44.- Ranunculus donianus



TABLA NO. 5. SIMILITUDES ENTRE LOS LEVANTAMIENTOS DE LA  
 VEGETACION ZONAL, CALCULADOS CON EL INDICE DE  
 SIMILITUD DE SORSENSEN (valores dados en %)

1.8	6.2	1.7	6.1	1.6	8.5	5.8	6.7	5.1	5.2	5.4	3.5	3.1	1.4	8.4	6.5	8.3	6.4	5.7	1.3	3.2	3.3	3.4	1.2	5.5	4.1	8.1	6.3	1.1	
1.8	66.7	96.0	50.0	36.4	46.0	42.4	41.2	15.4	0.0	38.7	38.7	50.0	43.8	35.9	30.8	42.1	26.3	35.9	24.0	21.4	22.2	42.4	27.6	27.9	28.6	10.5	30.8	33.3	
6.2		71.0	62.9	41.0	48.8	56.4	45.0	25.0	14.3	37.8	37.8	40.0	42.1	44.4	35.6	36.4	31.8	31.1	19.4	23.5	36.4	35.9	28.8	24.5	29.2	9.1	31.1	27.8	
1.7			55.2	35.3	44.4	41.2	40.0	14.8	0.0	0.0	37.5	48.0	42.4	35.0	30.0	41.0	25.6	35.0	23.1	17.6	21.4	41.2	26.7	27.3	27.9	10.3	30.0	27.8	
6.1				32.4	41.0	48.6	47.4	33.3	15.4	45.7	45.7	28.6	33.3	37.2	41.9	33.3	33.3	41.9	20.7	31.3	19.4	43.2	36.4	25.5	34.8	14.3	37.2	29.4	
1.6					50.0	52.4	51.2	40.0	32.3	55.0	55.0	54.5	53.7	45.8	37.5	51.1	46.8	54.2	32.4	43.2	33.3	42.9	42.1	46.2	39.2	29.8	45.8	56.4	
8.5						63.6	57.8	59.5	36.4	66.7	66.7	61.1	55.8	60.0	60.0	65.3	53.1	28.0	38.9	69.0	31.6	63.6	55.0	14.8	52.4	40.8	60.0	53.7	
5.8							66.7	57.1	58.1	60.0	55.0	54.5	53.7	54.2	54.2	51.1	42.6	58.3	41.2	48.6	38.9	47.6	47.4	46.2	43.1	25.5	45.8	51.3	
6.7								50.0	56.3	63.4	58.5	52.9	52.4	53.1	57.1	58.3	54.2	65.3	45.7	47.4	43.2	46.5	56.4	52.8	50.0	45.8	61.2	60.0	
5.1									66.7	48.5	48.5	38.5	35.3	34.1	43.9	40.0	35.0	43.9	29.6	40.0	27.6	45.7	38.7	35.6	36.4	25.0	43.9	43.8	
5.2										41.4	34.5	36.4	13.3	32.4	32.4	13.9	13.9	37.8	34.8	38.5	32.0	25.8	37.0	29.3	25.0	11.9	32.4	35.7	
5.4											89.5	71.0	56.4	65.2	60.9	62.2	51.1	78.3	62.5	74.3	47.1	60.0	55.6	56.0	61.2	44.4	60.9	76.5	
3.5												71.0	71.0	73.9	60.9	66.7	56.5	69.6	62.5	74.3	58.8	75.0	66.7	64.0	73.5	53.3	65.2	75.7	
3.1													56.3	61.5	23.1	57.9	36.8	51.3	40.0	64.3	44.4	60.6	41.4	46.5	47.6	36.8	46.2	60.0	
1.4														51.1	51.1	65.2	52.2	34.0	52.9	37.8	44.4	52.4	52.6	46.2	43.1	38.3	54.2	66.7	
8.4															59.3	64.2	56.6	59.3	45.0	65.1	52.4	62.5	50.0	62.1	70.2	49.1	59.3	57.8	
6.5																79.2	79.2	74.1	55.0	55.8	52.4	63.6	68.2	62.1	66.7	60.4	81.5	62.2	
8.3																	69.2	71.7	61.5	61.9	48.8	59.6	65.1	59.6	67.9	57.7	79.2	63.6	
6.4																		67.9	66.7	57.1	48.0	55.3	69.8	66.7	60.7	41.5	83.0	59.1	
5.7																			60.0	75.9	47.6	66.7	59.1	72.4	73.7	49.1	77.8	66.7	
1.3																				62.1	64.3	47.1	73.3	50.0	46.5	51.3	65.0	64.5	
3.2																					58.1	59.5	54.5	55.3	56.5	47.6	60.5	62.9	
3.3																						61.1	62.5	52.2	57.8	48.8	57.1	54.5	
3.4																							52.6	61.5	70.6	51.1	66.7	61.5	
1.2																								58.1	53.1	55.8	68.2	68.6	
5.5																									72.1	63.2	72.4	65.3	
4.1																										57.1	70.2	54.2	
8.1																											64.2	59.1	
6.3																												46.7	
1.1																													

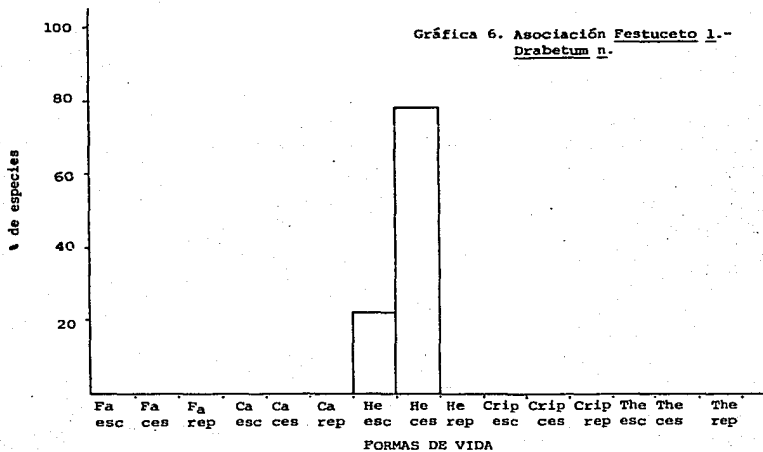
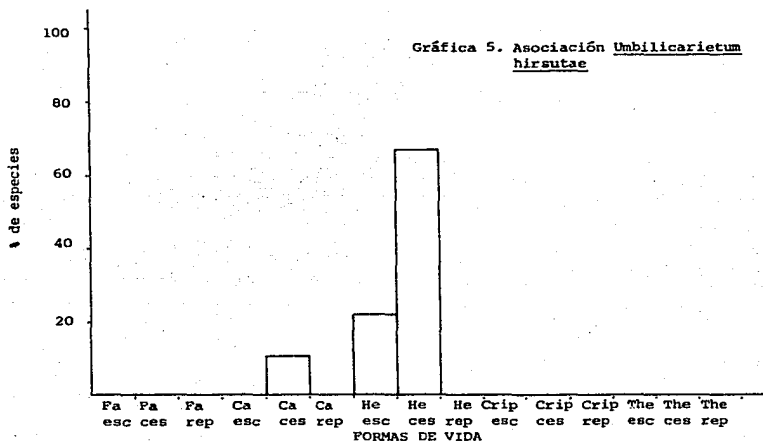
NOTA: Los números correspondientes a los levantamientos se encuentran en la columna  
 de la izquierda y la línea superior de la tabla.

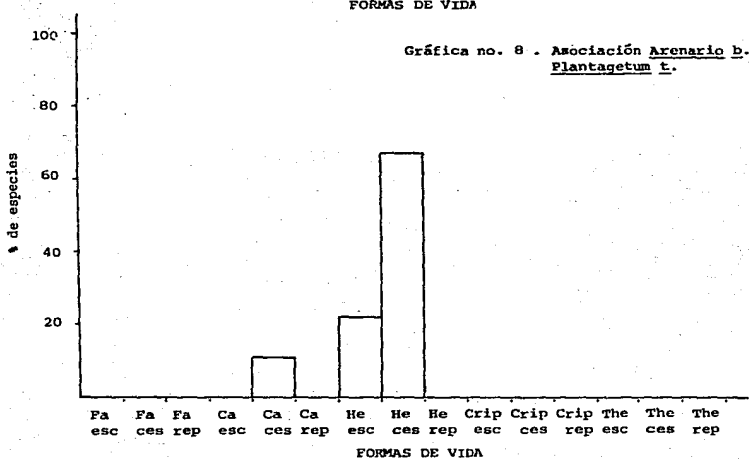
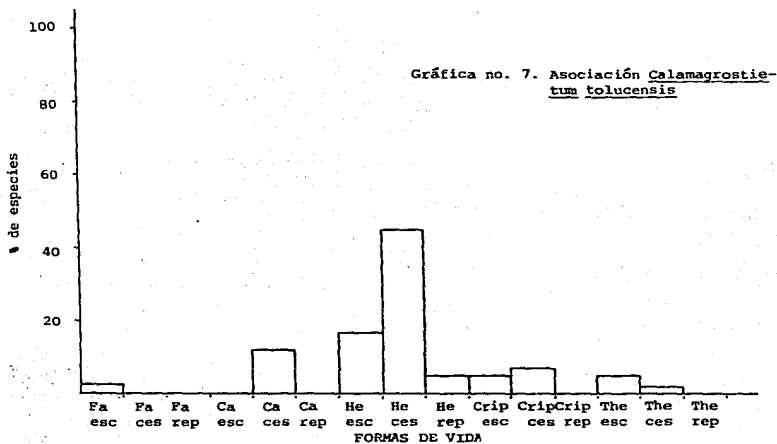
TABLA NO. 6 . SIMILITUDES ENTRE LOS RELEVES DE LA VEGETACION  
AZONAL, CALCULADOS CON EL INDICE DE SIMILITUD DE  
SØRENSEN (valores en %).

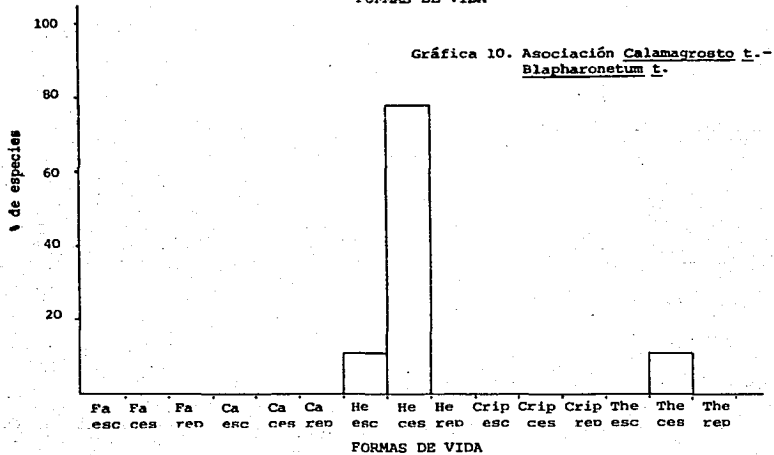
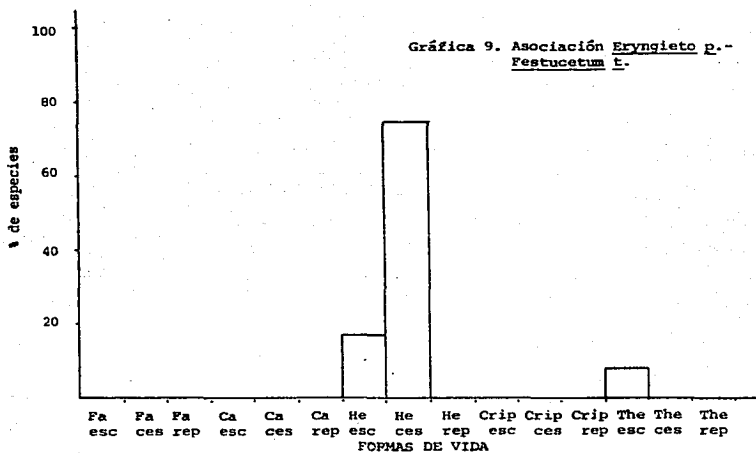
4.2	5.3	7.4	1.5	7.1	7.2	7.3	2.2	2.1	2.3	5.6	8.2	6.6
4.2	6.7	17.1	31.5	40.0	38.1	25.0	11.8	0.0	6.1	12.8	15.8	38.1
5.3		66.7	50.0	32.3	14.3	38.5	20.0	25.0	31.6	18.2	8.3	21.4
7.4			48.3	50.0	42.4	58.1	16.0	19.0	25.0	21.1	6.9	24.2
1.5				56.4	38.9	47.1	21.4	8.3	22.2	19.5	12.5	27.8
7.1					55.8	48.8	22.9	12.9	17.6	29.2	20.5	37.2
7.2						63.2	25.0	14.3	12.9	35.6	16.7	40.0
7.3							53.3	38.5	41.4	46.5	29.4	52.6
2.2								70.0	69.6	37.8	42.9	50.0
2.1									73.7	36.4	41.7	42.9
2.3										33.3	37.0	45.2
5.6											43.9	71.1
8.2												55.6
6.6												

NOTA : Los números correspondientes a los levantamientos se encuentran en la columna de la izquierda y la línea superior de la tabla.









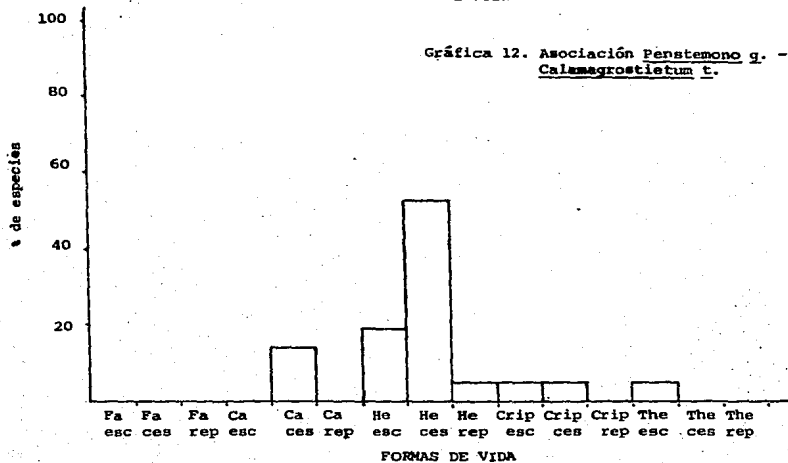
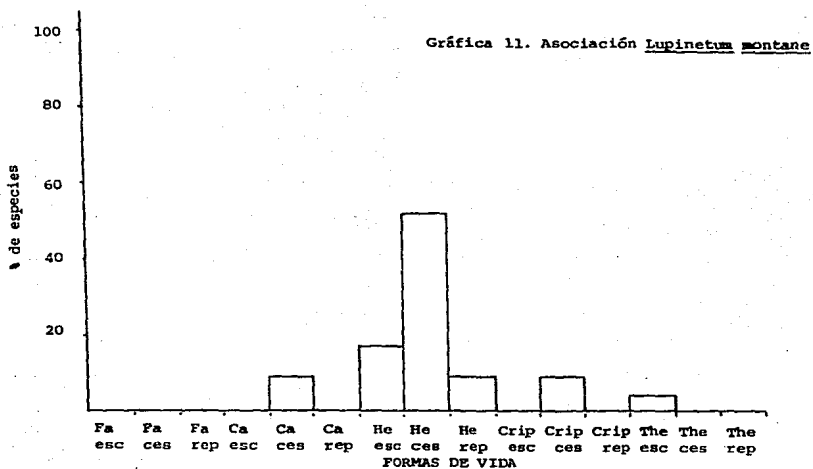


Tabla 8 . Clases de intervalos altitudinales por especie

CLASE	INTERVALO ALTITUDINAL m. s. n. m.	ESPECIES
1	0 - 4 500	<u>Erysimum capitatum</u> .
2	500 - 4 100	<u>Penstemon gentianoides</u> .
3	1 000 - 4 100	<u>Cystopteris fragilis</u>
4	1 000 - 4 200	<u>Castilleja scorzonerifolia</u>
5	1 000 - 4 300	<u>Achillea</u> aff. <u>lanulosa</u> , <u>Asplenium monanthes</u> , <u>Lupinus mexicanus</u> y <u>Phacelia platycarpa</u> .
6	1 500 - 4 100	<u>Alchemilla procumbens</u> , <u>Agrostis exarata</u> , <u>Blepharoneuron tricholepis</u> , <u>Halenia plantaginea</u> , <u>Lupinus montanus</u> y <u>Plantago linearis</u> .
7	1 500 - 4 200	<u>Muhlenbergia montana</u> y <u>Oxalis alpina</u> .
8	1 500 - 4 300	<u>Arenaria reptans</u> , <u>Agrostis toluensis</u> y <u>Conyza schiedana</u> .
9	1 500 - 4 400	<u>Gnaphalium liebmanii</u> .
10	1 500 - 4 500	<u>Trisetum spicatum</u> .
11	2 000 - 4 100	<u>Sisyrinchium quadrangulatum</u> .
12	2 000 - 4 200	<u>Echeverria secunda</u> y <u>Potentilla ranunculoides</u> .
13	2 000 - 4 300	<u>Achaetoperon mexicanus</u> , <u>Colanagrostis toluensis</u> , <u>Festuca toluensis</u> , <u>Senecio bellidifolius</u> y <u>Senecio roeaeus</u> .
14	2 500 - 4 200	<u>Hieracium mexicanus</u> , <u>Pinus hartwegii</u> , <u>Ranunculus donianus</u> , <u>Senecio maire-tianus</u> y <u>Vaccinium geminiflorum</u> .
15	2 500 - 4 300	<u>Cirsium nivale</u> y <u>Eryngium proteiflorum</u> .
16	2 500 - 4 400	<u>Castilleja toluensis</u> y <u>Cerastium molle</u> .
17	2 500 - 4 500	<u>Cerastium vulcanicum</u> , <u>Draba jorullensis</u> , <u>Festuca hephaestophila</u> y <u>Luzula racemosa</u> .
18	3 000 - 4 200	<u>Halenia crassiuscula</u> .
19	3 500 - 4 300	<u>Calandrinia</u> . <u>Ranunculus multicaulis</u> y <u>Sedum minimum</u> .
20	3 500 - 4 400	<u>Senecio procumbens</u> .
21	3 500 - 4 500	<u>Arenaria bryoides</u> , <u>Draba nivicola</u> , <u>Festuca livida</u> , <u>Gnaphalium lavandulaeum</u> , <u>Potentilla richardii</u> y <u>Plantago toluensis</u> .
22	4 100 - 4 500	<u>Oreomhysria toluicana</u> .