

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIOS ECOLOGICOS DEL VOLCAN POPOCATEPETL
ESTADO 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
VICTORIA IRMA DOMINGUEZ RUBIO





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

MIRA QUE TE MANDO QUE TE ESFUERCES
Y SEAS VALIENTE; NO TEMAS NI DESMA
YES PORQUE JEHOVA TU DIOS ESTARA -
CONTIGO EN DONDEQUIERA QUE VALLAS.

Josué 1:9

CON AMOR Y CARIÑO:

A MI MADRE

A MI FAMILIA

A MIS MAESTROS Y AMIGOS

Agradezco a los directores de tesis M. en C. Nicolás Aguilera H. y M. en C. Francisco González Medrano la orientación, ayuda y apoyo brindado durante la realización de la tesis.

Al Dr. Téofilo Herrera S., Biól. Javier Valdés G., M. en C. Sergio Palacios M. y M. en C. Gilberto Hernández S., por su valiosa ayuda en la revisión, corrección y sugerencias para la impresión de la tesis.

A todos mis amigos y compañeros que colaboraron en el trabajo de campo y laboratorio.

INDICE

I.- RESUMEN	1
II.- INTRODUCCION	2
III.- REVISION BIBLIOGRAFICA	4
IV.- DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	12
Localización y Límites	12
Fisiografía	13
Geología	16
Hidrología	19
Climatología	20
V.- MATERIALES Y METODOS	26
Análisis físicos del suelo	27
Análisis químicos del suelo	27
Recolección e identificación de la vege tación	28
VI.- RESULTADOS	31
Páramo de altura	35 y 86
Bosque de pino	48 y 88
Bosque de abetos	72 y 96
Ecotonos	64 y 100
Estrato herbáceo	102
VII.- DISCUSION	85
VIII.- CONCLUSIONES	106
IX.- INDICE TAXONOMICO	113
X.- BIBLIOGRAFIA	120

I.- RESUMEN

La zona en estudio comprende un transecto altitudinal (2900 a 4000 m) en el volcán Popocatepetl, Edo. de México.

La finalidad al estudiar la relación suelo-vegetación y los factores climáticos y bióticos, fueron para conocer, cómo están interviniendo en el desarrollo del bosque, que es un recurso forestal y de recreación.

El suelo por sus propiedades físicoquímicas corresponde al grupo de suelos de Ando.

La vegetación se distribuye en tres asociaciones: el páramo de altura, el bosque de pino y el bosque de abetos con sus respectivos ecotonos.

Se toman en cuenta las actividades humanas que en forma directa, están alterando un medio que deberá ser explotado racionalmente.

II.- INTRODUCCION

Son pocos los estudios ecológicos realizados en nuestro país, en relación a suelos volcánicos derivados de roca andesítica, ceniza volcánica y vegetación que sobre ellos se desarrolla.

Uno de los fines de este trabajo es el de contribuir al conocimiento de nuestros bosques, para un mejor manejo y aprovechamiento en la reforestación y forestación de superficies potencialmente aprovechables; contando nuestro país con vastas zonas volcánicas y con una vegetación forestal de primer orden, que no está siendo estudiada ni explotada debidamente en particular los bosques de coníferas que son sin duda los de mayor importancia industrial.

Varios bosques de coníferas circundan la Cuenca del Valle de México y en todo el Territorio Nacional se estima un 5% cubierto por este tipo de vegetación (Villaseñor 1956).

Sin embargo, México no cuenta con muchos estudios al respecto, ni mucho menos con una carta y clasificación adecuada de "Suelos derivados de Cenizas Volcánicas y Materiales Igneos", considerando que estos cubren aproximadamente una cuarta parte de los 2'000,000 km², que son la superficie aproximada del país (Aguilera 1969).

En los estudios actuales se tratan de tomar en cuenta

odos los factores, que integran el proceso biológico del bioma y así en el presente estudio altitudinal del Popocatepetl, se relaciona suelo-vegetación en función de algunos de los factores que están interviniendo en la génesis, morfología y desarrollo de la comunidad en los sitios estudiados.

"Al talar ó acabar con un bosque, las lluvias que en nuestro país son la mayoría las de carácter más violento y sobre los macizos montañosos con grandes pendientes. En tales condiciones, el escurrimiento que forma nuestras corrientes fluviales, es de carácter acentuadamente torrencial, con todos los inconvenientes que en materia de erosión y de crisis por inundación y secamiento súbitos corresponden a este carácter. Las masas forestales en las laderas de nuestras montañas desempeñan entonces un importante papel, refrenando notablemente el ímpetu de las corrientes y permitiendo gradualmente la formación, en vez de la destrucción de los suelos aptos para la agricultura en las planicies" (Contreras Arias A. 1968).

III.- REVISION BIBLIOGRAFICA

Hará unos diez o doce mil años, el hombre hizo su aparición en el Valle de México, esos primeros pobladores empezaron una labor de reacomodo limpia y aprovechamiento de las plantas una de ellas, el maíz fue el centro de su interés. El dato que se tiene por medio del carbono 14 del maíz encontrado es de 5000 años A.C. aproximadamente; desde ahí se inicia un proceso de modificación ecológica en el Valle de México.

Con la siembra del maíz, maguey y tala de árboles para la utilización de madera se empezó de inmediato la erosión de los suelos, con el consiguiente efecto sobre la disminución de la fertilidad, falta de retención de agua, en suelos aún bastante jóvenes. Con la llegada de los españoles los rebaños que trajeron los conquistadores los soltaron a que pastaran en los llanos y montes del Valle provocando el desarrollo de una ganadería precaria, desordenada y lenta pero perjudicial a las praderas y zonas forestales (Baldivinos 1963).

Partiendo de lo alterado de la Cuenca del Valle de México y con la ecología varias veces modificada se han hecho estudios que comprenden innumerables aspectos tanto paleontológicos, climáticos, bióticos como socio-económi-

cos, etc.

El suelo que se encuentra en el volcán Popocatépetl corresponde al grupo de suelos denominados de cenizas volcánicas y de Ando, con material parental de roca basáltica, andesítica ó riolítica y predominio de ceniza volcánica, es ta ceniza es el producto de los volcanes de tipo explosivo, que antes de depositarse fue un sistema disperso y grueso compuesto de sólido disuelto en gas.

Estos suelos derivados de cenizas volcánicas se han estudiado en muchos países que preferentemente se encuentran en la región circumpacífica, en donde la actividad vol cánica ha sido notable. Johnson (1970) en su trabajo de te sis cita a los especialistas de los países donde han sido estudiados este tipo de suelos y menciona las siguientes regiones: Japón, Nueva Zelandia, Hawaii, Sudamérica y en particular Chile, Perú, Ecuador y Colombia; Centroamérica, Norteamérica y Alaska. En el Continente Africano Tanzania. Además Indonesia frente al Océano Indico y las Antillas en el Caribe y el Atlántico.

En México la zona volcánica se extiende desde Chihuahua hasta Chiapas predominando en el Eje Neovolcánico y los estudios de suelos de Ando se han hecho desde Jalisco (Aguilera 1955), la Sierra Tarasca (Moncada 1960; Aguilera 1961,

1965; Cervantes y Aguilera 1965; Guanajardo Allen y Aguilera, en prensa); es en 1966 que Cortés publica un trabajo llamado Suelos de Ando de la República Mexicana. Los suelos de Uruapan son estudiados por Guillén (1971), La Malinche por Allende y Aguilera (1968), el Pico de Orizaba por Johnson (1970) y por Arias, Johnson y Aguilera (1969), el Nevado de Toluca lo estudia Villalpando (1968) y Hayama (1971) describe un transecto hacia el Estado de México; el Ajusco por Shimada (1972); el Valle de México por Madrigal (1967), el Suroeste de la Cuenca lo describe Espinosa (1971); con respecto al Iztaccíhuatl, están los trabajos de Cortés, León y Hernández (1966), Cortés (1966) y May Nah (1971) del Edo. de Puebla; Anaya (1962), estudia un transecto hacia el Estado de México. El volcán Popocatepetl abarca tres estados que son: Morelos, estudiado por Palacios y Aguilera 1968), Vallejo y Aguilera (1968); el Estado de Puebla lo estudia García y Aguilera (1970) y el Estado de México es estudiado por Aceves y Aguilera (1967).

Los resultados de laboratorio y campo de los suelos que se encuentran hacia el Estado de Morelos difieren en cuanto a material de origen y clima, mientras que para el Estado de México y Puebla concuerdan el material parenteral, clima y vegetación.

Los suelos de cenizas volcánicas pueden agruparse:

a) por sus características morfológicas, b) propiedades físicas, c) propiedades químicas y c) mineralogía.

a) Características morfológicas.- Wright (1964) indica que estos suelos pueden presentar perfiles AC, A(B)C, ó ABC con profundidades que oscilan entre 50 cm hasta más de un metro. El horizonte A tiene una estructura fina, granular ó migajosa; el horizonte B, si está presente, muestra una estructura de bloques. Los suelos en su mayoría están bien drenados y bien aireados, a menudo se manifiestan capas superficiales enterradas ó se observan los límites de las capas de cenizas y lapilli de las diferentes edades.

b) Propiedades físicas.- Birrell (1964) hace notar una característica muy común en estos suelos: el alto contenido de humedad a través del perfil, asociada a valores bajos de la densidad aparente.

La porosidad total es generalmente alta y muy uniforme en todo el perfil, como lo es también la presencia de poros grandes.

El color de la capa orgánica es oscuro: de negro a café oscuro aunque puede ser más claro en climas tropicales; de húmedo a seco los colores tienden a aclararse es un cambio característico de los suelos de Ando. La textura va desde moderadamente gruesa como arena migajosa, hasta moderadamente gruesa como arena migajosa, hasta moderadamente

fina como migajón arcillo-limoso.

c) Propiedades químicas.- Las características químicas que en general se presentan en este tipo de suelos, por los estudios realizados en Japón, Nueva Zelanda y Estados Unidos en correlación con lo encontrado en México, los resultados de mayor interés son los siguientes: el pH que generalmente se encuentra en un rango de 5 a 7 por la acción amortiguadora de la fracción arcillosa que contiene alofano. El porcentaje alto de materia orgánica en la parte superficial por la temperatura baja que limita la acción microbiana y el tipo de vegetación que continuamente está depositando materia orgánica; al formarse un complejo del humus con el alofano, con la presencia de resinas se origina un compuesto muy estable. El contenido de nitrógeno (Birrell, 1964) es moderadamente alto, no mineralizado y la relación carbono-nitrógeno es bastante alta como se observa en el bosque de Abies reportado por Madrigal (1967) con valores de 107 y 139 para el perfil 3.

La C.I.C.T. es alta de 15 a 64 (Vallejo y Aguilera 1968) y está en correlación con el % de materia orgánica y alofano que disminuyen al profundizar el perfil. Wright (1964) entre otros investigadores han comprobado que arcillas con abundante alofano tienen alta capacidad de intercambio catiónico.

d) Propiedades mineralógicas.- La composición de la fracción fina de la ceniza volcánica está condicionada por el material de origen y por el grado de intemperismo (Egawa, 1964). En general los minerales más frecuentes son: cuarzo, plagioclasa, vidrio volcánico, olivino, hiperstena, hornblenda, magnetita, feldespatos, micas y arcillas como haloisita, metahaloisita, gibsita (Besoain, 1969) y en baja cantidad caolinita mal cristalizada y abundante alofano.

En lo concerniente a los estudios florísticos que se han hecho en la Cuenca del Valle y en el Volcán, se ha preferido el conocimiento de la vegetación y, en especial, de las coníferas, por la utilidad que representan. Pocos son los estudios en los que se relaciona suelo-vegetación y menos aún los que abarcan aspectos ecológicos por la amplitud que ello implica.

Se han publicado abundantes trabajos de la Cuenca del Valle de México por los problemas que se han presentado debido a la alteración ecológica del Valle y sus alrededores. Con respecto al volcán Popocatepetl, la literatura es escasa pero no menos importante, se inician los trabajos con Hemsley (1887), Helprin (1892), encuentra abundantes especies endémicas para los grandes volcanes de México y Centroamérica, a la vez que menciona un grupo de especies co-

munes con la flora andina. Purpus (1908), al comparar la flora alpina y subalpina del Iztaccíhuatl con la de Montañas Rocosas de Estados Unidos, encuentra que los géneros característicos no se localizan en el Iztaccíhuatl y menos aún en el Popocatepetl, que es más pobre desde el punto de vista florístico.

Gadow (1907-1909), separa la flora alpina de México en cuatro categorías: a) Boreal, b) Endémica de México, c) Meridional derivada de la flora de los trópicos y d) Andino. Observa que al aumentar la altitud (3900 m) los géneros autóctonos desaparecen y los boreales son dominantes.

Leopold (1950), considera zona ártico alpina la que está localizada en las crestas de los altos volcanes.

Miranda (1963), caracteriza a la vegetación del Páramo de altura localizada después de los 4000 m. constituida por gramíneas y plantas bajas de porte cespitoso o arrosado.

Beaman es el primero que abarca la mayoría de los aspectos ecológicos del Iztaccíhuatl y Popocatepetl que publica en 1959 con el nombre de *The alpine flora of Mexico and Central America*; posteriormente, en 1962, publica *A preliminary Ecological Study of the alpine Flora of Popocatepetl and Iztaccíhuatl*, dirige la visita a los volcanes con motivo del I Congreso Latinoamericano de Botánica (1972); son

interesantes los resultados de estos estudios, de los cuales se concluye lo siguiente: la disminución del número de especies y número de individuos de cada especie es gradual con respecto al aumento de altitud; las gramíneas de los géneros Calamagrostis y Festuca predominan sobre - - Trisetum, Muhlenbergia, Agrostis y Poa, se encuentran en orden de frecuencia descendente otras fanerógamas que anotadas de igual forma son: Draba jorullensis, Gnaphalium vulcanicum, Lupinus montanus, Plantago toluensis, Arenaria bryoides, Arenaria reptans y Senecio calcarius entre otras.

El criterio que se siguió para separar las comunidades fue el empleado por Miranda (1963) en su trabajo Los Tipos de Vegetación de México. Al abordar los aspectos climáticos en los que se basa el trabajo, la fisonomía y descripción para la vegetación en general se hizo una correlación para separar las Asociaciones y Ecotonos de los que se hace una amplia descripción en los resultados.

IV.- DESCRIPCION DEL AREA

a) Localización y Límites.

El volcán Popocatepetl se encuentra situado a casi 45°S.E. de la ciudad de México; así como en los estados de Morelos y Puebla, encontramos localizada la cima a los - - 5,452 m.s.n.m. y a los 19°01'17" de latitud norte y a - - 0°30'20" de longitud este.

Geográficamente la zona en estudio está comprendida entre los paralelos 19°15' y 18°55' y los meridianos 98°30' y 98°55' de longitud oeste de Greenwich.

El volcán Popocatepetl forma parte de la Sierra Nevada en su extremo meridional; separa esta sierra la cuenca del Valle de México y el Valle de Puebla. Es un volcán estratificado lo que indica que hubo una actividad brusca al principio y espaciada después; demostrándolo los depósitos subsecuentes de material ígneo que influenció por tan to una vasta zona que comprende, desde la montaña que hacia abajo, forma suavemente los abanicos volcánicos de Amecameca, (mapa 2 Mooser), extendiéndose hasta tocar con las lavas volcánicas de la Sierra Chichinautzin al W, mientras que al N. la zona está influenciada por lavas volcánicas de Iztaccíhuatl.

Los perfiles superpuestos se observan fácilmente

por los derrumbes o muros que quedaron al construir la carretera que asciende hasta el refugio de Tlamacas. Hacia el NW que corresponde al Estado de México y principalmente el Valle de Amecameca se encuentran depósitos de cenizas volcánicas recientes, formando suelos jóvenes todavía con gran cantidad de arena (ceniza volcánica), desarrollándose sobre roca basáltica y lapilli, debiendo aclarar que la influencia del hombre al desforestar gran parte de esa zona está favoreciendo la erosión.

b) Fisiografía.

El volcán Popocatepetl tiene la forma de un cono interrumpido por un pico saliente del lado NW y otro más pequeño, por el lado SW este cono asciende por el sur en otro más obtuso extendiendo sus laderas a los Valles de Cuautla y Matamoros, y apoyándose por el N en el macizo de la Sierra. Son más uniformes las pendientes del cono por el E que por el O, desapareciendo las primeras por gradaciones insensibles en el Valle de Puebla, y las últimas son interrumpidas por la serranía del Ajusco con la que se enlaza.

Esta regularidad desaparece conforme se va uno aproximando a dicho cono volcánico, presentándose entonces con dos pendientes generales, la oriental más débil que la occidental, mientras que las del norte y sur son casi iguales, dando lugar a que se presente como un cono elíptico cuyo

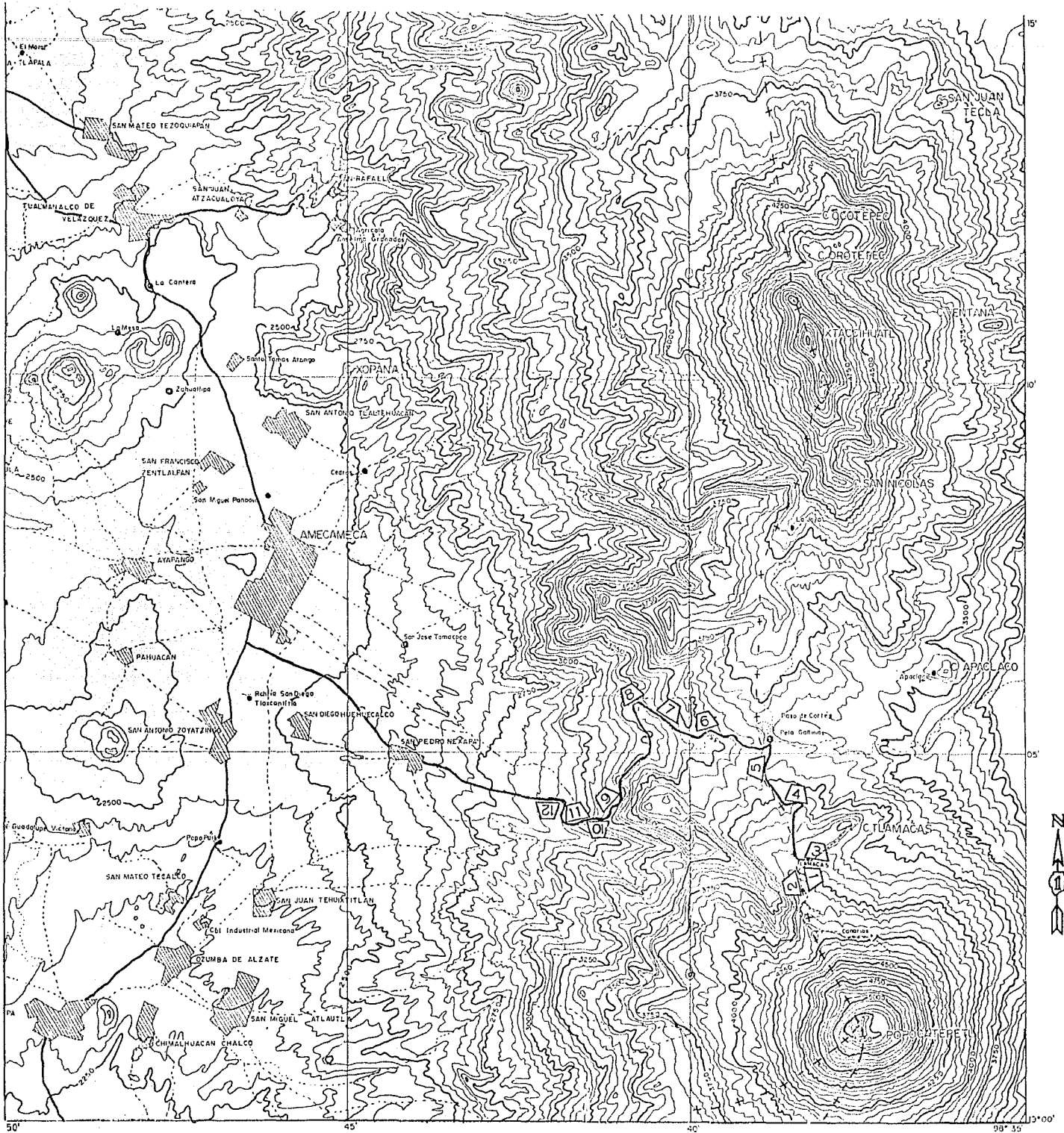
eje mayor se orienta en una dirección NW y SE por la presen
cia del pico del Fraile se pronuncia aún más.

Al N se observa una elevación llamada el Pico del Ven-
torrillo, de cuya base descienden en forma de abanicos, una
serie de espinazos que se extienden hacia el poniente y ha-
cia el norte encerrando grandes lomas y una poderosa forma-
ción cónica, que recibe el nombre de La Coronilla, dirigién
dose todas las estructuras hacia el Valle de Amecameca.

Debajo del límite de las nieves, se observa que por
el lado sur desde los poblados de Atlixco y Tochimilco y
muchos puntos más, se extienden los contrafuertes y las ba-
rrancas profundas que a partir de las nieves se separan,
notándose igual disposición del lado de Amecameca y desde
las vertientes hacia Puebla. Por el lado norte frente al
rancho de Tlamacas, se puede estudiar la variedad del relie
ve, así como los accidentes que las lavas y brechas nos
ofrecen. La roca desnuda por este lado se cubre de arena
volcánica con un manto que aumenta conforme se va descen-
diendo como si este material movedizo buscara una pendien-
te más moderada para extender su talud.


El Popocatépetl es un cono formado por la sobreposi-
ción de una gran serie de corrientes de lava coronadas por
material detrítico, brechas, arenas y cenizas, correspon-
diendo al tipo de volcanes estratificados, por la semejan

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO



-  poblado
-  limite de estado
-  pavimentos
-  veredas
-  curvas de nivel

0 2.520 5.040 K.m.
ESCALA GRAFICA

 sitios de muestreo

Mapa 1

za que tienen las corrientes de lava con los estratos de las formaciones sedimentarias.

c) Geología

El Popocatépetl se eleva sobre el fracturamiento Chichinautzin, elemento meridional dentro de la faja volcánica transversal mexicana. Se sitúa en la esquina SE de la Cuenca del Valle de México, cuenca cerrada que se formó al irrumpir las lavas de la Sierra del Chichinautzin a lo largo del fracturamiento dirigido de W al E (Mooser, 1970).

Friendlaender (1921) expresó que dicho volcán había iniciado sus manifestaciones volcánicas en el Mioceno; en tanto que Ordoñez (1895) y Mooser (1970) lo sitúan en el Plioceno; sin embargo, no cabe la menor duda que se trata de fines del Terciario.

Se encuentra el Popocatépetl sobre un volcán erosionado llamado Nexpayantla o Ventorrillo del Plioceno inferior. Ambos conos se elevan sobre un bloque que es la Sierra Nevada compuesta de rocas Miocénicas y probablemente Oligocénicas volcánicas.

Parece que el gran volcán estratificado tuvo su última erupción en 1927 (Mooser 1961), pero posteriormente de 1929 a 1938 Beaman (1972) reporta actividad del volcán por las cargas de dinamita utilizadas en el intento falli-

do de extraer azufre y oro. El volcán se eleva sobre una fractura que se puede prolongar al oeste uniendo varios conos cineríticos y se extiende hasta 30 km de distancia del Popocatépetl.

El Popocatépetl es un volcán reciente del cual se conocen erupciones fechadas de los últimos 1,500 años; se citan indicios que permiten afirmar que tal vez la actividad explosiva del volcán no concluyó hasta principios del Cuaternario, después la chimenea central se obturó posiblemente por derrumbes.

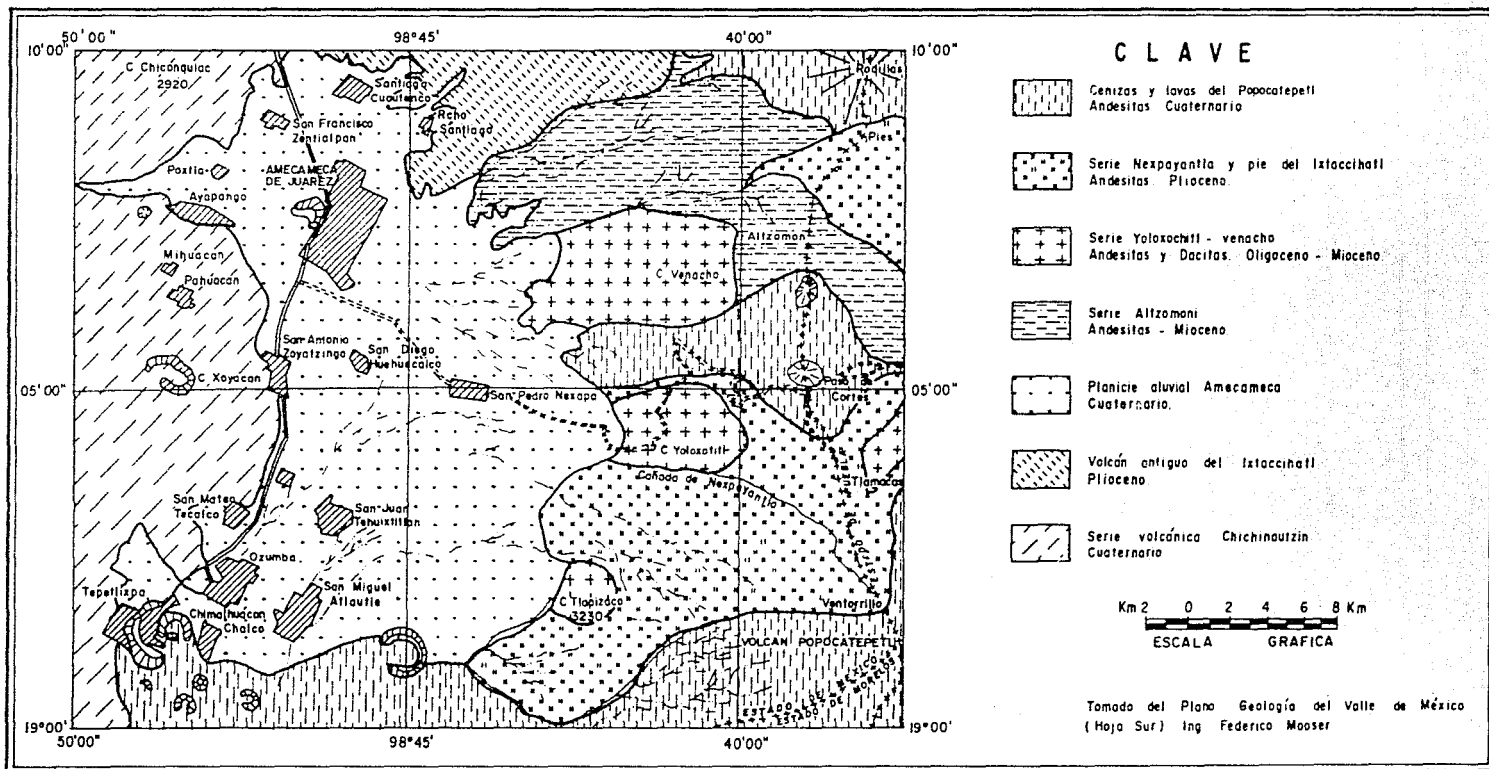
Las lavas que forman el cono volcánico son dacitas, andesitas, traquitas y basalto acompañados de cenizas, lapillis y pómez. Las últimas lavas, más fluidas, bordean el cráter y además son visibles a pesar de las nieves.

Una descripción sencilla de las rocas del Popocatépetl con base en las tres distintas lavas, hasta ahora reconocidas son:

- 1.- Basalto labradorítico.
- 2.- Andesita de hiperstena.
- 3.- Traquita.

1) Las rocas más bajas que pueden observarse, que son las más antiguas, se encuentran formando grandes corrientes sobrepuestas, separadas por una capa de brechas en la barranca que nace cerca del paraje Provincial en el

GEOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO



camino de Amecameca para el albergue de Tlamacas. Estas rocas en lajas son de color gris lo que indica la gran cantidad de olivino que contiene en granos y cristales que miden hasta 8 mm. de longitud.

2) Las andesitas se encuentran rodeando el cono del volcán hasta el cráter, la estructura es casi holocristalina, microlítica que degenera hasta la estructura vitrofítica de algunas obsidianas.

3) Las traquitas son de color gris rosado, de superficie áspera. Los cristales de la primera consolidación en su mayor parte son de sanidina y de hiperstena, con inclusiones de granos de fierro oxidulado.

La roca contiene augita, no cabe duda que se trata de traquitas de hiperstena.

d) Hidrología

La Sierra Nevada se extiende de norte a sur aunque en forma muy irregular, sin embargo, hace una separación hidrográfica de los dos grandes Valles que divide, distribuyéndose con corrientes por las barrancas y cañadas de ambas vertientes, primero en una dirección casi transversal a la que tiene la Sierra, desviándose posteriormente a medida que llegan a las planicies donde la influencia de nuevos accidentes provocan esa modificación. Hacia el extremo sur de la Sierra donde está el Popocatepetl se ob-

serva un escurrimiento radial que abarca una gran extensión.

No obstante que la precipitación pluvial es elevada y sumando a ésta el agua de los deshielos, las corrientes superficiales son débiles, debido a la gran permeabilidad de los suelos y a la capa gruesa de material pumítico que favorecen la rápida infiltración del agua que posteriormente forman lechos subterráneos de aguas artesianas en el Valle de México y de Puebla.

Las corrientes de agua que alimentan el Valle de México por el lado oriental mueren unas en el Lago de Texcoco y otras en el Lago de Chalco.

e) Climatología

Los datos climáticos fueron proporcionados por el Servicio Metereológico Mexicano y por el Departamento de Climatología del Instituto de Geografía de la U.N.A.M.

Las estaciones climáticas más cercanas al área estudiadas son las siguientes:

<u>Estación</u>	<u>Altitud</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	<u>Años en observación</u>
Nepantla	1,969	18°51'	98°51'	16
Tenango del Aire	2,400	19°09'	98°51'	6
Amecameca	2,470	19°08'	98°46'	22
San Rafael	2,530	19°15'	98°55'	27
San Pedro Nexapa	2,625	19°05'	98°44'	7
Hueyatlaco	3,557	19°05'	19°39'	19
Repetidora de T.V.	3,650	19°06'	98°39'	6

Temperatura.- (Cuadro 1 Figura 1).

Para los sitios de estudio en las altitudes de 4,000 m. y 3,920 m., la temperatura media del mes más cálido es mayor de 6.5°C y la del mes más frío es de -3°C a -8°C.

Los sitios de estudio restantes comprendidos entre los 3,800 m.s.n.m. y 2,900 m.s.n.m., las temperaturas medias oscilan entre los 10°C en el mes más frío (diciembre) y 23.3°C en el mes más caliente (mayo).

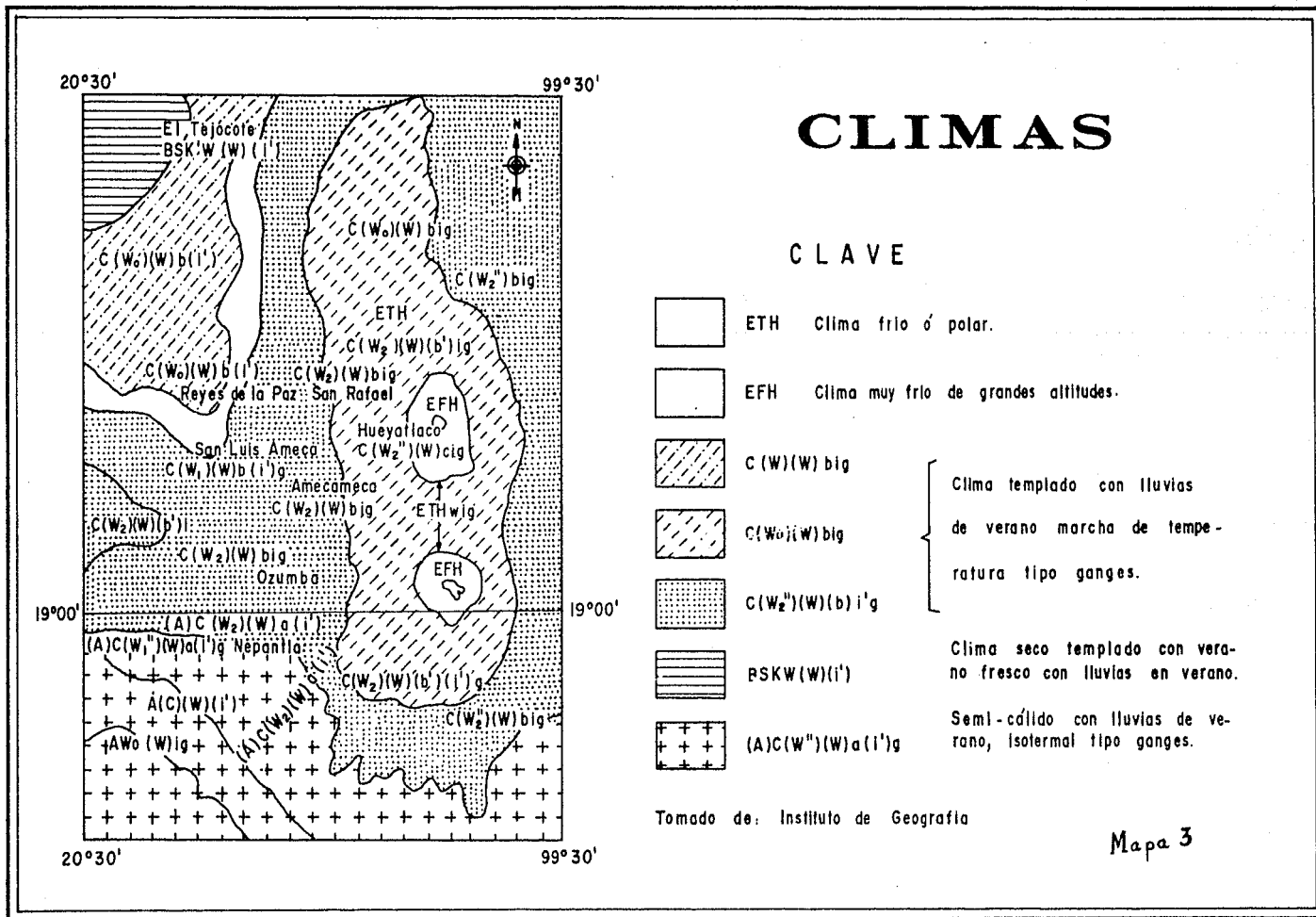
Precipitación.- En esta región en general varía la precipitación aumentando al disminuir la altitud y en Paso de Cortés es de 535 mm; en San Pedro Nexapa de 743 mm. y para San Rafael, Hueyatenco, Amecameca y Nepantla sobrepasan de los 1,000 mm. de precipitación media anual (Cuadro 1, Figura 1).

Clasificación climática de la zona de estudio.

Se hizo tomando en cuenta el sistema de Köppen modificado por García (1964).

El transecto de estudio queda comprendido en el grupo de climas templados fríos y templados propiamente dichos con algunas variantes como puede observarse en el mapa (3).

La región más fría o polar, se encuentra comprendida por arriba de los 4,500 m. donde la temperatura media anual es menor de -2°C y la del mes más caliente menor de 0°C; señalados en el mapa como ETH (esta zona está cubierta por



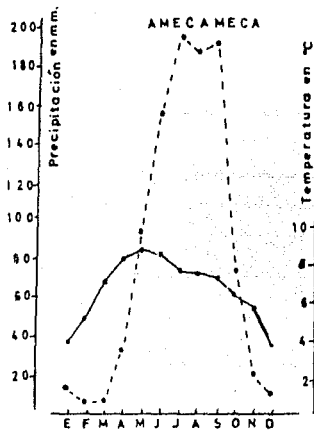
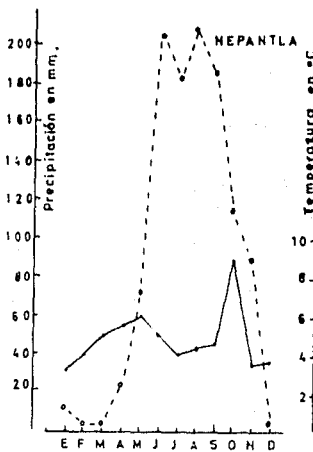
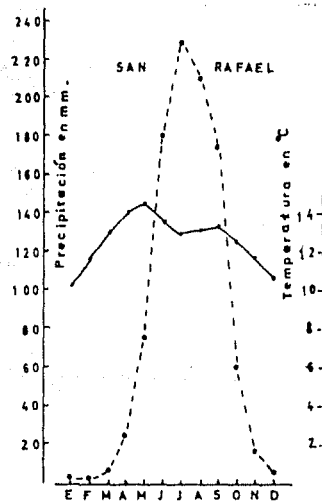
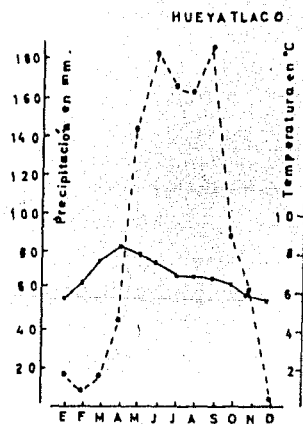
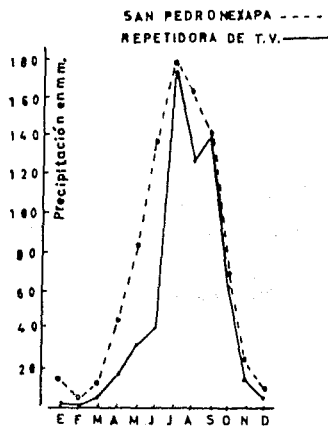


FIGURA 1
GRAFICAS DE PRECIPITACION
Y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.

las nieves perpetuas) y EFH que circunda a la zona anterior y pertenece al mismo grupo de los climas fríos, con temperaturas que oscilan de -2°C a 5°C localizándose en una franja de 3,950 m.a 4,500 m.aproximadamente.

La zona comprendida entre 3,950 m.y los 3,700 m.aproximadamente tiene un clima frío ETH wig, isotermal con lluvias de verano y marcha de temperatura del tipo ganges.

El resto de la zona de estudios hasta los 2,900 m. presenta clima templado con dos variantes que son: $C(w_2)(w)$ big, y el $C(w)(b')$ big por tanto la temperatura media del mes más frío se encuentra entre -3°C y -8°C y la del mes más caliente siempre mayor de 6.5°C . Son climas húmedos con lluvias en verano que es fresco y largo, isotermal (poca oscilación entre 5°C y 7°C) y la marcha de temperatura es del tipo ganges.

V.- MATERIALES Y METODOS

A.- Determinación de la zona de estudio.

Se hicieron varios recorridos al volcán para delimitar los sitios, que por sus características ecológicas fueran representativos. Se tomó en cuenta los métodos de estudio usados anteriormente por: Heilprin (1899), Beaman (1962), Vallejo y Aguilera (1968), Aceves y Aguilera (1967), Allende (1968), Arias, Johnson y Aguilera (1969), García (1970), Hayama (1971), y se decidió continuar estudiando la zona muestreando cada 100 m.de altitud, desde los 2,900 m.s.n.m. hasta los 4,020 m.s.n.m. siguiendo el camino de Amecameca a Tlamacas.

Para la recolección de muestras de suelo y vegetación se hicieron visitas periódicas a la zona de estudio principalmente para coleccionar el material de vegetación en sus diversos estados de desarrollo.

B.- Suelos.

Se tomaron cuarenta muestras de suelos en tres perfiles y los de nueve pozos con profundidades de 0-25 cm; 0-40 cm; 0-50 cm y 0-86 cm en un total de 12 sitios, el muestreo de sitios fue en cada 100 m.de altitud.

Los Análisis Físicos de laboratorio fueron los siguientes:

El suelo una vez secado al aire se tamizó en el tamiz de 2 mm.

- a) Color.- Se determinó por medio de las tablas de Munsell.
- b) Textura.- Por el método de Bouyoucos (1951).
- c) Densidad aparente.- Pesando un volumen de suelo en una probeta de 10 ml.
- d) Densidad real.- Por medio del método del Picnómetro.

Análisis químicos.

- a) pH.- Por medio del potenciómetro, Beckman Zeromatic con electrodos de vidrio y colomel; usando una relación suelo agua destilada de 1:2.5 y una relación suelo KCl (IN) 1:2.5; para evitar hasta cierto punto la influencia de sales que dan una lectura de pH más alto.
- b) % de M.O.- Se siguió el método de Walkley y Black modificado por Walkley (1947).
- c) C.I.C.T.- Con el método de centrifugación empleando una solución normal de acetato de magnesio pH 7.0 y se siguió la misma técnica.
- d) Porcentaje de Nitrógeno Total.- Por el método de Kjeldahl (Jackson, op.cit.)

- e) El análisis cuantitativo de Calcio y Magnesio se hizo por el método volumétrico del versenato.
- f) El contenido de A lofano se detectó agregando al suelo NaF, pH 9.4 y fenolftaleína como indicador según el método de Fieldes y Perrot (1966).
- g) El contenido en partes por millón de los siguientes nutrimentos NH_4 , Al^{3+} , P^{5+} , Fe^{3+} ; se obtuvieron por el método de Morgan.

C.- Vegetación.

Se siguió el método del cuadrado de Braun-Blanquet (1950); se emplearon hojas de datos para cada ejemplar.

La clasificación de la vegetación se hizo con base en los Tipos Vegetación de Miranda y Hernández X (1963).

Primero se determinó el área mínima de muestreo para plantas herbáceas y fueron cuadrados de 10 x 10 m. Posteriormente para los arbustos y árboles, el área mínima resultó conveniente de 20 x 20 m.

Para cada individuo se tomaron datos de:

Sociabilidad.- Indicando con números.

- 1.- Cada individuo crece aislado.
- 2.- Crecimiento en grupos o matas.
- 3.- Crecimiento en manchones ó cojines.
- 4.- Crecimiento en colonias pequeñas, en manchones ó formando tapices.

5.- Crecimientos en grandes multitudes (poblaciones puras).

Abundancia y Dominancia.

- +) Presente en forma dispersa ó más ó menos dispersa.
- 1) Abundante pero con cobertura más baja.
- 2) Muy numerosas ó cobertura por lo menos 1/20 de la superficie.
- 3) Cualquier número de individuos que cubra de 1/4 a 1/20 de la superficie.
- 4) Cualquier número de individuos que cubren de 1/20 a 3/4 de la superficie.
- 5) Más de 3/4 de la superficie cubierta.

Vitalidad

- fl - Floración
- fl₁ - iniciación (botón)
- fl₂ - plenitud
- V - estado vegetativo
- fr - fructificación
- fr₁ - iniciación
- fr₂ - madurez
- fr₃ - dehiscencia (semilla)

Para la vegetación arbórea se anotaron datos de altura, cobertura (radio aproximado), grosor del tronco a 1.30 m de la base y la altura del árbol se midió con un Clicómetro.

La identificación de la vegetación se hizo por comparación con los ejemplares del herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto de Investigaciones Forestales y Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, para algunas especies se siguieron claves ó se determinaron de acuerdo con la revisión del género.

El material colectado e identificado quedó depositado en el Herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

VI.- RESULTADOS

Los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl fueron considerados Parques Nacionales por Decreto del 29 de Octubre de 1935 por el Presidente de la República Lázaro Cárdenas, el Jefe del Departamento Forestal de Caza y Pesca Miguel A. de Quevedo y el Secretario de Gobernación Silvano Barba González.

El Decreto abarca tres artículos que concretan lo siguiente:

Artículo 1o.- Se declara Parque Nacional a las montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl, comprendiendo los contrafuertes que las unen, Parque Nacional como sitio de belleza natural protectora y museo vivo de la flora y de la fauna comarcanas.

Artículo 2o.- El límite inferior de este Parque Nacional será trazado por el Departamento Forestal de Caza y Pesca, siguiendo la curva de nivel de 3,000 m. de altitud, salvando únicamente las porciones de terrenos agrícolas y poblados que se encuentren dentro de la misma curva, estableciendo la línea límite del Parque Nacional a una distancia de 100 metros por lo menos de los correspondientes poblados y cultivos.

Artículo 3o.- El propio Departamento Forestal de Caza

y Pesca tendrá bajo su dominio la administración y gobierno de dicho Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl, con la intervención de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público respecto a los gastos y productos que el mencionado gobierno y administración ocasionen.

Al crear el Parque Nacional se persiguió, la protección definitiva de los bosques superiores de la Serranía; zona donde se hace más necesaria la vegetación arbórea natural, tanto desde el punto de vista estético, como de la ecotonía y la climatología en general, de las comarcas adyacentes. Fue uno de los motivos del Servicio Forestal para fijar como límite inferior del Parque la altura absoluta de 3,000 m.s.n.m.; pues desde esta altura parece iniciarse, en tales latitudes, el dominio franco y absoluto de los grandes bosques, especialmente de los corpulentos oyametales ó formaciones puras de Abies religiosa.

(Tomando del libro Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl por Antonio Sosa, Publicado en 1951).

Por lo anterior es de notarse que el bosque del volcán Popocatépetl debió quedar legalmente protegido desde 1935, al decretarlo Parque Nacional y respetar los límites inferiores marcados a los 3,000 m.s.n.m.; sin embargo estos límites actualmente son válidos a partir de los 3,550 m.s.n.m. donde se encuentra la caseta de cobro y desde don

de se le considera Parque Nacional.

Los estudios hechos en el volcán Popocatepetl, nos revelaron datos de suma importancia por el muestreo altitudinal que se realizó: la variación de altitud implica un cambio en el clima, y la vegetación responde a este cambio, como puede observarse por las diferentes asociaciones que caracterizan a cada zona ecológica.

La separación de asociaciones se hizo con base en el trabajo de Miranda y Hernández X. (1963), en el que describen las Comunidades y para ello dan una clave bastante fácil que se fundamenta en la fisonomía de la vegetación como respuesta al medio donde se desarrolla. El clima lo toman en cuenta como el factor base además de otros como: orientación, suelo, pendiente y vegetación codominante.

Con los Tipos de Vegetación caracterizados se tuvieron tres zonas que corresponden al Páramo de Altura, Bosque de Pino y Bosque de Abeto con las respectivas zonas de transición ó ecotonos.

Cuadro No. 2 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN EL VOLCAN POPOCATEPETL.

ESTR.	ALTURA m. s. n. m.	PROFUNDIDAD en cm.	COLORES EN SECO	COLORES EN HUMEDO	ARENA %	LIPO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.F.	pH H ₂ O	Fe _{1:1} :2.5 XCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel.C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOPANO	M Al	O NH ₄	R P	O A	N p.p.m.	Fe
I	3020	0-25	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	84	14	2	ARENA MIGAJOSA	1.51	2.81	6.0	5.1	0.27	3.3	0.021	7.45	0.008	0.094	XXXX	50	12	50	2		
II	3060	0-25	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 2/1 negro	96	4	0	ARENOSO	1.28	2.77	6.4	5.3	0.41	5.2	0.046	5.16	0.108	0.022	XX	50	12	12	1		
III	3060	0-10	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	90	7	3	ARENOSO	0.84	2.22	5.0	4.0	10.47	13.2	0.288	21.05	0.033	0.066	---	50	25	12	6		
		10-30	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	94	2	4	ARENOSO	1.04	2.33	5.8	4.6	11.42	10.7	0.162	44.35	0.050	0.061	XX	125	50	12	6		
		30-50	10 YR 4/1 gris	10 YR 3/1 gris muy oscuro	78	20	2	ARENA MIGAJOSA	1.28	2.63	6.4	4.9	9.32	6.8	0.076	71.23	0.048	0.064	XXXX	125	50	50	1		
IV	3060	0-8	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 2/1 negro	86	8	6	ARENOSO	1.00	2.00	5.4	4.0	8.00	10.0	0.218	21.24	0.052	0.062	---	25	25	100	1		
		8-10	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 2/1 negro	90	6	4	ARENOSO	1.01	2.14	5.6	4.0	7.13	13.5	0.224	18.90	0.099	0.092	X	50	25	25	4		
		10-18	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	24	2	ARENA MIGAJOSA	1.24	2.59	6.3	5.4	4.41	9.7	0.081	31.50	0.037	0.084	XXX	50	12	25	6		
		18-34	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	72	24	4	MIGAJON ARENOSO	1.09	2.39	5.5	4.5	5.12	8.3	0.112	26.51	0.095	0.049	XX	50	12	12	6		
		34-49	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	18	6	ARENA MIGAJOSA	1.24	2.60	6.3	5.1	2.85	11.1	0.073	22.56	0.050	0.074	XXXX	125	25	12	8		
V	3700	0-10	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	86	10	4	ARENA MIGAJOSA	1.38	2.47	6.4	5.1	2.48	9.4	0.109	13.17	0.050	0.043	XXXX	125	50	25	4		
		11-27	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	86	8	6	ARENA MIGAJOSA	1.34	1.38	6.4	5.3	2.48	7.1	0.070	20.54	0.058	0.022	XXXX	125	25	25	6		
		27-56	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	80	16	4	ARENA MIGAJOSA	1.39	2.48	6.4	5.4	1.58	6.2	0.070	13.09	0.062	0.043	XXXX	50	25	25	6		
		56-65	2.5 Y 5/2 café grisáceo claro	2.5 Y 4/4 café olivo	56	40	4	MIGAJON ARENOSO	1.15	2.35	6.5	5.7	0.82	13.3	0.042	11.28	0.075	0.022	XXX	50	50	100	10		
		65-69	2.5 Y 5/2 café grisáceo	10 YR 4/2 café grisáceo muy esc.	50	38	4	MIGAJON ARENOSO	1.31	2.53	6.6	5.7	0.73	6.1	0.031	13.72	0.075	0.025	XXX	50	25	100	0		
		69-86	10 YR 4/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	18	8	MIGAJON ARENOSO	1.01	2.22	6.7	5.6	5.7	15.2	0.160	20.71	0.030	0.201	XXX	125	25	100	6		
VI	3500	0-10	10 YR 4/2 café oscuro pardusco	10 YR 2/1 negro	74	24	2	ARENA MIGAJOSA	1.02	2.68	6.0	4.7	6.7	15.2	0.210	18.56	0.079	0.021	XXXX	125	25	12	2		
		10-20	10 YR 4/2 café oscuro pardusco	10 YR 3/1 gris muy oscuro	78	20	2	ARENA MIGAJOSA	1.16	2.70	6.0	5.0	4.0	6.8	0.112	20.17	0.052	0.032	XXXX	125	12	100	6		
		20-40	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 2/1 negro	76	22	2	ARENA MIGAJOSA	1.14	2.50	6.3	5.2	3.1	10.0	0.100	18.13	0.058	0.086	XXXX	50	12	100	6		
		40-60	10 YR 3/2 café grisáceo muy esc.	10 YR 3/1 café grisáceo muy osc.	72	24	4	MIGAJON ARENOSO	0.98	2.35	5.8	4.3	12.9	40.8	0.330	21.23	0.085	0.005	X	50	25	25	2		
VII	3400	6-20	10 YR 3/2 café grisáceo muy osc.	10 YR 3/2 café grisáceo muy osc.	74	22	4	MIGAJON ARENOSO	1.25	2.64	6.2	4.9	1.29	10.2	0.087	8.60	0.088	0.012	XXXX	125	25	25	6		
		20-34	10 YR 4/2 gris oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo osc.	78	18	4	ARENA MIGAJOSA	1.19	2.40	6.3	5.2	1.38	11.0	0.084	9.52	0.127	0.015	XXXX	125	12	50	6		
		34-50	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 3/1 café grisáceo muy oscuro	80	17	3	ARENA MIGAJOSA	1.15	2.47	6.2	5.3	1.24	12.0	0.106	12.56	0.154	0.018	XXXX	125	6	25	8		
		50-60	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 4/2 café grisáceo muy osc.	76	18	6	MIGAJON ARENOSO	0.98	1.21	6.6	6.3	11.18	48.3	0.540	11.99	0.085	0.083	X	10	25	50	1		
VIII	3220	0-12	2.5 Y café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	20	4	ARENA MIGAJOSA	1.02	1.28	6.6	6.2	8.55	23.9	0.241	20.66	0.104	0.032	X	25	25	50	1		
		12-37	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	90	6	4	ARENOSO	1.08	2.29	6.6	5.9	5.11	18.1	0.176	17.52	0.062	0.046	XX	25	12	50	1		
		37-50	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	22	4	MIGAJON ARENOSO	0.95	2.24	6.1	5.3	10.21	22.9	0.283	22.9	0.062	0.035	---	25	12	100	2		
IX	3200	0-25	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	72	20	8	MIGAJON ARENOSO	1.06	2.45	6.4	5.4	8.11	9.0	0.250	18.87	0.054	0.027	XX	50	12	50	4		
		25-40	10 YR 5/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	22	6	MIGAJON ARENOSO	1.26	1.62	6.4	5.8	8.25	9.0	0.084	16.96	0.127	0.025	XXX	125	25	50	4		
		40-60	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	68	28	4	MIGAJON ARENOSO	1.02	2.02	6.7	5.9	11.10	25.2	0.267	24.05	0.087	0.078	X	10	25	25	2		
X	3100	0-10	10 YR 5/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	70	22	8	MIGAJON ARENOSO	1.25	2.59	6.6	5.8	3.78	12.2	0.123	17.78	0.137	0.014	XX	25	25	50	4		
		10-22	10 YR 5/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	91	7	2	ARENOSO	1.13	2.73	6.6	5.9	4.32	12.2	0.092	27.13	0.104	0.014	XXX	50	25	50	4		
		22-32	10 YR 5/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	70	10	4	ARENA MIGAJOSA	0.87	1.70	6.4	5.9	5.52	28.3	0.302	9.65	0.087	0.044	XX	10	50	25	2		
		32-43	10 YR 4/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo muy osc.	76	20	4	ARENA MIGAJOSA	1.15	1.90	6.5	5.4	1.65	25.6	0.157	5.46	0.102	0.039	XXX	25	12	25	4		
XI	3000	0-22	2.5 Y 5/2 café grisáceo	10 YR 3/2 café grisáceo osc.	60	18	2	ARENA MIGAJOSA	1.37	2.73	6.2	5.2	0.82	14.3	0.067	7.08	0.102	0.020	XXX	125	25	12	10		
		22-33	10 YR 4/3 café grisáceo oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo osc.	78	20	2	ARENA MIGAJOSA	1.37	2.62	6.5	5.3	1.29	14.4	0.057	11.13	0.129	0.009	XXX	125	12	12	8		
		33-36	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	20	4	ARENA MIGAJOSA	1.39	2.55	6.5	5.4	0.29	8.0	0.056	2.97	0.138	0.004	XXX	125	12	12	10		
		36-50	10 YR 3/3 café grisáceo oscuro	10 YR 2/7 café grisáceo muy oscuro	74	22	4	ARENA MIGAJOSA	1.33	2.76	6.7	5.6	1.12	10.5	0.070	9.23	0.066	0.035	XXX	125	25	100	6		
XII	2800	0-13	10 YR 3/2 café grisáceo claro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	66	28	6	MIGAJON ARENOSO	1.14	2.30	5.9	4.7	8.34	10.5	0.249	19.41	0.029	0.150	X	25	25	50	2		
		13-20	10 YR 3/1 gris oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo osc.	70	24	6	MIGAJON ARENOSO	1.10	2.04	6.0	4.9	8.11	12.0	0.160	29.47	0.033	0.133	XX	25	12	50	4		

PARAMO DE ALTURA

El Páramo de Altura caracterizado por Miranda y Hernández X. (1963) como la vegetación que se encuentra después del límite de la vegetación arbórea; que en la parte central de México se localiza hacia los 4,000 m.s.n.m., se halla constituida principalmente por plantas bajas de porte cespitoso ó arrosetado como Arenaria bryoides, también se encuentran gramíneas de los géneros Muhlenbergia, Calamagrostis, Trisetum, Poa y Agrostis.

Los resultados obtenidos sitúan a la vegetación dentro del Páramo de Altura, por el clima, altitud y fenología que presenta; el suelo es ceniza volcánica y pómez que aflora fragmentado en las laderas con bastante declive. El suelo es negro de textura arenosa, friable, fácilmente se desliza por gravedad ó es arrastrado por el viento y el agua si no está retenido por la vegetación principalmente de gramíneas.

El % de arena es alto de 84 a 96%, el limo se encuentra de 4 a 14% y la arcilla cuando la hay está en un 2%, la textura es arenosa, el pH es de 6; el % de materia orgánica es bajo de 0.27% a 0.41%, la C.I.C.T., el % de N.T., el calcio y el magnesio se encuentran en escasa proporción, lo que comprueba el bajo grado de intemperismo.

El calor, el viento ó el frío intenso lo denota la ve-

CUADRO No. 3 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación Florística del Sitio 7, del Pcpocatépetl Estado de México. Altitud: 4,020 m. 2 Km. al sur del albergue de Tlaxmacas siguiendo el camino hacia las Cruces. Exposición N. Pendiente aproximada: 30°. Vegetación: páramo de sierra con zacatonal de Festuca hephaestophila y Calamagrostis toluensis. Clima: E T H wis.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIJO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1-2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. y	Rel C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-25	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	84	14	2	ARENA NIGAJOSA	1.51	2.81	6	5.1	0.27	3.3	0.021	7.4%	0.008	0.004	XXX

Area de muestreo para la vegetación 10 x 10 m. Fecha de muestreo 21-II-69.

ESPECIES	SOCIASIBILIDAD	ABUNDANCIA Y VITALIDAD	
		DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Festuca hephaestophila</u>	2	4	fr ₃
<u>Calamagrostis toluensis</u>	2	4	fr ₃
<u>Trisetum tosi</u>	2	3	fr ₃
<u>Arenaria brvoldes</u>	3	2	fr ₃
<u>Lupinus montanus</u>	1	2	fr ₂
<u>Luzula racemosa</u>	2	1	fr ₂
<u>Senecio calcareus</u>	1	1	fr ₁
<u>Cirsium pinetorum</u>	1	+	V
<u>Eryngium prostratum</u>	1	+	V
<u>Draba torulensis</u>	1	+	fr ₁
<u>Castilleja toluensis</u>	1	+	V
<u>Plantago toluensis</u>	1	+	V

Posteriormente se colectaron en el sitio de muestreo: Ceratium vulcanicum.

Arenaria reptans, Lupinus sp., Ribes ciliatum y Arenaria decussata.

getación por su fenología a lo largo del año, estas condiciones bruscas a las que pocas plantas se han adaptado dan como resultado el endemismo de esta región.

El Páramo estudiado dio resultados que se resumen en los cuadros 2, 3 y 4, con la explicación de cada uno por separado.

Cuadro 3. Sitio I.

El Sitio I que corresponde a los 4,020 m.s.n.m. exposición N. está cubierto por una vegetación característica de páramo de altura, el suelo está en una pendiente de 30° y en los meses de invierno se cubre por una capa de nieve variando el espesor y duración de la misma. El clima es frío ETH wig.

La muestra de suelo que se tomó para el análisis fue de 0-25 cm; de color gris oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo; con un contenido de arena de 84%, de limo en un 14% y la arcilla en 2% dando una textura de arena migajosa. La densidad aparente es de 1.51 y la real de 2.81; el pH en una relación de 1:2.5 se midió con agua resultando de 6.0 y con una solución de KCl dio un pH de 5.1.

El contenido de materia orgánica es de 0.27% y 3.3 me/100 gr de C.I.C.T. por tanto el contenido de nitrógeno total es bajo 0.021% siendo la relación C/N de 7.45; los me/100 gr de calcio y magnesio respectivamente son: 0.008 y 0.094, el contenido relativo del alofano es alto.

El muestreo de la vegetación por el método del cuadrado dio por resultado que, la mayor parte del área está cubierta por zacatonal de Festuca hephaestophila y - - - Calamagrostis tolucensis, además de Trisetum rosei. La Arenaria bryoides forma verdaderos manchones al descubier-

to; bajo la sombra del zacatonal se encuentra Arenaria -
reptans, otras especies presentes son: Castilleja toluensis,
Draba jorullensis, Senecio calcareus, Cirsium pinetorum,
Eryngium protaefflorum, Lupinus montanus, Plantago toluensis
representativas de este tipo de zonas, además de Cerastium
vulcanicum, Arenaria parvifolia y Arenaria decussata que -
también se encuentran como individuos espaciados dentro del
área de estudio.

CUADRO No.4 Resultados de los Análisis Físicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio II, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 4,000 m. al sur del albergue de Tlamacas al Oeste del Sitio I. Exposición: E. Pendiente Aproximada: 35°. Protegido por una elevación rocosa de unos 10 m. aproximadamente. Clima: E T H wig. Vegetación: Juniperus monticola f. compacta.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA X	LIMO X	ARCILLA X	TEXTURA	D.A.	D.P.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.G. X	C.I.C.T. me/100 gr.	N.T. X	Rel C/N	CALCIO me/100 gr.	MAGNESIO me/100 gr.	ALOFANO
0-25	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 2/1 negro	96	4	0	ARENOSO	1.28	2.77	6.4	5.3	0.41	5.2	0.046	5.16	0.108	0.022	XX

Fecha de muestreo 2-IV-69

Debido a la pendiente y lo friable del suelo, la vegetación se anota en orden de frecuencia descendente, al no poder muestrear por el método del cuadrado.

ESPECIES

Juniperus monticola f. compacta
Ribes ciliatum
Senecio calcareus
Eryngium protasiflorum
Draba ibrahimiae
Calceolaria ibrahimiae
Lupinus montanus

Cuadro 4. Sitio II.

Se encuentra enfrente del sitio No. I a 4,000 m.s.n.m. protegido al W por una elevación rocosa que influye en el microclima. La vegetación cambia desarrollándose sobre arenas no consolidadas, en una pendiente bastante pronunciada. El clima es frío ETH wig.

La muestra de suelo se tomó de 0-25 cm de profundidad, es de color gris muy oscuro en seco y negro en húmedo, el % de arena es de 96%, el de limo es 4%, no hay arcilla, la textura es arenosa, las densidades son: la aparente de 1.28 y la real de 2.71; el pH con agua es 6.4 con KCl de 5.3. El % de materia orgánica es bajo 0.41; la C.I.C.T. es de 5.2 me/100 gr, el % de nitrógeno total es de 0.046 y la relación C/N de 5.16. El contenido de calcio y magnesio en me/100 gr tiene valores de 0.108 y 0.022 respectivamente; el contenido de alofano es medio (XX).

La vegetación está representada por Juniperus monticola f. compacta arbustivo que cubre gran parte de la zona, Ribes ciliatum bastante frondoso arbustivo formando un manchón, además de individuos aislados de Senecio calcareus, Draba jorullensis, Calamagrostis toluensis y Lupinus montanus; en cuanto a Eryngium protaeflorum fue la zona donde se colectaron los ejemplares más grandes, cada individuo presenta de dos a cuatro cabezuelas de inflorescencias y cubre

gran parte del área creciendo aún intercalada, entre el Juniperus que se ramifica horizontalmente y forma una población densa.

ZONA ECOTONAL DE ZACATONAL Y BOSQUE DE PINO

El límite de la vegetación arbórea lo constituye - - Pinus hartwegii como lo mencionan Beaman (1962), Miranda y Hernández X. (1963), solo se encuentra en las partes más elevadas de las montañas; forma la zona de transición entre el Páramo y el Bosque de Pino, a los 3,900 m.s.n.m. los resultados se encuentran en el cuadro No. 5.

El estrato arbóreo está formado por pinos de 11 metros de altura en promedio, el bosque es abierto (por quemadas, tala y pastoreo); no se observa regeneración natural, ni inducida en el bosque; el grosor del tronco de algunos individuos es de 2 m, pero en general miden 1.20 m, por lo que se trata de individuos adultos y pocos son los que tienen diámetros menores. El área basal es de 1.485 m² en una superficie de 400 m² y la cobertura es de 187.75 m². Para fines silvícolas se necesitan datos de superficies de una hectárea, por lo tanto los resultados no pueden extrapolarse para calcular el aprovechamiento forestal. La superficie de muestreo para el estrato arbóreo del bosque de pino y el de abetos, siempre fue de 400 m².

El estrato arbustivo no existe y el estrato herbáceo es pobre desde el punto de vista florístico; el zacatonal es el más abundante, cubre un 75% y está formado por - -

Calamagrostis y Festuca; las especies presentes que no son gramíneas tienen pocos individuos.

El suelo es derivado de ceniza volcánica y andesita, es arenoso, de color gris muy oscuro con abundante materia orgánica quizá por el clima que evita la mineralización total del nitrógeno y la presencia de resina del pino que aunque escasa limita el crecimiento de la flora microbiana del suelo.

CUADRO No. 5 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio III del Popocatepetl Estado de México, Altitud: 1,900 m. frente al alberque de Tlamacas. Exposición NE Pendiente aproximada: 30°. Vegetación: Bosque abierto de Pinus hartwegii y zacatonal de: Calamagrostis toluensis y Festuca amplissima. Clima: E T H w ig.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.P.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOPARNO
0-10	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	90	7	3	ARENOSO	.04	2.24	5.0	4.0	10.47	13.2	0.288	21.5	0.031	0.066	--
10-30	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	94	2	4	ARENOSO	1.04	2.33	5.8	4.6	12.42	10.7	0.162	44.35	0.050	0.061	XX
30-50	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	78	20	2	ARENA MIGAJOSA	1.28	2.63	6.4	4.9	9.31	6.8	0.076	71.23	0.058	0.064	XXXX

Area de muestreo para la vegetación herbácea 10 x 10 m. Fecha de muestreo 21-III-69

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Calamagrostis toluensis</u>	2	5	frj
<u>Festuca amplissima</u>	2	3	frl
<u>Festuca toluensis</u>	2	2	v
<u>Alchemilla vulcanica</u>	1	2	v
<u>Eryngium protasflorum</u>	1	+	v
<u>Penstemon gentianoides</u>	1	+	v
<u>Cirsium pinnatifidum</u>	1	+	v

Se colectaron cerca del sitio en visitas posteriores:

Arenaria crebba, Phacelia pinnatifida y Senecio calcearius.

Area de muestreo para la vegetación arbórea 20 x 20 m.

	Area basal	Cobertura
<u>Pinus hartwegii</u>	1.485 m ²	187.75 m ²

El área basal y cobertura corresponden a 6 individuos de 11 metros de altura promedio, de los cuales tres individuos tienen 2 metros de D.A.P. (1.30 m. de la base), y los otros tres miden 1.50 m. de D.A.P.

Cuadro 5. Sitio III.

Altitud 3,900 m., clima frío ETH wig, exposición NE y 30° de pendiente aproximada.

Al analizar las tres muestras de suelo a las siguientes profundidades: 0-10 cm., 10-30 cm., y 30-50 cm. se encontró que el color en seco es gris oscuro y en estado húmedo es gris muy oscuro, el % de arena es de 90 y 94% hasta los 30 cm. y de 78% de 30 a 50 cm. de limo tiene 7%, 2% y 20%; la arcilla varía poco el % es de 3%, 4% y 2% respectivamente; la textura es arenosa en la capa superficial de 0-30 cm. y arena migajosa en la de 30-50 cm. La densidad aparente va de 0.84 a 1.28 y la real de 2.24 a 2.63. El pH con agua en la relación 1:2.5 es ácido en la superficie 5.0 y 5.8 y ligeramente ácido 6.4 para la última capa, con KCl es más ácido y aumenta un poco de 4.0 a 4.9 en la capa inferior. El contenido de materia orgánica es alto en promedio 10.7% la C.I.C.T. va de 13.2 a 6.8 me/100 gr. decreciendo al profundizar y lo mismo sucede con el nitrógeno total que va de 0.288 a 0.076%. La relación C/N es la más alta de todos los sitios y cabe mencionarla para cada muestra 0-10 cm. 21.5; 10-30 cm. 44.3 y 30-50 cm. 71.23. Los me/100 gr. de calcio y magnesio van de 0.033 a 0.058 para calcio y de .065 a .064 para magnesio, el a lo fano no existe en la capa 0-10 cm. pero aumenta en la capa de 10-30 cm. a medio al-

to (XX) y en la capa de 30-50 cm. es muy alto (XXXX).

La vegetación de acuerdo al cuadro de muestreo está constituida por un bosque abierto de Pinus hartwegii con un área basal de 1.485 m² y una cobertura de 187.75 m². Los individuos son jóvenes y en promedio tienen una altura de 11 metros.

En la vegetación herbácea predomina el pastizal amacollado de Calamagrostis toluensis, alternando Festuca amplissima y Festuca toluensis (foto 1), además se colectó Alchemilla procumbens que forma pequeños manchones debajo del pastizal, individuos dispersos de Eryngium - - - protaeiflorum; Penstemon gentianoides y Cirsium pinetorum, también se colectaron a poca distancia Arenaria oresbia y Phacelia pimpinelloides, donde el terreno era menos inclinado y más húmedo. No hay que olvidar que siempre se trató de hacer el muestreo en el lugar menos perturbado por el hombre (por efecto de pastoreo, talas, paseos, quemas).

BOSQUE DE PINO

En el volcán Popocatepetl las condiciones climáticas y edáficas son propicias para el crecimiento del bosque de Pinus hartwegii; se observan los individuos más antiguos bien desarrollados a los 3,700 m.s.n.m. donde el grosor del tronco (D.A.P.) es de 1.17 a 1.93 m. con alturas promedio de 14 a 18 m., a los 3,500 m.s.n.m. el bosque está constituido por numerosos individuos jóvenes de tallos delgados y amplia ramificación; se observan escasos árboles adultos.

A los 3,400 m.s.n.m. el bosque de pino es denso los individuos adultos alcanzan hasta 25 m. de altura con grosores del tronco de 2.90 m., por lo tanto en esta altitud se encuentran los valores mayores de área basal y cobertura total para Pinus hartwegii.

La distribución de las especies herbáceas puede verse en el cuadro No. 15; comprendiendo las altitudes de los 3,500 a 3,800 m.

Las gramíneas de esta zona están constituidas por varios géneros característicos para este tipo de vegetación como son: Muhlenbergia macroura, Calamagrostis tolucensis, Muhlenbergia nigra, Festuca hephaestophyla y Trisetum rosei.

Las especies restantes del estrato herbáceo son abundantes en cuanto géneros pero éstos tienen pocos individuos

como puede observarse en los resultados del muestreo de los cuadros 6 a 9. Las especies son las siguientes: -
Alchemilla procumbens, Senecio bellidifolius, Penstemon gentianoides, Gnaphalium vulcanicum, Arenaria parvifolia, Cerastium molle, Arenaria reptans, Senecio callosus, -
Trifolium amabile, Lupinus sp., Heliotropium convolvulaceum, Plantago toluensis, Cirsium pinetorum, Oxalis alpina, - -
Acaena elongata, Phacelia platycarpa, Geranium latum, Solanum demisum, Osmorrhiza mexicana, Haploppapus - -
stoloniferus, Potentilla candicans, Arenaria decussata.

El suelo es de color negro y café muy oscuro en estado húmedo por ser derivado de ceniza volcánica, el lapilli se observa en capas de color café olivo; el porcentaje de arcilla es bajo de 2 a 8 pero en comparación con el páramo se observa el principio del intemperismo en el material de origen, la textura es arena migajosa y migajón arenoso, el pH en general ligeramente ácido, el porcentaje de materia orgánica es mayor en la superficie, disminuyendo al profundizar; la C.I.C.T. se encuentra en estrecha relación con el porcentaje de materia orgánica, siendo mayor en la superficie; el alofano se encuentra muy abundante después del horizonte orgánico que abarca los primeros 10 cm. Los resultados de los análisis fisicoquímicos se resumen en el cuadro 2 comprendiendo los sitios IV al VII cuadros 6 al

9 y la gráfica correspondiente se observa en la figura 2,
en las altitudes comprendidas de los 3,400 a los 3,800
m. s. n. m.

CUADRO No. 6 Resultados de los Análisis Físicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio IV, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,800 m. Km. 24 1/2 de la carretera Amecameca-Tlanacoatlán. Exposición SW. Pendiente aproximada de 15°. Clima E.T.H. w/g. Vegetación: Bosque de Pinus hartwegii bastante espaciados y zscatonal de Muhlenbergia quadridentata y Festuca hephestophila.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1:2,5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-8	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 2/1 negro	86	8	6	ARENOSO	1.00	2.00	5.4	4.0	8.00	10.0	0.218	21.74	0.052	0.062	--
8-10	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 2/1 negro	90	6	4	ARENOSO	1.01	2.14	5.6	4.0	7.13	13.5	0.224	18.90	0.099	0.092	X
10-18	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	24	2	ARENA MGAJOSA	1.24	2.59	6.3	5.4	4.41	9.7	0.081	31.50	0.037	0.084	XXX
18-34	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	72	24	4	MGAJON ARENOSO	1.09	2.39	5.5	4.5	5.12	5.3	0.112	26.51	0.095	0.094	XX
34-49	10 YR 4/2 café pardusco oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	18	6	ARENA MGAJOSA	1.24	2.60	6.3	5.1	2.85	11.1	0.073	22.56	0.050	0.074	XXXX

Área de muestreo para la vegetación herbácea 10 x 10 m., para la vegetación arbórea: 20 x 20 m.

Fecha de muestreo: 5-IV-70

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	4	fr ₁
<u>Festuca hephestophila</u>	2	3	fr ₂
<u>Calamagrostis toluensis</u>	2	2	V
<u>Aichemilia procumbens</u>	1	2	V
<u>Senecio bellidifolius</u>	1	2	fr ₂
<u>Poa tenuis</u>	1	2	fr ₂
<u>Gnaphalium vulcanicum</u>	1	1	fr ₂
<u>Senecio callosus</u>	1	+	fl ₁
<u>Arenaria parvifolia</u>	1	+	V
<u>Cerastium molle</u>	1	+	V
<u>Arenaria reptans</u>	3	+	V

Además en el área de muestreo había individuos aislados de Trifolium arabile, Lupinus sp., Senecio callosus, Heliotropium convolvulaceum, Plantago toluensis, Trisetum rosei, Muhlenbergia nigra, Luzula racemosa, Abronia toluensis.

Los pinos que cubren la zona son de la especie Pinus hartwegii con una área basal total de 1,595 m² y una cobertura total de 68.29 % de un total de 8 árboles de los cuales 5 miden de 10 a 15 metros y los restantes más pequeños. Solo dos árboles miden 2 m. de D.A.P.

Cuadro 6. Sitio IV.

Altitud 3,800 m., el clima es frío con exposición SW y pendiente aproximada de 15°.

El perfil se hizo en una grieta (foto 2) donde puede apreciarse la capa de lapilli a los 50 cm. de profundidad y capas de diversos grosores; se tomaron cinco muestras a las siguientes profundidades: 0-8 cm., 8-10 cm., 10-18 cm., 18-34 cm. y 34-49 cm. Los resultados de los análisis físicoquímicos son los siguientes: el color en seco es gris oscuro para los 8-10 cm. y café pardusco para el resto en húmedo es negro de 0-10 cm. y gris muy oscuro de 10-49 cm; el % de arena va de 90% a 72% pero no en orden decreciente sino con franjas alternadas de valores intermedios, con respecto al % de limo es bajo de 8 a 6% para los 0-10 cm. y aumenta a 24% de 10 a 34 cm., baja a 18% a los 49 cm. la arcilla tiene valores de 4 y 6% menos de los 10 a los 18 cm. donde es de 2%; las medidas anteriores nos dan una textura arenosa de 0-10 cm. y arena migajosa hacia abajo; la densidad aparente varía en décimas de 1.00 a 1.24 y la real de 2.00 a 2.60. El pH con agua es de 5.5 en las profundidades de 0-10 cm. y de 18-34 cm. subiendo un poco a 6.3 en los dos restantes, medido con KCl es más ácido y es de 4 a 5; el % de materia orgánica desciende en forma progresiva de 8.0 a 2.8 en la muestra cercana al lapilli; la C.I.C.T. en

me/100 gr. es baja en la muestra 8-34 cm. con un valor de 5.3 mientras que en las restantes hay un promedio de 11; el % de nitrógeno total en orden decreciente de valores es de 0.218 a 0.073 conforme se va profundizando la relación C/N es más alta de 10-18 cm. con 31.50 y baja de 26 a 18% sin llevar un orden ascendente o descendente, el calcio con valores alternados de 0.037 a 0.095 me/100 gr. se encuentra variando a través del perfil, el alopino no se encuentra en la superficie y aumenta de bajo a muy alto cerca de la escoria volcánica.

En lo que respecta a vegetación arbórea se trata de un bosque abierto de Pinus hartwegii con área basal de 1.595 m² y cobertura 608.29 m² no habiendo regeneración natural ni estrato arbustivo. El estrato herbáceo compuesto principalmente de gramíneas amacolladas como se observa en la foto 3, con las siguientes especies: Muhlenbergia quadridentata, Festuca hephaestophila y Calamagrostis tolucensis y en orden decreciente de frecuencia Alchemilla procumbens, Senecio bellidifolius, Penstemon gentianoides, Gnaphalium vulcanicum, Arenaria parvifolia, Cerastium molle, Arenaria reptans y Senecio callosus. Después se muestrearon: Trifolium amabile, Lupinus sp., Senecio callosus, Heliotropium colvolvulaceum, Plantago tolucensis y Trisetum rosei.

CUADRO No. 7 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio V, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,700 m. Km. 24 3/4 cerca de Paso de Cortés. Exposición SW 75° al W. Pendiente aproximada: 13°. Vegetación: Bosque de Pinus hartwegii y zacatonal de Muhlenbergia quadridentata, Muhlenbergia nigra y Trisetum rosei. Clima: C (w₂) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.P.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-10	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	86	10	4	ARENA MGAJOSA	1.38	2.41	6.4	5.1	2.46	9.4	0.109	13.17	1.04	1.04	XXXX
11-27	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	86	8	6	ARENA MGAJOSA	1.34	2.51	6.4	5.3	2.40	7.1	0.070	20.54	0.07	0.122	XXXX
27-56	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	80	16	4	ARENA MGAJOSA	1.39	2.48	6.4	5.4	1.56	6.2	0.070	13.09	1.04	1.04	XXXX
56-65	2.5 Y 5/2 café grisáceo	2.5 Y 4/4 café olivo	56	40	4	MIGAJON ARENOSO	1.15	2.35	6.5	5.7	0.817	13.1	0.042	11.26	0.07	1.04	XXX
65-69	2.5 Y 5/2 café grisáceo	10 YR 4/2 café grisáceo oscuro	58	38	4	MIGAJON ARENOSO	1.31	2.53	6.6	5.7	0.714	6.1	0.038	13.73	0.07	1.04	XXX
69-86	10 YR 4/2 café oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	18	8	MIGAJON ARENOSO	1.01	2.22	6.7	5.6	0.7	15.2	0.160	20.71	0.07	1.04	XXX

Area de muestreo de la vegetación herbácea 10 x 10 m. Fecha de colecta: 2-V-69.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Muhlenbergia nixa</u>	2	4	fr ₁
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	4	fr ₁
<u>Senecio bellidifolius</u>	1	2	fl ₂
<u>Trisetum rosei</u>	2	>	fr ₁
<u>Penstemon gentianoides</u>	1	1	fr ₃
<u>Trifolium ambic</u>	1	1	V
<u>Senecio callosus</u>	1	+	V
<u>Plantago tolucensis</u>	1	+	fr ₂
<u>Malitropium convolvulaceum</u>	1	+	fl ₂
<u>Lupinus sp.</u>	1	+	V
<u>Cerastium folle</u>	1	+	V
<u>Arenaria parvifolia</u>	1	+	V
<u>Alysicarpus procumbens</u>	1	+	V

Colectadas posteriormente: Ribes ciliatum, Festuca amplissima, Cordia alliodora, Calamagrostis tolucensis, Phacelia platycarpa, Festuca hephestiophylla y Crotalaria alana.

Area de muestreo para la vegetación arborea 20 x 20 m.

Area basal Cobertura
Pinus hartwegii 2,536 m² 434.51 m²

Los individuos comprendidos dentro del Area suman diez de los cuales tres tienen de 11 a 14 m. y los demás son de 10 m.

Cuadro 7. Sitio V.

Localizado a 3,700 m.s.n.m. con clima templado exposición SW y 13° de pendiente.

El perfil se hizo a una profundidad de 86 cm. repartidas las muestras en la siguiente forma: 0-10 cm., 11-27 cm., 27-56 cm., 56-65 cm., 65-69 cm. y 69-86 cm. variando por la estructura que pudo observarse, en este caso la capa de 56 a 69 cm. era una capa de lapilli y la de 69-86 cm. correspondía a la parte superior de un horizonte cubierto posteriormente. El color es gris oscuro en seco de 0 a 56 cm. y cambia a café grisáceo de 56 a 69 cm. es café oscuro; en húmedo el color es gris muy oscuro de 0 a 56 cm. variando sucesivamente a café olivo, café grisáceo oscuro y gris muy oscuro en las muestras restantes. El % de arena va disminuyendo de 86%, 80% y 56% a través del perfil subiendo a 74% en la última muestra. El % de limo para las tres primeras muestras varía de 10%, 8% y 16% y las restantes tienen valores de 40%, 38% y 18%. La arcilla no varía mucho y son 6% y 4% menos en la última muestra donde sube a 8%, por tanto la textura de 0 a 56 cm. es arena migajosa y de 56 a 86 cm. es migajón arenoso. La densidad aparente disminuye de 1.38 en la superficie de 1.01 en la parte más profunda, lo mismo sucede con la densidad real de 2.47 a 2.22. El pH con agua predomina 6.4 menos en los 86 cm. donde sube a

8%, por tanto la textura de 0 a 56 cm. es arena migajosa y de 56 a 86 cm. es migajón arenoso. La densidad aparente disminuye de 1.38 en la superficie a 1.01 en la parte más profunda, lo mismo sucede con la densidad real de 2.47 a 2.22. El pH con agua predomina 6.4 menos en los 86 cm. donde sube a 6.7, medido con KCl disminuye y varía de 5.1 a 5.7. El % de materia orgánica decrece de 2.48% a 0.719% pero aumenta para la capa 69-86 cm. con un porcentaje de 5.7%. La C.I.C.T. varía a través del perfil de 6.1 a 13.4 me/100 gr. subiendo a 15.2 para la capa profunda. El % de nitrógeno total es 0.109 de 0-10 cm., disminuyendo progresivamente hasta 0.038% pero sube a 0.160% de 69 a 86 cm. La relación C/N varía de 11.28 a 20.71 a través del perfil. Los me/100 gr. de calcio aumentan de 0.060 a 0.075 disminuyendo a 0.025 en la capa profunda, en tanto que el magnesio decrece de 0.043 a 0.025 y aumenta a 0.209 en la última capa, el contenido de alofano es muy alto en las tres primeras muestras y alto en las restantes.

El suelo sostiene a un bosque abierto de Pinus hartwegii, los individuos arbóreos están espaciados y la altura promedio es de 15 m., el D.A.P. es de 1.17 m. a 1.93 m. en los más altos, los individuos jóvenes dentro del área fueron seis con grosores de 20 a 60 cm., el área basal total de los once árboles del cuadro es de 2.536 m² y la cobertura total

de 434.51 m²; bajo el estrato arbóreo se desarrolla un zaca tonal de Muhlebergia quadridentata y Muhlebergia nigra, con abundantes individuos de Trisetum rosei, las especies del estrato herbáceo son: Senecio bellidifolius y Penstemon gentianoides, en forma dispersa Alchemilla procumbens, - - Plantago toluensis, Senecio callosus, Heliotropium - - - - convolvulaceum, Lupinus sp, Cerastium molle, Arenaria - - - parvifolia, Trifolium amabile, Ribes ciliatum, Festuca - - amplissima, Cirsium pinetorum, Calamagrostis toluensis, - Festuca hephaestophyla y Oxalis alpina.

CUADRO No. 8 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio VI, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,500 m. Km. 20 1/2 de la carretera Amecameca-Tlanacas. Exposición: NW. Pendiente aproximada 18°. Vegetación: Bosque mixto de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* con zacatal de *Festuca amplexicaulis*. Clima: C (w₂) (v) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	H.T. %	Rel C/H	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOPANO	
0-10	10 YR 4/2 café oscuro pardusco	10 YR 2/1 negro	74	24	2	ARENA MIGAJOSA	1.02		2.08	6.0	4.7	6.7	15.2	0.210	18.56	0.079	0.021	XXXX
10-20	10 YR 4/2 café oscuro pardusco muy oscuro	10 YR 3/1 gris negro	78	20	2	ARENA MIGAJOSA	1.16		2.70	6.0	5.0	4.0	6.8	0.117	20.17	0.062	0.032	XXXX
20-40	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 2/1 negro	76	22	2	ARENA MIGAJOSA	1.14		2.50	6.3	5.2	3.3	10.0	0.100	18.13	0.056	0.086	XXXX

Resultados del muestreo de la vegetación herbícea en una área de 10 x 10 m. Fecha de colecta 9-VIII-69.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<i>Festuca amplexicaulis</i>	2	3	fr3
<i>Alchemilla procrumbens</i>	2	2	fl1
<i>Oxalis alpinus</i>	1	1	v
<i>Heliotropium convolvulaceum</i>	1	+	fl2
<i>Penstemon santianoides</i>	1	+	v
<i>Muhlenbergia macrocha</i>	2	+	fr3
<i>Festuca hephestocchia</i>	2	+	fr1
<i>Ribes ciliatum</i>	1	+	v
<i>Senecio ensuetaifolius</i>	1	+	v
<i>Acaena elongata</i>	1	+	v
<i>Trifolium ambly</i>	1	+	v
<i>Phacelia platycarpa</i>	1	+	v
<i>Lupinus sp.</i>	1	+	v
<i>Salix oxylepis</i>	1	+	v

Cerca del área muestreada se colectaron *Cerastium mollis*, *Geranium latum*, *Plantago vulgaris*, *Erigeron solidifolius*, *Trifolium sp.*, *Solanum demissum*, *Senecio cinerarioides*, *Balenia brevicornis*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Trisetum rosei* y *Festuca rosei*.

Se encontraron numerosos arbolitos pequeños de abies y pinus, cubriendo de 1/4 a 1/20 de la superficie.

Para *Pinus hartwegii* el área basal total es 0.854 m²

La Cobertura total es 679.71 m²

Para *Abies religiosa* el área basal total es 0.196 m²

La Cobertura total es 225.08 m²

El número de individuos de pinus son trece con alturas promedio de 15 a 18 m. y el número de abies son ocho con alturas de 18 a 20 m.

Cuadro 8. Sitio VI

Altitud 3,500 m, el clima es templado, al NW en una ladera con pendiente aproximada de 18°.

En esta zona el suelo es bastante profundo no se observa diferenciación de capas a simple vista, se tomaron tres muestras de 0-10 cm., 10-20 cm. y 20-40 cm. El color en seco es café oscuro pardusco y gris oscuro, en húmedo es gris muy oscuro y negro; el % de arena, limo y arcilla no varía en forma notable y los promedios respectivos son 76%, 21% y 2%, dando una textura de arena migajosa para las 3 muestras. La densidad aparente es de 1.12 y la real de 2.4; el pH medido con agua es de 6.0 y con KCl se acidifica a 5.0; el % de materia orgánica va en disminución de 6.7% a 4.0% y 3.3%, la C.I.C.T. tiene valores de 15.2, 6.8 y 10.0 en tanto que el % de nitrógeno total decrece de 0.210 a 0.112 y 0.100 la relación C/N es de 18.56, 20.17 y 18.13; el calcio se encuentra presente y los me/100 gr. para cada muestra son: 0.079, 0.062 y 0.058, mientras que para el magnesio son: 0.021, 0.032 y 0.086, el contenido de a lofano es muy alto para las tres muestras.

La región está cubierta por un bosque mixto de Pinus hartwegii y Abies religiosa, se observa regeneración natural de ambas especies, el área basal total de Pinus hartwegii es de 0.854 m² y la cobertura total de 679.71 m²; para Abies

religiosa el área basal total es de 0.196 m² y la cobertura total de 225.00 m², los pinos no son muy altos y el fuste es delgado, los ejemplares de abetos miden de 18 m. a 20 m., el follaje extendido aumenta la cobertura pero se trata de individuos jóvenes, hay regeneración natural es un sitio poco perturbado. El estrato arbustivo está compuesto por: Ribes ciliatum, Senecio angustifolius y numerosos individuos jóvenes de Pinus y Abies.

Las especies herbáceas son muy abundantes y solo cabe mencionar las que se encontraron con mayor número de individuos: zacatonal formado de Festuca amplissima y - - - Muhlenbergia quadridentata, cubriendo casi la cuarta parte del área muestreada intercaladas se encontraban Muhlenbergia nigra, Festuca hephaestophila y en forma dispersa Heliotropium convolvulaceum, Oxalis alpina, Penstemon gentianoides, - - Alchemilla procumbens, Acaena elongata, Trifolium amabile, Phacelia platycarpa, Lupinus sp, Cerastium molle, Geranium latum, Solanum demisum y Senecio cinerarioides.

Cuadro No. 9 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio VII, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,400 m. cer- ca del Km. 18 1/2 de la carretera Asascaeca-Tlaxaca. Exposición: NW, cuadridentata. Clima: C(w₂) (w) big.

de la Composición Florística del Sitio VII, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,400 m. cer- cado de los árboles son mayores de 2.90 m. de D.A.P. (6 ejemplares) y de 1.20 de D.A.P. 8 individuos los restantes tienen un D.A.P. menor de 1 m. tratán- dose de un bosque poco alterado.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA LIMO ARCILLA			TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. C/N	CALCIO me/100 gr.	MAGNESIO me/100 gr.	ALOFANO
			%	%	%												
0-6	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 café muy oscuro	72	24	4	MIGAJON ARENOSO	0.98	1.35	5.8	4.3	12.09	40.8	0.330	21.23	0.085	0.005	X
6-20	10 YR 3/2 café grisác. muy osc.	10 YR 3/2 café griséc. muy osc.	74	22	4	MIGAJON ARENOSO	1.25	2.64	6.2	4.9	1.29	10.2	0.087	8.60	0.088	0.012	XXXX
20-34	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	78	18	4	ARENA MIGAJOSA	1.19	2.40	6.3	5.2	1.38	11.0	0.084	9.52	0.127	0.015	XXXX
30-50	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 3/1 café muy oscuro	80	17	3	ARENA MIGAJOSA	1.15	2.47	6.2	5.3	2.34	12.0	0.106	12.36	0.154	0.018	XXXX

Vegetación herbácea que cubre el área de muestreo de 10 x 10 m. Fecha de muestreo 1-V-71.

ESPECIES	ABUNDANCIA Y		
	SOCIABILIDAD	DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	4	fr.
<u>Penstemon gentianoides</u>	1	2	V
<u>Alchemilla procumbens</u>	2	2	V
<u>Acaena elongata</u>	1	1	V
<u>Senecio bellidifolius</u>	1	1	fl.
<u>Lupinus sp.</u>	1	1	V
<u>Osmorrhiza mexicana</u>	1	+	V
<u>Arenaria parvifolia</u>	1	+	V
<u>Trifolium sp.</u>	1	+	V
<u>Ribes ciliatum</u>	1	+	V

Especies colectadas cerca del área:

Haplopanax stoloniferus, Castilleja toluensis, Plantago toluensis,
Erigeron karwinskianus, Seranium latum, Potentilla candicans, Arenaria
decussata, Symphoricarpos microphyllus, Muhlenbergia macroura, Stipa
ichu.

La vegetación arbórea comprendida en un área de 20 x 20 m. está constituida por Pinus hartwegii con una área basal total de 1,520 m² y una cobertura total de 674.75 m².

Se trata de un bosque denso con bastantes individuos con alturas elevadas para esta especie de pino que alcanzan hasta 25 m. y los grosos del tronco de los árboles son mayores de 2.90 m. de D.A.P. (6 ejemplares) y de 1.20 de D.A.P. 8 individuos los restantes tienen un D.A.P. menor de 1 m. tratándose de un bosque poco alterado.

Cuadro 9. Sitio VII.

A los 3,400 m.s.n.m. con clima $C(w_2)(w)big$ al NW y en una pendiente de 18° .

Al hacerse el perfil se distinguieron cuatro capas superficiales que se colectaron con los siguientes espesores: 0-6 cm., 6-20 cm., 20-34 cm. y 30-50 cm., el color en seco es café grisáceo oscuro, café grisáceo muy oscuro, gris oscuro y gris muy oscuro, cambia en húmedo a tonalidades más oscuras es decir, a café grisáceo, muy oscuro y café muy oscuro, el % de arena va de 72% a 80% conforme se profundiza sucediendo lo contrario para el limo que baja 24% a 17% a más profundidad, el % de arcilla es 4% y 3%, la textura de 0 a 20 cm. es migajón arenoso y de 20 a 50 cm. cambia a arena migajosa, la densidad aparente varía de 0.98 a 1.25 y la densidad real va de 1.35 a 2.64; el pH con H_2O es ácido en la superficie 5.8 y poco ácido al profundizar 6.3, con KCl baja la acidez a 4.3 y 5.3; el % de materia orgánica es alto en la primera capa 0-6 cm., 12.09% y baja considerablemente en promedio a 1.6%. La C.I.C.T. también es alta de 0-6 cm. y son 40.8 me/100 gr. bajando a 11.0 en promedio para las demás muestras, el % de N.T. de 0.330% disminuye a 0.084% pero de 30 a 50 cm. sube a 0.106%, la relación C/N corresponde con los datos anteriores y es de 21.23 de 0-6 cm. y 10.5 en

promedio para las restantes, el calcio es escaso en la superficie 0.085 y sube a 0.154 al descender y lo mismo sucede con el magnesio de 0.005 a 0.018 me/100 gr. el alopino es bajo en la superficie y muy alto para las siguientes profundidades muestreadas.

En lo que respecta a vegetación es un bosque abierto de Pinus hartwegii, con numerosos individuos jóvenes, los adultos alcanzan en promedio una altura de 18 a 25 m., sumando un total de 22 individuos dentro del cuadro; el área basal total de 1.520 m² y la cobertura total de 674.75 m²; el zacatonal está representado por Muhlenbergia quadridentata bastante abundante y en orden decreciente de abundancia se determinaron las herbáceas: Penstemon gentianoides, Alchemilla procumbens, Acaena elongata, Senecio bellidifolius, Lupinus sp., Osmorrhiza mexicana, Arenaria parvifolia, Trifolium sp., Castilleja toluensis, Haploppapus stoloniferus, Plantago toluensis, Geranium latum, Potentilla candicans y Arenaria decussata. Ribes ciliatum y Symphoricarpus microphyllus forman el estrato arbustivo.

ZONA ECOTONAL DEL BOSQUE DE PINO Y ABIES

La ecotonía se observa claramente a los 3,320 m.s.n.m. (cuadro 10) por la presencia de pinos y abetos con desarrollo paralelo de las dos especies. Los pinos miden 18 m. en promedio, el área basal es de 1.235 m² y la cobertura total son 243.16 m² como resultado del muestreo de 5 individuos. Los abetos con 17 individuos, de altura promedio 20 m., con grosores del tronco de 2.50 y 3 m., el área basal es de 1.235 m² y la cobertura total de 1.394.77 m²; suman ambas especies 22 individuos lo que indica que se trata de un bosque bien cuidado, se observa regeneración natural.

El zacatonal tiene mayor arraigo y distribución en esta zona, las especies Muhlebergia quadridentata y Festuca amplissima son propias del pinar, mientras que Muhlebergia macroura sólo se encuentra en el bosque de abetos, lo que indica la transición de un bosque a otro.

Las especies herbáceas comprenden 6 trasgresivas y 10 propias del bosque de abetos. Las especies trasgresivas son: Alchemilla procumbens, Penstemon gentianoides, Ribes ciliatum, Pinus hartwegii, Heliotropium convolvulaceum y Senecio callosus.

Las especies propias del bosque de abetos pero de las cuales se encuentran individuos en esta zona de transición,

son las siguientes: Acaena elongata, Abies religiosa, Senecio angulifolius, Salix oxylepis, Senecio barba-
johannis, Symphoricarpus microphyllus, Fuchsia microphylla,
Valeriana clematitidis, Baccharis conferta y Pirola secunda.

El suelo es derivado de ceniza volcánica de color café grisáceo oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo; la textura es migajón arenoso y arena migajosa, el pH de 6.6, indica ligera acidez, el porcentaje de materia orgánica es 11 en la superficie y de 8 a 5 al profundizar, la capacidad de intercambio catiónico es muy alta en la superficie 48.3 (0-8 cm) y disminuye a 20 me/100 gr al profundizar; el aforo es escaso. La abundancia de materia orgánica es uno de los factores que influyen para que la textura, C.I.C.T. y el porcentaje de N₂ sean mayores en comparación a otras zonas muestreadas como puede verse en la figura 2.

CUADRO No.10 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio VIII, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,320 m. Zona de transición entre bosque de pinos y de abies, cerca del Km. 17 de la carretera Amecameca-Tlaxcala. Exposición NW. Pendiente aproximada: 15°. Vegetación: Bosque de Pinus hartwegii y Abies religiosa con saccatonal de Muhlenbergia quadridentata. Clima: C(w) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.P.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.G. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-8	10 YR 1/2 café grisáceo oscuro	10 YR 4/2 café grisác. muy osc.	76	18	6	MIGAJON APENOSO	0.58	1.21	6.6	6.3	11.18	48.3	0.540	11.99	0.081	0.021	X
8-12	2.5 Y café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	20	4	ARENA MIGAJOSA	1.02	1.26	6.6	6.2	6.55	23.9	0.741	20.66	0.174	0.021	X
12-37	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	70	6	4	ARENOSO	1.08	2.29	6.6	5.9	5.31	18.1	0.176	17.51	0.041	0.046	XX

Area de muestreo para la vegetación herbácea 10 x 10 m. Fecha de muestreo 30-VIII-69.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	3	fr ₂
<u>Ribes ciliatum</u>	1	2	V
<u>Senecio angustifolius</u>	1	2	V
<u>Festuca ampullacea</u>	2	2	fr ₂
<u>Senecio barb-johannis</u>	1	1	V
<u>Symphoricarpos microphyllus</u>	1	1	fl ₁ , fl ₂
<u>Baccharis conferta</u>	1	1	V
<u>Geranium sp.</u>	1	+	fl ₂ , fr ₁
<u>Acasna elongata</u>	1	+	fr ₂
<u>Penstemon gentianoides</u>	1	+	fl ₃ , fr ₁

Cerca del cuadro se muestrearon individuos de: Valeriana clematitis, Heliotropium convolvulaceum, Geranium vulcanicola, Fuchsia microphylla subsp. microphylla, Pirola secunda, Alchemilla procumbens, Muhlenbergia macroura y Senecio callosus.

Area de muestreo para árboles y arbustos 20 x 20 m.

	Area basal	Cobertura
<u>Abies religiosa</u>	2.866 m ²	1394.77 m ²
<u>Pinus hartwegii</u>	1.235 m ²	243.16 m ²

Dentro del cuadrado de muestreo se anotaron 22 árboles, de los cuales cinco eran pequeños con alturas de 1.30 m. de la base y D.A.P. menor de 15 cm. Los pinos solo fueron 3 individuos y de abies fueron 13 individuos con un radio de cobertura muy amplio y grosoras de 2.50 y 3 m., el bosque está bien cuidado y se observa regeneración natural.

Cuadro 10. Sitio VIII.

Altitud, 3,320 m., al NW el clima es C(w₂)(w)big en una pendiente de 15°.

Zona de transición entre el bosque de pino y el de abetos; de esta zona se colectaron 3 muestras 0-8 cm, 8-12 cm. y 12-37 cm, los colores son café grisáceo oscuro y gris oscuro en seco, en húmedo son café grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, el % de arena es de 76% 0-12 cm.y 90% de 12-37 cm, el limo es de 19% de 0-12 cm.y 6% para los 37 cm; la arcilla es de 6% de 0 a 8 cm.bajando a 4% de 8 a 37 cm; la textura es diferente para cada muestra de 0-8 cm.es migajón arenoso, de 8 a 12 cm.es arena migajosa y de 12-37 cm.es arenosa. La densidad aparente va de 0.58 al 1.08 y la real de 1.21 a 2.29; el pH medido con agua es de 6.6 y con KCl es de 6.0; el % de materia orgánica baja de 11.18 a 5.31 sucediendo lo mismo para la C.I.C.T. con valores de 48.3 a 18.1; el % de nitrógeno total también es alto en la superficie 0.540 y relativamente bajo a más profundidad 0.176; la relación C/N varía 11.99 de 0 a 8 cm.20.66 de 8 a 12 cm.y 17.52 de 12 a 37 cm; el calcio varía de 0.085 a - - 0.104 y a 0.062 me/100 gr.y así también el magnesio varía 0.083, 0.032 y 0.046 me/100 gr; el a lofano presente en los 0-12 cm.aumenta a medio de 12 a 37 cm.

El bosque es de transición de Abies religiosa y Pinus

hartwegii, predominan los abetos que cubren la mayor parte de la zona, el bosque se encuentra en una cañada bien cuidado y son pocos los individuos de pino que están bastante espaciados, hay bastantes individuos jóvenes que indican el poco disturbio y la regeneración natural, con zacatonal de Muhlenbergia quadridentata y Festuca amplissima. El área basal total de los pinos es de 1.235 m² y la cobertura total de 243.16 m²; para los abetos el área basal total es de 2.866 con una cobertura total de 1,394.77 m².

La vegetación arbustiva está representada por Ribes ciliatum, Senecio barba-johannis, Symphoricarpus microphyllus, Baccharis conferta y Fuchsia microphylla y la vegetación herbácea compuesta de: Senecio angustifolius, Geranium sp, Acaena elongata, Penstemon gentianoides, Heliotropium - - convolvulaceum, Geranium vulcanicola, Pirola secunda, - - - Alchemilla procumbens y Senecio callosus.

CUADRO No. 11 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio IX, del Popocatepetl, Estado de México. Altitud: 3,200 m. A pocos metros del Km. 15 1/2 de la carretera Atecameca-Tlanacas. Exposición: SE. Pendiente aproximada: 15°. Vegetación: Bosque abierto de Abies religiosa, Pinus montezumae y Salix macrooura. De la vegetación herbácea predomina el zacatonal de Muhlenbergia macrooura. Clima: C(w₂) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel 1:2.5 KC1	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. P. N.	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALUMINO
0-6	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	74	22	4	HIGAJON ARENOSO	0.95	2.24	6.1	5.1	10.21	22.9	0.281	22.5	1.141	0.035	--
6-25	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	72	20	8	HIGAJON ARENOSO	1.06	2.45	6.4	5.4	8.11	9.0	0.250	16.87	1.14	0.027	XX
25-40	10 YR 5/1 gris oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	22	6	HIGAJON ARENOSO	1.26	1.62	6.4	5.6	8.25	9.0	0.084	46.54	1.11	0.025	XXX

Vegetación herbácea en un Área de muestreo de 10 x 10 m. fecha de muestreo 5-IV-70.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Muhlenbergia macrooura</u>	2	5	v
<u>Salix oxylepis</u>	1	3	fl ₂
<u>Eupatorium glabratum</u>	1	2	fl ₂ , fl ₁
<u>Raccharis canifolia</u>	1	2	fl ₂
<u>Symphoricarpos microphyllus</u>	1	2	v
<u>Ribes ciliatum</u>	1	+	v
<u>Oenothera sp.</u>	1	+	v
<u>Lupinus sp.</u>	1	+	v
<u>Vaccinium geminiflorum</u>	1	+	v
<u>Vernonia sp.</u>	1	+	v
<u>Senecio cinerarioides</u>	1	+	fl ₂

En las cercanías al área muestreada se colectaron: Senecio salignus y Cirsium pinetorum.

Vegetación Arbórea: compuesta por Abies religiosa y Pinus montezumae en un Área de 11 x 20 m.

	Área basal	Cobertura basal
<u>Abies religiosa</u>	1,544 m ²	776.31 m ²
<u>Pinus hartwegii</u>	0.102 m ²	106.27 m ²
<u>Salix oxylepis</u>	0.091 m ²	66.52 m ²

En este sitio el bosque se desarrolla en una ladera predominando el abeto de 15 a 18 m., con individuos intercalados de Pinus hartwegii (10-15 m.), y se observa un manchón de Pinus montezumae en esta altitud dentro del bosque.

Cuadro 11. Sitio IX.

Altitud 3,200 m, clima C(w₂)(w)big.

Al SE con pendiente aproximada de 15° se tomaron tres muestras de esta zona, las profundidades son: 0-6 cm, 6-25 cm. y 25-40 cm; el suelo es bastante profundo y homogéneo, el color en seco es gris oscuro y en húmedo es gris muy oscuro; la arena tiene un porcentaje de 74% en promedio, el limo 22% y la arcilla 6% por tanto, la textura para las tres muestras es de un migajón arenoso; la densidad aparente es de 0.95 a 1.26 en tanto que con la densidad real varía de 2.24 a 2.45 y a 1.62. El pH con agua es 6.1 de 0-6 cm. y 6.4 de 6.40 cm, con KCl es de 5.3; 5.4 y 5.8; el % de materia orgánica es de 10.21 de 0-6 cm. y de 8.2% en las otras dos muestras; la C.I.C.T. es de 22.9 me/100 gr. en la superficie y 9.0 me/100 gr. en el resto, el % de nitrógeno total disminuye al profundizar de 0.283 a 0.084; la relación C/N varía de 22.9 para 0-6 cm, 18.87 de 6 a 25 cm. y 56.96 de 25 a 40 cm; el calcio aumenta hacia la parte profunda y hay 0.062 me/100 gr. en la capa 0-6 cm, 0.054 me/100 gr. de 6 a 25 cm. y 0.127 me/100 gr. de 25 a 40 cm; con el magnesio sucede lo contrario, va de 0.035 a 0.025 me/100 gr; de a lofano hay un contenido medio (XX) de 6-25 cm. y aumenta a alto (XXX) de 25-40 cm.

La vegetación representada por abetos, pinos, zacato-

nal y vegetación herbácea, en el área de muestreo determinada nos dio los siguientes resultados: estrato arbóreo representado por Abies religiosa con área basal total de 1.544 m², cobertura total 776.31 m² y Pinus hartwegii con área basal total de 0.302 m² y cobertura total de 106.27 m²; también se midió un individuo de Salix oxylepis, área total fue de 0.091 m² y la cobertura total de 68.52 m². El estrato arbus-tivo la constituyen individuos jóvenes de Salix oxylepis, Ribes ciliatum, Baccharis conferta, Eupatorium glabratum, Vaccinium geminiflorum, Symphoricarpus microphyllus y - - - Vernonia sp. La vegetación herbácea además de incluir estos vegetativos de individuos jóvenes de las especies arbus-tivas mencionadas son las siguientes: Muhlebergia macrorura, Oenothera sp, Lupinus sp, Salix oxylepis, Senecio - - - cinerarioides, Senecio salignus y Cirsium pinetorum.

BOSQUE DE ABIES

Este bosque se desarrolla en climas templados húmedos, por lo que la humedad relativa es alta, ésta es favorecida por la pendiente (15° a 30°) que denota lugares encañonados, también la altitud está en relación directa al clima y en el volcán Popocatepetl el abeto se encuentra desde los 2,900 m. hasta los 3,500 m.s.n.m.

Abies religiosa es un árbol de mayor altura que las diversas especies de pino, mide de 15 a 35 m., el tronco es grueso, el D.A.P. en promedio es de 0.80 m. a 2 m., forma bosques densos con abundante regeneración natural, los lugares con mejor desarrollo de abetos se encuentran a los - - 3,320 m.s.n.m. (zona de ecotonía) y a los 3,100 m.s.n.m. Los valores del área basal total son 2,886 m² y 1,756 m² respectivamente; la cobertura total es de 1,394.77 m² a los 3,320 m.s.n.m. y de 1,407.56 a los 3,100 m.s.n.m. Los valores altos para la cobertura nos indican la forma biológica del árbol que presenta amplia ramificación casi horizontal hacia la base de la copa y con ramas pequeñas dándole un aspecto cónico que le permite una mejor captación de luz.

En las zonas de transición el bosque se entremezcla con Pinus hartwegii hacia los 3,320 m.s.n.m. y con Pinus hartwegii, Pinus montezumae, Cupressus lindleyi y Salix

oxylepis a los 2,900 m.s.n.m.

El estrato arbustivo está compuesto por individuos jóvenes de Abies religiosa, Pinus hartwegii, Salix oxylepis y especies arbustivas como: Ribes ciliatum, Senecio barba-johannis, Symphoricarpus microphyllus, Baccharis conferta, Fuchsia microphylla, Vaccinium geminiflorum, Satureia macrostema, Arctostaphylos arguta, Gaitheria angustifolia y Garrya laurifolia (ver la distribución en el cuadro 15).

Las especies del estrato herbáceo son abundantes en composición florística en comparación con el bosque de pino (cuadro 15), las especies con mayor abundancia y dominancia son las siguientes: el zacatonal de Muhlenbergia macroura cubre hasta un 60% de la superficie a los 3,200 m.s.n.m., Muhlenbergia quadridentata y Festuca amplissima se encuentran en menor proporción, otras especies del estrato herbáceo son: Senecio angustifolius, Geranium sp., Acaena elongata, Penstemon gentianoides, Valeriana clematidis, Heliotropium convolvulaceum, Geranium vulcanicola, Pirola secunda, Alchemilla procumbens, Senecio callosus, Oenothera sp., Lupinus sp., Senecio cinerarioides, Senecio salignus, Cirsium pinetorum, Satureia macrostema, Eupatorium glabratum, Castilleja tenuiflora, Salvia elegans, Phacelia pinnata, Sibtorpia repens, Geranium latum, Geranium potentillaefolium, Didymaea mexicana, Baccharis multiflora, Phacelia platycarpa,

Conopholis aff. alpina y Allium glandulosum.

En la zona que se encuentra cerca de la caseta de inspección forestal (2,900 m.s.n.m.) se observa la ecotonía entre el bosque de Abies y probablemente un bosque de Cupressus desaparecido por la introducción del cultivo. Fue el sitio con mayor número de especies herbáceas (31 sp) como se reporta en los cuadros 14 y 15.

Las especies anotadas a continuación sólo se colectaron a los 2,900 m.s.n.m. y son: Geranium mexicanum, Galium aschenbornii, Garrya laurifolia, Arenaria lanuginosa, Arracacia atropurpurea, Castilleja arvensis, Cupressus lindleyi, Cestrum thyrsoideum, Dahlia coccinea, Monnina xalapensis, Salvia cardinalis, Senecio sanguisorbae, Smilax moranensis y Siegesbeckia jorullensis.

Los resultados obtenidos de los análisis de suelos nos indican que se trata de una zona donde la vegetación ha tenido una mayor influencia (cuadro 2), el color es gris oscuro y café grisáceo oscuro en seco y gris muy oscuro y café muy oscuro en húmedo; el porcentaje de arcilla es de 4 a 8, la textura es migajón arenoso y arena migajosa, el pH (6 a 6.5) es ligeramente ácido y los valores de materia orgánica de 8 a 11% comprueban la actividad de la vegetación, la microflora y fauna que en este caso está favorecida por la abundante humedad, temperatura y escasa resina del estrato

arbóreo. La C.I.C.T. está en relación al por ciento de materia orgánica y arcilla; el a lofano es escaso en la superficie y muy alto al profundizar.

En estos suelos se observa cierta zonación en cuanto a color ya que los valores en general del resultado de los análisis no varían en forma significativa.

CUADRO No. 12 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio X, del Popocatepetl Estado de México. Altitud 3,100 m. pasando el Km. 1 1/2 de la carretera Amacameca-Tlaxcala, es una ladera con una pendiente aproximada de 20°. Exposición NW. Bosque denso de Abies religiosa zacatonal de Festuca amplissima y Muhlenbergia quadridentata. Clima: C (w₂) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.E.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. C/K	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-10	10 YR 3/1 gris muy oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	68	28	4	MIGAJON ARENOSO	1.02	2.02	6.7	5.9	11.10	25.2	0.267	24.05	0.087	0.078	X
10-22	10 YR 5/1 gris	10 YR 3/1 gris muy oscuro	70	22	8	MIGAJON ARENOSO	1.25	2.59	6.6	5.8	3.78	12.2	0.123	17.76	0.117	0.014	XX
22-32	10 YR 5/1 gris	10 YR 3/1 gris muy oscuro	91	7	2	ARENOSO	1.13	2.73	6.6	5.9	4.32	12.2	0.092	27.13	0.104	0.104	XXX

Area de muestreo para la vegetación herbácea 10 x 10 m. Fecha de muestreo: 3-VIII-69.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Acneta elongata</u>	1	4	fl ₁
<u>Senecio callosus</u>	1	1	fl ₂
<u>Senecio prenanthoides</u>	1	2	V
<u>Festuca amplissima</u>	2	2	fr ₃
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	2	fr ₃
<u>Setaria macrostema</u>	1	1	fl ₂
<u>Eleusine ciliolata</u>	1	1	V
<u>Syntherisma spensei</u>	1	1	V
<u>Geranium latum</u>	1	1	fl ₁ , fl ₂
<u>Geranium potentillaeifolium</u>	1	+	fl ₂
<u>Alchemilla procumbens</u>	1	1	fl ₁
<u>Senecio herba-rohannii</u>	1	+	V
<u>Polygonum mexicanum</u>	1	+	V
<u>Plantago serotina</u>	1	+	V
<u>Lupinus sp.</u>	1	+	fr ₃
<u>Fuchsia microphylla</u>	1	+	V, fl ₂
<u>Pirola secunda</u>	1	+	fl ₂ , fr ₁

Vegetación arbórea:
Cuadro de muestreo 20 x 20 m.

Area basal	Cobertura
<u>Abies religiosa</u>	1.756 m ² 1.407.45 m ²

El estrato arbustivo está compuesto por Abies religiosa formando "anchores" así como también puede observarse la regeneración natural del bosque por la presencia de abies jóvenes y de preferencia agrupados. El número de individuos es de 26, variando las alturas de 10 a 23 m, con D.A.P. de 0.46 m. a 0.80 m.

Fuera del Cuadro de muestreo se colectaron: Muhlenbergia macrochaeta, Baccharis multiflora, Phacelia platycorona, Conopholis aff. alpina, Alium glandulosum, Geranium potentillaeifolium, Alchemilla procumbens, Fuchsia microphylla subesp. microphylla, Geranium latum, Pirola secunda.

Cuadro 12. Sitio X.

Altitud 3,100 m., clima C(w₂)(w)big orientación NW y pendiente aproximada de 20°.

Se tomaron tres muestras a las siguientes profundidades: 0-10 cm, 10-22 cm. y 22-32 cm, el color es gris muy oscuro en la capa superficial y gris en los restantes, en húmedo es gris oscuro para todas; el % de arena es de 68 y 70% de 0-22 cm. y de 91% de 22 a 32 cm; el % de limo es de 28%, 22% y 7% respectivamente; la arcilla varía 4% de 0-10 cm, 8% de 10-22 cm. y 2% de 22 a 32 cm, dando una textura de migajón arenoso de 0-22% y arenosa de 22 a 32 cm; el promedio de densidad aparente es 1.15 y la real de 2.50; el pH medido con agua es de 6.6 y con KCl de 5.9; la materia orgánica es de 11.10% de 0-10 cm. y 4.2 de 10-32 cm; la C.I.C.T. es de 25.2 me/100 gr. de 0-10 cm y de 12.2 me/100 gr. de 10-32 cm; el % de nitrógeno total decrece de 0.267% a 0.123% y a 0.092% la relación C/N es diferente para cada muestra: 24.05 de 0-10 cm, de 10-22 cm. 17.78 y de 22 a 32 cm. de 27.13; el calcio aumenta de 0.087 me/100 gr. a 0.137 me/100 gr, los valores del magnesio son más bajos 0.078 y 0.014; el alofano presente en la superficie aumenta de medio (XX) a alto (XXXX) de 22 a 32 cm.

La vegetación arbórea constituida solamente por Abies religiosa abarca un área basal total de 1.756 m² y una co-

bertura total de 1,407.56 m² correspondiendo a 26 individuos con alturas hasta 25 m. El estrato arbustivo está compuesto por individuos jóvenes de abetos formando manchones lo que indica que hay regeneración natural del bosque, además se encontraron individuos arbustivos de Senecio barba-johannis, Satureia macrostema y Ribes ciliatum. La vegetación herbácea la forman numerosas especies que son las siguientes: zacatonal de Festuca amplissima y - - Muhlenbergia quadridentata, Senecio prenanthoides, - - - Didymaea mexicana, Senecio callosus, Penstemon gentianoides, Acaena elongata, Lupinus sp, Sibthorpia repens, Baccharis multiflora, Phacelia platycarpa, Conopholis aff. alpina, Allium glandulosum y Geranium potentillaefolium.

CUADRO No.13 Resultados de los Análisis Fisicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio XI, del Popocatepetl Estado de México. Altitud: 3,000 m. carr^etera Amecameca-Tlaxmacas pasando el Km. 14. Exposición: S. Pendiente aproximada: 35°. Vegetación: Bosque de Abies religiosa. Clima C (w) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1+2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. mg/100 gr.	N.T. %	Rel. C/N	CALCIO mg/100 gr.	MAGNESIO mg/100 gr.	ALOFANO
0-4	10 YR 4/3 café oscuro	10 YR 3/1 gris café oscuro	78	18	4	ARENA MGAJOSA	.87	1.70	6.8	5.9	5.52	28.3	0.102	9.65	0.087	0.044	XX
4-13	10 YR 4/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo muy osc.	76	20	4	ARENA MGAJOSA	1.15	1.90	6.5	5.4	1.65	25.6	0.157	5.46	0.102	0.039	XXX
9-22	2.5 y 5/2 café grisáceo	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	80	18	2	ARENA MGAJOSA	1.37	2.23	6.2	5.2	0.82	14.3	0.067	7.08	0.102	0.020	XXX
13-23	10 YR 4/3 café oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	78	20	2	ARENA MGAJOSA	1.37	2.62	6.5	5.3	1.29	14.4	0.067	11.13	0.129	0.009	XXX
23-36	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 gris muy oscuro	76	20	4	ARENA MGAJOSA	1.39	2.55	6.5	3.4	.29	8.0	0.056	2.97	0.118	0.004	XXXX
36-50	10 YR 3/1 café oscuro	10 YR 2/2 café muy oscuro	74	22	4	ARENA MGAJOSA	1.33	2.76	6.7	5.6	1.12	10.5	0.070	9.23	0.066	0.035	XXX

Vegetación: Fecha de colecta: 4/IV/1971.

La vegetación arbustiva y herbácea que se colectó fué la representativa de la zona y se anota en orden decreciente de frecuencia.

Para el muestreo se buscó el lugar con menor pendiente para colectar el suelo y la vegetación; se escogió una ladera a la que se pudo subir. Por lo mismo el dentado del terreno es una zona poco alterada con individuos de Abies religiosa de 25 a 35 o más metros de altura; de tronco bastante grueso formando un bosque denso a pesar de la pendiente tan pronunciada.

ESPECIES:

<u>Saturaria macrostema</u>	<u>Valeriana clematidis</u>
<u>Eupatorium glabratum</u>	<u>Senecio angustifolius</u>
<u>Arctostaphylos arguta</u>	<u>Salvia glauca</u>
<u>Gaultheria angustifolia</u>	<u>Senecio barba-johannis</u>
<u>Castilleja tenuiflora</u>	<u>Lupinus sp.</u>
<u>Salix oxymorpha</u>	<u>Phacelia pinnata</u>
<u>Fuchsia microphylla subesp. microphylla</u>	<u>Cirsium pinnatorum</u>
<u>Achemilla procumbens</u>	

Cuadro 13. Sitio XI.

Altitud 3,000 m., clima C(w₂) (w) big exposición S.

El perfil se hizo en una ladera bastante inclinada (35° aproximadamente) y aunque no fue profundo el perfil si se observaron capas delgadas con estructura diferente, las muestras son seis con los siguientes espesores: 0-4 cm, 4-13 cm, 9-22 cm, 13-23 cm; 23-36 cm y 36-50 cm, el color varía de café oscuro a café grisáceo oscuro en seco y húmedo es gris muy oscuro, y café grisáceo muy oscuro; el % de arena en promedio es de 77%; el limo es de 18% y de arcilla es 3.3% dando para todo el perfil una textura de arena migajosa; la densidad aparente más baja es de 0.87 en la primera capa aumentando a 1.39, la densidad real es 1.70 a 2.76. El pH con agua en promedio es de 6.5, con KCl de 5.4; la materia orgánica varía para cada capa por tanto se mencionará el % de cada una: 0-4 cm, 5.52%, 4-13 cm, 1.65% 9-22 cm, 0.82%, 13-23 cm, 14.4 me/100 gr, de 23-36 cm, 8.0 me/100 gr. y de 36-50 cm, 10.5 me/100 gr, el % de nitrógeno total disminuye de 0.302 a 0.070; la relación C/N es en promedio 8.6 menos para la muestra de 26-36 cm. que es 2.97; el calcio es bajo en la primera y última muestra 0.078 me/100 gr. y un poco mayor en las intermedias 0.109, me/100 gr; el magnesio disminuye gradualmente al ir profundizando y es de 0.044 a 0.004 me/100 gr, el alopino

es medio en la (XX) superficie, alto (XXX) y muy alto - - (XXXX) en el resto del perfil.

La vegetación arbórea formada por individuos altos y gruesos cuya área basal y cobertura no pudo medirse pero está poco perturbado el bosque por encontrarse en un sitio de difícil acceso, el estrato arbustivo está representado por Salix oxylepis, Satureia macrostema, Eupatorium - - glabratum, Arctostaphylos arguta, Senecio barba-johannis y Gaultheria angustifolia. La vegetación herbácea está formada por individuos de Satureia macrostema, Castilleja tenuiflora, Salix oxylepis, Fuchsia microphylla, Salvia elegans, Lupinus sp, Phacelia pinnata y Cirsium pinetorum.

CUADRO No. 14 Resultados de los Análisis Físicoquímicos de los Suelos y Determinación de la Composición Florística del Sitio XII, del Popocatepetl Estado de México. Altitud, 2,900 m. ca-
 rretera Amecameca-Tlaxcala a 50 m. al sur de la caseta de Inspección Forestal. Exposición: NW. Pendiente aproximada: 50. Vegetación: Bosque mixto de Pinus hartwegii, Abies -
religiosa y Cupressus lindleyi. Clima: C (w₂) (w) big.

PROFUNDIDAD en cm.	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	D.A.	D.R.	pH H ₂ O	Rel. 1:2.5 KCl	M.O. %	C.I.C.T. me/100 gr.	N.T. %	Rel. C/N	CALCIO me/100 gr.	MAGNESIO me/100 gr.	ALOFANO
0-10	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 3/1 café muy oscuro	66	20	6	MIGAJON ARENOSO	1.14	2.30	5.9	4.7	8.34	10.5	0.249	19.41	0.029	0.150	X
10-20	10 YR 4/1 gris oscuro	10 YR 3/2 café grisáceo oscuro	70	24	8	MIGAJON ARENOSO	1.30	2.04	6.0	4.9	8.11	12.0	0.160	29.47	0.031	0.133	XX

Cuadro de Vegetación. Área de muestreo 10 x 10 m. Fecha de muestreo 19-X-69.

ESPECIES	SOCIABILIDAD	ABUNDANCIA Y DOMINANCIA	VITALIDAD
<u>Fuchsia microphylla</u>			
subesp. <u>microphylla</u>	1	4	fl ₂
<u>Acaena elongata</u>	1	4	fr ₂
<u>Salvia cardinalis</u>	1	3	fl ₂
<u>Dahlia aff. coccinea</u>	1	3	fl ₂
<u>Abies religiosa</u>	1	3	v
<u>Senecio berlandierianus</u>	1	2	fl ₁
<u>Smilax venusta</u>	1	2	v
<u>Cestrum thyrsoides</u>	1	2	v
<u>Sibtorpia repens</u>	1	2	v
<u>Senecio angustifolius</u>	2	1	fl ₁
<u>Galium aschenbornii</u>	2	1	fr ₂
<u>Senecio pteranthoides</u>	1	1	v
<u>Muhlenbergia quadridentata</u>	2	1	v
<u>Arenaria lanuginosa</u>	1	1	v
<u>Cupressus lindleyi</u>	1	+	fr ₂
<u>Siegesbeckia torulensis</u>	1	+	fl ₂
<u>Eupatorium glabratum</u>	2	+	v
<u>Monnina chilpancingensis</u>	1	+	fl ₁
<u>Geranium mexicanum</u>	1	+	fl ₂
<u>Baccharis multiflora</u>	1	+	fl ₂
<u>Didymaea nana</u>	1	+	v

El estrato arbóreo está compuesto por:

	Área Basal	Cobertura
<u>Abies religiosa</u>	1,097 m ²	765.75 m ²
<u>Pinus hartwegii</u>	1,186 m ²	726.02 m ²
<u>Salix oxylopis</u>	0.002 m ²	7.25 m ²

A 20 m. del cuadro de muestreo se encuentra una zona poblada por Cupressus lindleyi, es de notarse la pobreza florística del estrato herbáceo y no existe estrato arbustivo.

Se observaron individuos de Pinus montezumae, muy espaciados dentro del bosque.

Fuera del cuadro se muestrearon ejemplares de:
Senecio annuligriseus, Astragalus alcomarcus, Castilleja arvensis,
Carex laurifolia y Cirsium pinetorum, Salix oxylopis, Valeriana
clenatioides, Arctostaphylos aruta y Gaultheria angustifolia.

Cuadro 14. Sitio XII.

Altitud 2,900 m.

En este sitio se tomaron dos muestras, el suelo es bastante profundo y no se observaron capas o estructura diferente, los resultados son los siguientes: 0-10 cm, color en seco café grisáceo oscuro, 10-20 cm, gris oscuro en húmedo 0-10 cm. café muy oscuro y 10-20 cm. café grisáceo oscuro; el % de arena es 68; de limo 26% y de arcilla 7% dando para las dos muestras una textura de migajón arenoso; la densidad aparente es 1.14 y 1.30 y la real es 2.30 y 2.04. El pH con agua es 6 y con KCl 4.8; el contenido de materia orgánica es 8.2%, la C.I.C.T. es de 11.2 me/100 gr, nitrógeno total es 0.249% y 0.160% mientras que la relación C/N es 19.41 y 29.47, los me/100 gr. de calcio son 0.029 y - - 0.033 y de magnesio son 0.150 y 0.133; el alopino es escaso de 0-10 cm. (X) y regular (XX) en la segunda muestra.

El estrato arbóreo y arbustivo indican que se trata de un bosque denso poco perturbado. Las especies arbóreas son: 26 individuos la mayoría jóvenes (7-10 m) y pocos (8) individuos de 14 a 21 m. de Abies religiosa con un área basal total de 1.097 m² y cobertura total 765.75 m²; Pinus hartwegii (6 individuos) con un área basal total de 1.186 m² y cobertura total de 726.02 m², además un individuo de Salix oxylepis con un área basal total de 0.002 m² y cober

tura total de 7.25 m².

El estrato arbustivo está constituido por las siguientes especies: Cupressus lindleyi, Senecio angustifolius, Fuchsia microphylla, Eupatorium glabratum, Senecio barba-johannis y Monnina xalapensis, el estrato herbáceo lo constituyen individuos abundantes de: Dahlia aff. coccinea, Acaena elongata, Senecio angustifolius, Abies religiosa, Geranium mexicanum, Smilax ivenusta, Didymaea ^{alsinoides,} mexicana, Sibthorpia repens, Arenaria lanuginosa, Senecio sanguisorbae, Arracacia atropurpurea, Castilleja arvensis y Cirsium - - pinetorum.

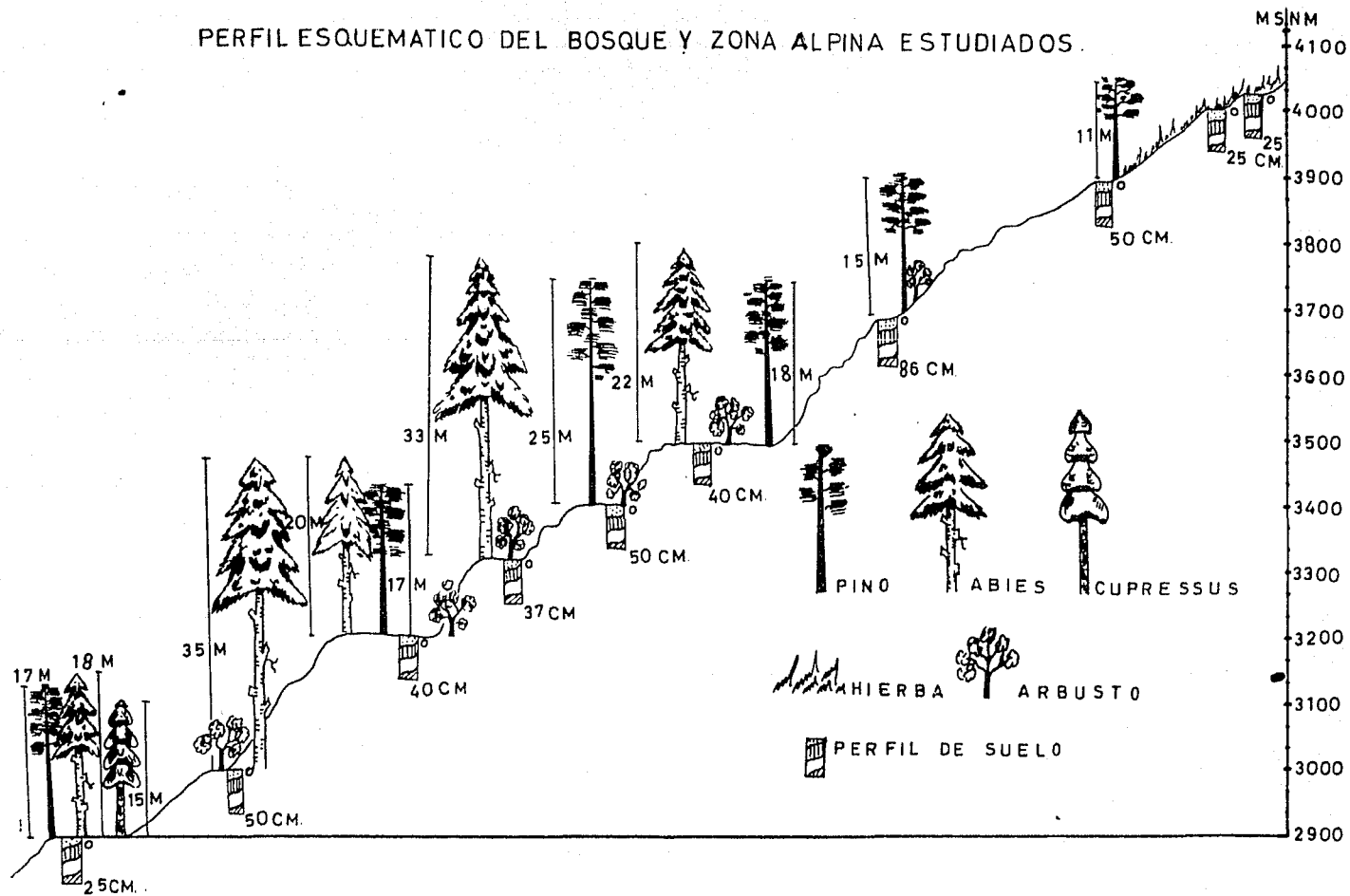
VII.- DISCUSION

En el transecto estudiado del Volcán Popocatépetl, se distinguieron tres tipos de vegetación y su clasificación se hizo de acuerdo con el trabajo de Miranda y Hernández X. (1963) y son los siguientes: Vegetación de Páramos de Altura, Pinares y Bosque de Abetos. Con los datos de la determinación de composición florística y con base en la frecuencia de las especies, se separaron las Asociaciones y las Ecotonías entre ellas.

La Clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas fue hecha por: Aceves y Aguilera (1970), Hayama y Aguilera (1971) y Johnson y Aguilera (1970); este tipo de suelo se encuentra en todo el transecto de estudio y las propiedades fisico-químicas varían con la vegetación que soportan y grado de intemperismo.

Es necesario valorar cada uno de los factores que directa ó indirectamente están interactuando en la zona de estudio, sin embargo sólo se proporciona la información recabada en la revisión bibliográfica, resultados de campo y laboratorio sin poder puntualizar qué factor en especial determina la presencia ó ausencia de especies representativas u ocasionales por no contarse con las observaciones suficientes ni datos exactos como los de microclima, inso-

PERFIL ESQUEMATICO DEL BOSQUE Y ZONA ALPINA ESTUDIADOS.



lación, vientos, humedad real y relativa.

VEGETACION DE PARAMOS DE ALTURA

Está constituido principalmente por las gramíneas de los géneros Festuca y Calamagrostis siendo el primero más abundante; se encuentran en la zona alpina y subalpina (3900 a 4000 m.s.n.m.), Beaman (1962). El muestreo se realizó en dos sitios representativos de esta zona a los 4020 m.s.n.m. y 4000 m.s.n.m.

Los resultados comparados con lo reportado por Heilprin (1899), Beaman (1962) y Rzedowski (1966) comprueban que las especies colectadas son endémicas de los páramos de altura del Eje Volcánico Trans-Mexicano. Estos páramos se desarrollan en lugares muy elevados con climas fríos del grupo ETH, ET Hwig, en laderas con pendientes pronunciadas de 30° y 35° que ocasionan por gravedad el escurrimiento constante de las cenizas y pómez que tapan ó arrastran la vegetación, desaparece el delgado horizonte y se tienen suelos siempre jóvenes: los vientos aumentan el efecto al soplar del Valle de Puebla al Valle de México afectando los lugares con exposición N, NE, NNE. y NNW. El rápido escurrimiento del agua, el recubrimiento temporal de nieve, los escasos microorganismos del suelo retrasan el intemperismo del material de origen y evolución en la formación del perfil.

El zacatonal establecido por su amplio sistema radicular resiste estas condiciones adversas así también algunas especies anuales de herbáceas. Las especies Juniperus monticola f. compacta y Ribes ciliatum, crecen en esta altitud (4000 m) en lugares protegidos por una muralla rocosa que proporciona un microclima favorable el cual hace posible el establecimiento de estas especies que no se encuentran en lugares al descubierto.

Los dos sitios muestreados en el páramo son significativos, en el sitio con más individuos vegetales (4000 m.s.n.m.) aumenta la cantidad de material intemperizado lo que se observa claramente por los porcentajes de arena, limo, arcilla, materia orgánica, nitrógeno total, los me/100 gr. de calcio y magnesio y la C.I.C.T.

Si tomamos en cuenta el calentamiento del suelo por su color oscuro y textura arenosa sabemos que alcanza temperaturas mayores a las de la atmósfera en capas cercanas al suelo, sucediendo lo mismo cuando las temperaturas son bajas ó durante la noche: la vegetación y semillas responden a la acción estimulante de la temperatura del suelo y en el período de noviembre a enero florecen las gramíneas y fructifican de febrero a marzo mientras que las demás especies se encuentran en floración entre febrero y marzo, fructificando en abril y mayo.

Dentro del páramo se encontraron algunas especies que son propias del pinar como: Ribes ciliatum, Trisetum rosei, Circium pinetorum, Plantago toluensis y Lupinus sp.

Se puede señalar como un factor edáfico de suma importancia la abundancia de aluminio que es un catión que fija el fósforo y hace que la planta no lo asimile: las cenizas al intemperizarse forman un mineral amorfo llamado alofano y aluminio libre que produce toxicidad a las plantas, retiene aniones y aumenta la C.I.C.T. en estos suelos. En la bibliografía consultada (Ramos 1972) con respecto a suelos de Ando se concluye que la acumulación de materia orgánica y alta C.I.C.T. se debe a factores climáticos y edáficos (alofano) que impiden el desarrollo de la microflora transformadora de la materia orgánica y su gran influencia en el intemperismo de minerales primarios. En el páramo estudiado no sucede esto, el % de materia orgánica es bastante baja y la C.I.C.T. lo es también, esto coincide con el grupo de factores físicos que ocurren en esta zona como heladas, vientos, escurrimientos y transporte de material fino que afectan al páramo del Volcán Popocatepetl que se encuentra hacia el Estado de México.

BOSQUE DE PINO

Pinares.- "Lo forman árboles con hojas en forma de

agujas' en las partes más elevadas de las altas montañas, - hasta el límite de la vegetación arbórea se encuentra el pinar constituido exclusivamente por Pinus hartwegii" de acuerdo con la descripción de Miranda y Hernández X. (1963). - Siendo Pinus hartwegii dominante en la zona estudiada esta especie constituye la Asociación, encontrándose como codominante el zacatonal de Muhlebergia; se observa una marcada transición entre el Pinar y el Páramo por efecto de la tala, quemas y pastoreo que evitan la regeneración y avance del pino no observándose el achaparramiento gradual de los árboles como en el volcán Nevado de Toluca (Villalpando 1968), en el Iztaccíhuatl hacia el Campo Experimental "San Juan Tetla" Estado de Puebla (May Nah 1971) y en el Pico de Orizaba (Johnson 1970).

La Asociación de Pinus hartwegii estudiada se extiende en una franja que abarca de los 3400 m.s.n.m. a los 3800 m.s.n.m. hacia el Valle de México. En lugares más altos se le encuentra formando parte de la vegetación subalpina y es la especie reportada a mayores altitudes en el Eje Neovolcánico y forma el límite de la vegetación arbórea a los 4200 m.s.n.m. (Beaman 1972).

La Cuenca del Valle de México se encuentra cubierta por bosque de pino, variando las especies con respecto a la altura para Pinus hartwegii, el clima templado es el

que influye y se le encuentra en altitudes mayores de los 2900 m; lo denso ó abierto del bosque está en función de la perturbación y sus límites no siempre pueden ser definidos.

Los pinos son especies que requieren de luz desde la germinación, así como de espacio suficiente para el desarrollo del follaje y sistema radicular; si tomamos en cuenta que "Pinus hartwegii es una especie de crecimiento relativamente rápido hasta más ó menos 1.24 cm. de diámetro por año restringiéndose este crecimiento a un corto período de alrededor de 30 años y los árboles parecen ser de vida relativamente corta" (Beaman 1972), y a esto se suma el carácter invasor de los pinos, su tenaz resistencia a ser destruídos por factores físicos y bióticos, constituyen cualidades de inapreciable valor industrial y comercial.

Los incendios periódicos a que se somete el bosque parecen favorecer el desarrollo de los pinos, sin embargo, cuando son muy intensos no permiten el establecimiento de plántulas o acaban con individuos jóvenes. El establecimiento de vegetación secundaria se observa por la presencia de arbustos de acuerdo con Madrigal (1967) son los siguientes: Senecio barba-johannis, Senecio bellidifolius, - - Arctostaphylos arguta, Ribes ciliatum y Symphoricarpus microphyllus; en el estrato herbáceo es el zacatonal de Muhlenbergia macroura el que indica el disturbio y el más

abundante sobre Muhlenbergia nigra que crece conjuntamente tanto bajo la sombra de los pinos como al descubierto abarcando un 75% de la vegetación herbácea. En general las grmíneas requieren lluvias frecuentes pero ligeras que mantengan la humedad del suelo durante el período vegetativo y un calor moderado en este período (abril, mayo, junio), en la época de reposo vegetativo el zacatonal es indiferente a la sequedad del aire y la intensidad de los vientos (noviembre, diciembre, enero, febrero).

La insolación es bastante fuerte durante el medio día y la tarde, aumentando la temperatura en las capas cercanas al suelo y si éste se encuentra al descubierto de vegetación arbórea se observa menor número de especies herbáceas, pero si el bosque es cerrado la temperatura en general es menor conservándose la atmósfera más húmeda en las capas del estrato inferior y por lo tanto hay más especies e individuos en el bosque no perturbado. Las lluvias de verano favorecen la vegetación herbácea en tanto que los individuos lluviosos favorecen la vegetación leñosa (Miranda 1947).

La altura promedio de los árboles más altos es de 15 a 20 metros, la topografía de los sitios muestreados varía entre 13° y 18°, el pino tiene un mejor desarrollo en las cañadas ó pendientes mayores donde la influencia del hombre es menor independientemente de la orientación; es de

notarse que los árboles de estos sitios son de fuste elevado, cobertura mayor y D.A.P. igual a los que no están en cañadas, tomando en cuenta el requerimiento de luz es fácil explicarse esto por la menor cantidad de luz que recibe un pino que se encuentra en una cañada que tiene que buscar la luz con un rápido crecimiento vertical del tallo y ensanchamiento de la copa para la mayor captación de energía para la fotosíntesis.

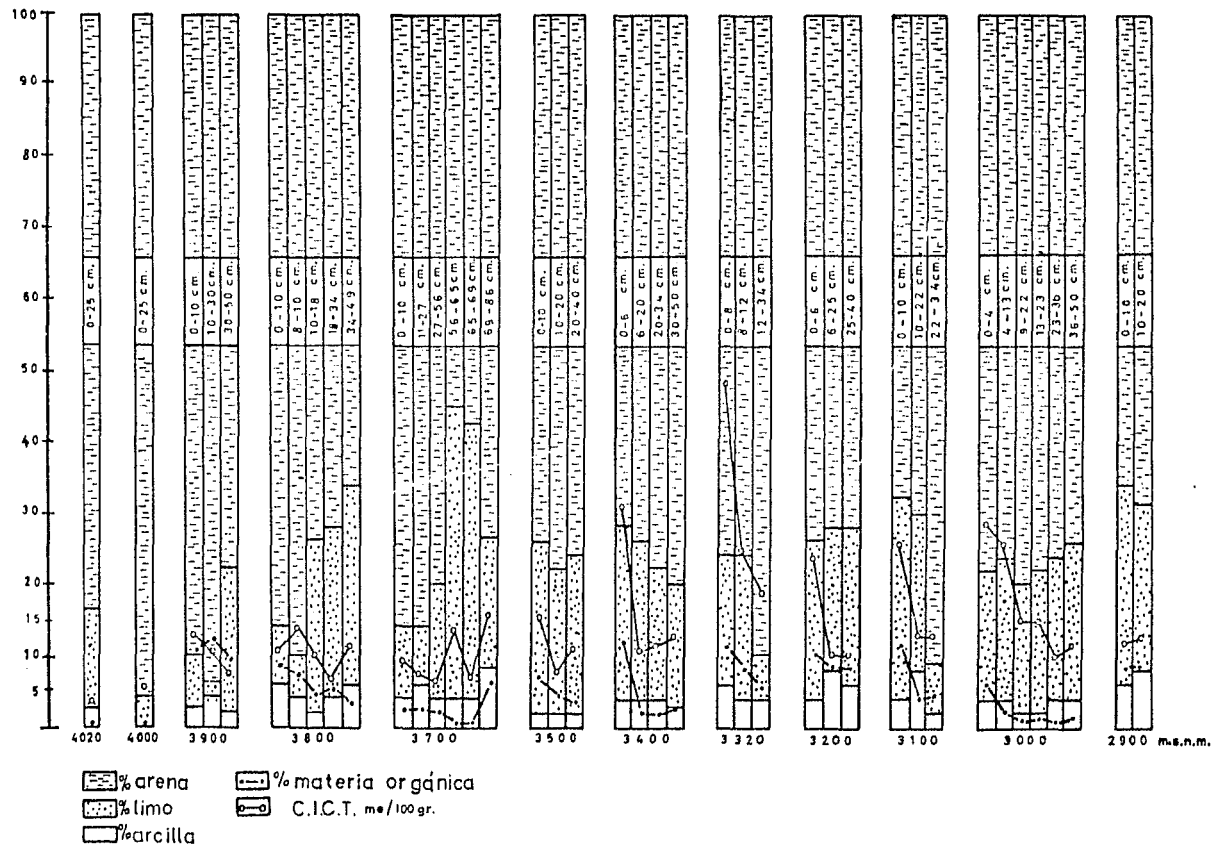
La influencia de la vegetación sobre el suelo es notable, Anaya Lang (1962) hace una recopilación de datos, donde anota que el tamaño de las partículas del suelo determina la vegetación que se desarrolla y lo confirma en los resultados obtenidos del sitio I (3650 m.s.n.m.) con óptimas condiciones químicas del suelo, con textura Migajón arenoso y Franco, escasa vegetación, bosque abierto de Pinus hartwegii, lo esclarecido del bosque lo explica con base en el pastoreo y lo compara con el sitio IV (3,090 m.s.n.m.) con condiciones menores y sin embargo la densidad del bosque es mayor y concluye que "las características físicas de los suelos influyen más que las químicas sobre el crecimiento de la vegetación arbórea".

Las características del suelo encontrado en el bosque de Pino, indican que es un suelo derivado de ceniza volcánica y lapilli en capas superpuestas por las sucesivas

erupciones del volcán. La textura es arena migajosa en la superficie y migajón arenoso al profundizar y llegar al la pilli; el pH es ácido y ligeramente ácido por los minerales secundarios como: feldespatos, muscovita, gibsita, clorita, haloisita, metaholaisita, muscovita y caolinita según los análisis de García Calderón (1970), además de ser el porcentaje de materia orgánica muy alto en los primeros diez centímetros, ésto hace que el pH tenga valores de 5.4 a 6.7 lo que favorece el desarrollo de hongos inferiores principalmente aquéllos que forman parte la micorriza, una estructura vital para las pináceas. La capacidad de intercambio catiónico alta, el porcentaje de nitrógeno, los - - me/100 gr. de calcio, magnesio, fósforo y fierro nos indican que son suelos con suficientes nutrimentos para la vegetación.

Lo encontrado en el Popocatépetl en este estudio con respecto al boque es que el hombre constituye el factor causante de la alteración; lo cubierto por bosque no depende del tamaño de las partículas del suelo, clima, orientación, pendiente, en general el bosque ya está adaptado a factores climáticos, y bióticos ya que apreciablemente estos tienen poca variación y sólo influyen en el mayor o menor desarrollo de los individuos.

Figura No. 2. COMPARACION DE ALGUNAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.



Para el estudio detallado de la Asociación de Pinus hartwegii es necesario saber los requerimientos de la especie por medio de un estudio autoecológico del pino y así conocer los suelos, clima, altitudes, humedad relativa y real, microclimas, actividad microbiana, épocas de floración y fructificación de la especie y encontrar las variantes que puedan correlacionarse con el desarrollo del bosque.

Pinus hartwegii es una especie no industrializada hasta la fecha; esto hace que los estudios sean escasos, quizá la explotación está limitada por la altitud en la que se encuentra y la obra Geographic Distribution of the Pines of the World (1966) hace referencia que en México, Guatemala y El Salvador se distribuye en las altas elevaciones de las sierras, en el mapa correspondiente señala lugares desde Chihuahua y Nuevo León, Centro de la República Mexicana, Sureste y Costa de Guatemala y El Salvador.

El Inventario Forestal Nacional menciona el uso de la madera para cajas de empaque y fabricación de papel. El bosque de este pino es factible de aprovechamiento industrial, como bosque de recreo y el cuidado del mismo se podrá lograr con base en lo experimentado con otras especies tomando en cuenta la variedad de condiciones ecológicas y socioeconómicas, se puede establecer un sitio Permanente de Experimentación Forestal (INIF 1969) efectuando acla-

reos, ayudando a la regeneración natural y supervivencia de los individuos jóvenes o reforestando zonas alteradas.

BOSQUE DE ABETOS

Este bosque se encuentra reportado dentro de la Cuenca del Valle de México, en las cumbres del Ajusco, D. F., Desierto de los Leones en el D.F., Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla en el Edo. de México y el Parque Nacional El Chico en el Edo. de Hidalgo, sumando un total de 6,556 ha. (Departamento de Parques Nacionales, 1959) Madrigal (1967) menciona el bosque de abetos al Este del Valle de México sin delimitar la zona cubierta por Abies en los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl; al recorrer la zona se observó hacia el Edo. de México una franja considerable entre las altitudes 3,000 a 3,300 m. cubierta por bosque de abetos.

En los recorridos hechos por Rzedowski (1966) y Beaman (1972) para los Congresos IV y V de Botánica describen el bosque puro de abetos a los 3,000 m.s.n.m., sin embargo, no hay estudios del área total que cubre este bosque en el Parque Nacional Iztaccíhuatl - Popocatépetl, posiblemente por lo accidentado del terreno en esta altitud, como lo hace notar May Nah (1971) que lo reporta en barrancas y cañadas de exposición norte, donde la humedad ambiental es bas

tante elevada y señala como límites altitudinales de los 2,800 m. a los 3,600 m.

El bosque de abetos se entremezcla con el bosque de Pinus hartwegii hasta los 3,300 m.s.n.m. en la parte superior y desde los 3,050 a los 2,900 m.s.n.m. se ve claramente la ecotonía entre el bosque de abetos y el bosque mixto de Pinus hartwegii, Pinus montezumae y Cupressus lindleyi, que fue la menor altitud que abarcó la zona de estudio. Pasando San Pedro Nexapa, al subir en el camino, se observan manchones de bosque entre el terreno cultivado pero este bosque no se estudió ni aparece reportado en la bibliografía.

El bosque de abetos se desarrolla en un clima templado húmedo con lluvias de verano, la variación de temperatura diaria y anual no es muy significativa a nivel de microclima por la cubierta vegetal del bosque que mantiene la humedad del ambiente al proteger el suelo de la excesiva evaporación por no llegar directamente los rayos solares al suelo.

May Nah (1971) como se mencionó antes reporta el bosque de abetos en barrancas y cañadas de exposición norte localizado en lugares muy accidentados, estas observaciones coinciden con lo que se encuentra en el volcán Popocatepetl, la orientación es Noreste, Noroeste y Sureste con

pendientes de 15° a 35° y aún mayores, la orografía del lugar protege al bosque de los vientos fuertes.

La Asociación está formada por individuos de Abies religiosa llamados comúnmente abetos, oyameles, romerillos ó pinabetes. Son árboles que miden por lo general de 35 a 45 m. y son propios de climas fríos y húmedos por lo que se localizan en zonas montañosas ó en altitudes mayores de los 2,500 m. y por lo general en suelos profundos (Miranda y Hernández X. 1963).

Las inflorescencias masculinas se producen lateralmente en las ramillas aún en las más bajas, en marzo y abril en el Chico, y en abril y mayo en el Distrito Federal (Seminario y Viaje de Estudios de Coníferas Latinoamericanas). En el volcán Popocatepetl se colectaron inflorescencias masculinas en los meses de abril y agosto y las femeninas se observaron en la parte alta en las ramas terminales en el mes de agosto.

El suelo es bastante profundo originado a partir de cenizas volcánicas y andesita, el color es café oscuro y café grisáceo oscuro, la textura es un migajón arenoso, el pH es casi neutro (6.6) y las más altas Capacidades de Intercambio Catiónico se encontraron en esta zona (figura 2), todo esto indica el mayor intemperismo del suelo que va en proporción a la vegetación que soporta en comparación con el

CUADRO 13 INVENTARIO FLORESTICO DE LOS SITIOS ESTUDIADOS.

ESPECIES	m. s. h. m.	4020	4000	3900	3800	3700	3500	3400	3320	3200	3100	3000	2900
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.					X	X	X	X	X		X	X	
<i>Lupinus</i> sp.					X	X	X	X	X		X	X	
<i>Ribes ciliatum</i> H. B. K.	X	X				X	X	X	X	X	X	X	
<i>Pentstemon gentianoides</i> Poir.				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Abies religiosa</i> (H. B. K.) Schl. et Cham.					X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Arania elongata</i> L.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Festuca amplissima</i> Rupr.				X		X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cirsium pinditorum</i> Greenm.	X					X	X	X	X	X	X	X	
<i>Plantago toluensis</i> Pilger.	X					X	X	X	X	X	X	X	
<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (H. B. K.) Kunth				X		X	X	X	X	X	X	X	
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio angulifolius</i> D. C.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Salix oxyplepis</i> C. Schneid.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio barba-johannis</i> D. C.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Muhlenbergia macrochaeta</i> Rupr.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Fuchsia microphylla</i> subsp. microphylla Kunt.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Calamagrostis toluensis</i> (H. B. K.) Trin.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Trisetum rosei</i> Scribn et Merr.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Muhlenbergia nigra</i> Hitchc.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria parvifolia</i> Benth.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Heliopsis scouleri</i> Gray.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio latifolius</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Geranium latum</i> Small.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Eupatorium glabratum</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Valeriana clematidis</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Draba jurulensis</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio calcicatus</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Lupinus montanus</i> H. B. K.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Eryngium protaeflorum</i> Dolan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Luzula racemosa</i> Desv.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria brvoidea</i> Willd.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria decussata</i> Willd.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Castilleja toluensis</i> H. B. K.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cerastium molle</i> Barcl.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Alchemilla vulcanica</i> Schlecht et Cham.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio cinerarioides</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Baccharis conferta</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Trifolium</i> sp.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Phacelia platycarpa</i> (Spreng) Cav.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Pipilo secunda</i> L.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio prenanthoides</i> A. Rich.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Baccharis multiflora</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Didymaria alticola</i> (Schlecht. et Cham) Standl.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arctostaphylos arguta</i> (Zucc.) D. C.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Gaultheria angustifolia</i> Brandege						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cerastium vulcanicum</i> Schlecht	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Juniperus monticola</i> L. compacta Martínez	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Festuca toluensis</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria reptans</i> Hemsl.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria gracilis</i> Greenm.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arrostia toluensis</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Festuca leucostachya</i> Nees.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Gnaphalium vulcanicum</i> J. M. Johnston						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Trifolium amabile</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Oxalis alpina</i> Rose						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Solanum demisum</i> Lindl.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Malva brevicornis</i> (H. B. K.) G. Don.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Festuca rosei</i> Piper.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Potentilla canadensis</i> H. and B.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Stipa ichu</i> (Rufa et Paul) Kunth.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Haplopappus stoloniferus</i> DC.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Eriperon Karwinkianus</i> DC.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Osmorrhiza mexicana</i> Griseb.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Geranium vulcanicola</i> Small.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Geranium</i> sp.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Vaccinium geminiflorum</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Veronica</i> sp.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Oenothera</i> sp.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio salignus</i> DC.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Geranium potentillaefolium</i> DC.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Allium glandulosum</i> Link.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Conopodium aff. alpina</i>						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Phacelia alvina</i> (R. et P.) Macbr.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Salvia elegans</i> Vahl.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Satureia macrostema</i> (Benth) Briq.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Geranium mexicanum</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Galium aschenbornii</i> Schauer.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Arenaria lanuginosa</i> Hobb.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Atractacis alpocarpus</i> (Lehm) Benth. et Hook.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Castilleja arvensis</i> Schl. et Cham.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cupressus lindleyi</i> Kotsch.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cestrum thyrsoides</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Dahlia aff. coccinea</i>						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Monnina xalapensis</i> Schl. et Cham.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Salvia cardinalis</i> Kunth.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senecio angulisorbae</i> DC.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Smilax moranensis</i> Mart. et Gal.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Sigesbeckia jorallensis</i> H. B. K.						X	X	X	X	X	X	X	
<i>Sibthorpia repens</i> (Muhl. ex L.) O. Kuntze						X	X	X	X	X	X	X	

X Presente
 (X) Abundante
 (X) Muy abundante.

bosque de pino donde la cubierta vegetal es menor en número de especies y de individuos (cuadro No. 15).

El bosque está poco perturbado por lo mismo, la regeneración natural es abundante sin embargo, no todos los individuos llegan a una altura mayor de los veinte metros por el requerimiento de luz que es uno de los factores limitantes y otro es la competencia por espacio cuando crecen individuos demasiado cercanos; el suelo no es factor determinante porque las condiciones edáficas para el desarrollo del bosque de abetos son las óptimas.

La vegetación arbustiva está compuesta por las especies: Symphoricarpus microphyllus, Baccharis conferta, Arctostaphylos arguta, Salix oxylepis, Satureia macrostema, Gaultheria angustifolia, Fucsia microphylla, Senecio barba-johannis, y Ribes ciliatum; las especies que dominan en el estrato herbáceo son: Muhlebergia macroura, Muhlebergia quadridentata, Senecio angulifolius, Eupatorium glabratum, Senecio prenanthoides, Senecio callosus y Acaena elongata, este estrato tiene bastantes especies aunque los individuos no son muy abundantes como puede apreciarse en el cuadro de inventario florístico.

En la zona ecotonal con el pino, las especies trasgresivas son: Penstemon gentianoides, Festuca amplissima, Muhlebergia quadridentata y Symphoricarpus microphyllus;

mientras que en la zona transicional hacia los 2900 m.s.n.m. el número de especies es mayor y las principales son: Fucsia microphylla, Muhlebergia quadridentata, Senecio barba-johannis, Eupatorium glabratum, Valeriana clematitidis y - - Senecio prenanthoides.

El abeto por las características de su madera es usada industrialmente para obtener pulpa para papel. Ortega - - (1962) describe las características físicas y mecánicas de la madera de abeto como: albura de color rojizo, duramen amarillo con tinte café claro, no tiene olor (por contener poca resina) ni sabor, textura mediana, grano derecho y ve-teado suave; la madera de verano es de color café claro y más delgada que la de primavera que es más clara (caracte-rística de las pináceas). La madera es ligera y relativa-mente blanda, por lo que aserrada se utiliza para la fabri-cación de cajas y canastas; la falta de olor, sabor, color blanco y peso ligero la hacen apropiada para la fabrica-ción de empaques para alimentos. También se utiliza en la obtención de tablillas de persianas, madera para lápices, construcción de puertas, marcos, techos interiores y como arbolitos de navidad.

La zona ocupada por abetos en el volcán Popocatépetl está poco perturbada en las cañadas con pendiente pronun-ciada, en lugares más accesibles la tala aún es moderada

y, como se mencionaba, la regeneración natural en sitios con aclareos por tala ó quemas se ve favorecida por la mayor cantidad de luz que llega a las plántulas; el pastoreo no es intensivo en este bosque pero sí requiere de protección y cuidado por medio de una explotación racional.

ESTRATO HERBACEO

Especies como Alchemilla procumbens, Ribes ciliatum y Cirsium pinetorum, con alto grado de dispersión a través del transecto altitudinal estudiado, y número abundante de individuos por tanto, abundancia y cobertura altas a pesar de las variaciones ecológicas de un bosque a otro, abarcan desde los 2,900 a 3,800 m.s.n.m. excluyendo la zona alpina; están genéticamente adaptadas ya que de otra forma sólo se les encontraría en habitats reducidos, sin embargo, su presencia se observa tanto en el bosque de abetos con poca insolación, como en el bosque de pino con mayor insolación y debajo del pastizal ó al descubierto. Si se toman en cuenta las variaciones climáticas de cada habitat como: insolación, temperatura ambiental y del suelo, humedad y nutrimentos disponibles, al comparar un lugar húmedo, con abundante materia orgánica, poca insolación, con otro al descubierto donde ocurre todo lo contrario; las especies mencionadas se presentan con mayor o mejor desarrollo de la plan

ta en sí, como hojas, tallos y raíces más grandes y abundantes en lugares sombríos; en comparación con las de lugares soleados y secos, donde las plantas se observan con ramificaciones cortas como formando cojines o manchones, las hojas son más pequeñas pero corresponden a la misma especie. En correlación con lo señalado por Sinnot, Dunn y Dobzhansky (1970) cuando dos individuos con el mismo genotipo, pueden adquirir fenotipos diferentes si se hallan en condiciones distintas de alimento, temperatura, luz, humedad y otros factores externos, estas diferencias entre organismos semejantes en herencia se denominan variaciones ambientales.

Otras especies con igual rango de distribución pero con vigor y fenología semejantes en todos los sitios es una Scrophulariaceae, Penstemon gentianoides y dos gramíneas Festuca amplissima y Muhlenbergia quadridentata.

Hay especies que se encuentran restringidas a un hábitat, por estar genéticamente adaptadas con una corta escala de tolerancia, como es el caso de la vegetación alpina cuyas especies son endémicas del páramo de altura; sin embargo, hay otras que sin ser endémicas se presentan requerimientos especiales de luz, temperatura, humedad, insolación, suelo, nutrimentos o vegetación superior a las que están asociadas por vivir a la sombra ó proveerse de la materia orgánica

nica que producen al deshojarse, en este caso se encuentran las especies representativas del bosque de pinos ó del bosque de abetos. Otras más indican zonas transicionales o bien solo se observaron en el bosque mixto de Abies, Pinus y Cupressus, en cada caso están reflejando fenológicamente las condiciones del medio ambiente al que están adaptadas.

En general las gramíneas de la zona alpina florecen en los meses de diciembre, enero y febrero y fructifican en febrero, marzo y abril, mientras que las demás herbáceas inician la floración en marzo y abril fructificando en mayo.

En el bosque de pino y abeto los arbustos y herbáceas florecen dos períodos al año en marzo-abril y agosto-septiembre, con fructificación en los meses siguientes a la floración.

Las gramíneas y Lupinus sp. en ambos bosques florecen antes que las herbáceas y arbustivas ó sea en febrero y marzo y el fruto se tiene en mayo y agosto, este comportamiento tal vez pueda explicarse con base en el tipo de semilla, que necesita del aire y agua para ser dispersada; por lo tanto, en la época de mayores vientos y lluvias, las semillas podrán caer en lugares lejanos donde al poco tiempo tendrán el agua suficiente para germinar y esto se obser-

va claramente por la distribución y cobertura que tienen en todas las zonas que han invadido y a las que gradualmente se han ido adaptando.

VIII.- CONCLUSIONES

La finalidad de este estudio fue el de contribuir al conocimiento de los bosques del volcán Popocatépetl. El estudio se hizo siguiendo un transecto que nos diera una secuencia en las observaciones para conocer y situar cada comunidad.

El muestreo se realizó cada 100 m. de altitud partiendo de los 2900 m. a los 4020 m., repartidos en 12 sitios.

En lo que respecta al clima se encuentran tres zonas, dos dentro del clima frío (ETH) que abarca una franja comprendida entre los 3950 m.s.n.m. y 4,500 m.s.n.m. y otra de los 3,700 a los 3,950 m.s.n.m. que es fría isotermal con marcha de temperatura del tipo ganges (ETHwig); la tercera zona comprende de los 2,900 a los 3,700 m.s.n.m. que tiene clima templado húmedo con lluvias de verano y poca oscilación térmica.

El Popocatépetl es un volcán estratificado de principios del cuaternario con depósitos subsecuentes de andesita, lapilli y ceniza volcánica, esto se observa a los lados de la carretera donde se aprecian los perfiles superpuestos.

Los suelos están poco intemperizados por tratarse de un volcán joven con erupciones recientes; el tiempo, la al

titud, el clima y la vegetación, entre otros factores, están influyendo en el suelo, que tiende a su madurez.

La ceniza volcánica y lapilli del páramo por ser un material poco alterado proporciona escasos nutrimentos a la vegetación.

El alto contenido de alofano retiene los cationes intercambiables del suelo e impide la asimilación de estos por la microflora y plantas superiores.

El zacatonal debido a su sistema radicular puede proveerse de nutrimentos al tomarlos por capilaridad; su amplio enraizamiento le permite retener el suelo que queda en contacto, a la vez que lo intemperiza.

Las especies propias del páramo resisten las condiciones extremas de escasez del suelo, temperatura y humedad con las variaciones diarias y estacionales.

El suelo que soporta al bosque de pino por las características físicas y propiedades químicas lo hacen propicio para el desarrollo del bosque influyendo entre otros factores la altitud y clima para que se estableciera Pinus hartwegii.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo cubierto por Pinus hartwegii son las siguientes: color gris oscuro y café oscuro pardusco, de 74 a 96% de arena, de 2 a 24% de limo, y 2 a 8% de arcilla, textura arena migajosa, pH de

5 a 6.7; materia orgánica de 12.9% en los primeros 10 cm. y disminuye a 1.29% al profundizar, la C.I.C.T. es de 15.2 a 48.3 me/100 gr. en la superficie el NT. es 0.288% y la relación C/N alcanza sus valores más altos de 71.23 y 44.35 lo que indican la baja mineralización del nitrógeno.

El alofano es muy alto desde las capas superiores.

El estrato arbóreo lo constituyen individuos de Pinus hartwegii con alturas de 15 a 20 m., el área basal total es de 2.536 m² y la cobertura total de 679.71 m² en cuanto a los valores más altos.

Del estrato arbustivo son Senecio barba-johannis, Senecio bellidifolius, Arctostaphylos arguta, Ribes ciliatum y Symphoricarpus microphyllus los mas importantes.

El estrato herbáceo lo forma en un 75% el zacatonal de Muhlenbergia macroura, las especies restantes tienen pocos individuos.

El bosque de abetos se desarrolla en climas templados húmedos, la conservación de la humedad relativa se ve favorecida por la orografía del terreno con pendientes de 15° a 35° tratándose de cañadas.

Los valores altos de cobertura se tienen por la forma biológica del árbol que presenta amplia ramificación, casi horizontal hacia la base y ramas pequeñas en la parte alta de la copa lo que le da una forma cónica que le permite la

mejor captación de luz.

En las zonas de transición el abeto se entremezcla con Pinus hartwegii hacia los 3320 m.s.n.m. y con Pinus montezumae, Pinus hartwegii, Cupressus lindleyi y Salix oxylepis a los 2900 m.s.n.m.

El estrato arbustivo lo forman: Ribes ciliatum, Senecio barba-johannis, Symphoricarpus microphyllus, Baccharis conferta, Fucsia microphylla, Vaccinium geminiflorum, Satureia macrostema, Arctostaphylos arguta, Gaultheria angustifolia y Garrya laurifolia, de las cuales la mayoría son trasgresivas hacia el bosque de pino además de ser indicadores de disturbio por tala y quemas.

Las especies del estrato herbáceo son abundantes en individuos y composición florística; es el zacatonal de Muhlenbergia macroura el que cubre un 50% de la superficie; se encuentran en menor proporción Muhlenbergia quadridentata y Festuca amplissima. Las especies herbáceas en total son 42 de las cuales 28 son propias del bosque de abetos y las restantes son trasgresivas.

En la zona que se encuentra a los 2900 m.s.n.m. el bosque tiene numerosas especies que indican la ecotonía entre el abeto y probablemente un bosque de Cupressus desaparecido por la introducción del cultivo.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de sue

lo nos indican que la vegetación ha tenido una mayor influencia donde se desarrolla el bosque de abetos.

El color es gris oscuro y café muy oscuro, el % de arcilla es de 4 a 8%, la textura es migajón arenoso, el pH ligeramente ácido, la materia orgánica de 11%, la C.I.C.T. de 48 me/100 gr. en su valor más alto y de 20 me/100 gr. en promedio para los primeros 10 cm el alofano es escaso en la superficie y muy alto al profundizar.

En estos suelos se observa zonación al hacer el perfil en cuanto al color, ya que los valores que nos dan los análisis no varían en forma significativa.

En general toda la zona estudiada es factible de aprovecharse desde el punto de vista recreativo y forestal; explotándose racionalmente el bosque, los resultados del presente estudio podrán servir de base para el mejor cuidado y manejo de los bosques y zona alpina en el Volcán Popocatepetl.

PARAMO DE ALTURA.



ZACATONAL DE FESTUCA Y CALAMAGROSTIS

ALTITUD 4020 m.



PERFIL DEL SITIO 1,4020 m.



JUNIPERUS MONTICOLA A LOS 4000 m.

BOSQUE DE PINO.



PINUS HARTWEGUI A LOS 3700 m.



BOSQUE DE PINO 3400m.



PERFIL DEL SITIO V. 3700 m.



PERFIL DEL SITIO VII
3400 m.

BOSQUE DE ABETOS .



BOSQUE DE ABIES RELIGIOSA
A LOS 3200 m.



PERFIL A LOS 3200 m.



PAS TOREO EN LA ZONA DE ESTUDIO .

IX.- INDICE TAXONOMICO

Plantas vasculares colectadas en la zona de estudio;
arregladas de acuerdo con la clasificación de Engler (1936).

PINACEA

- Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. ~~54-57-60-62-66-72~~⁵⁹⁻⁶³⁻⁶⁵⁻⁶⁷⁻⁷¹
~~73-86.~~ 72-77-83-84-96-98.
- Pinus hartwegii Lindl. ~~36-38-40-44-47-49-53-54-57-60-62~~⁴³⁻⁴⁷⁻⁴⁸⁻⁵³⁻⁵⁶⁻⁵⁹⁻⁶³⁻⁶⁴
~~72-78-79-80-81-84-85-94-95.~~
67-70-72-83-89-90-92-95-97-107.
- Pinus montezumae Lamb. ~~62-85-95.~~ 72-97-109.

CUPRESACEAE

- Juniperus monticola f. compacta Martínez. ~~35-77.~~ 41-87
- Cupressus lindleyi Klotzsch. ~~62-63-72-85-95.~~ 72-74-84
97-109.

GRAMINEAE

- Agrostis toluensis H.B.K. ~~7-29.~~ 11-35.
- Calamagrostis toluensis (H.B.K.) Trin. ~~7-30-32-35-36-39-40~~¹¹⁻³⁵⁻³⁶⁻³⁸⁻⁴¹
~~44-47.~~ 44-47-48-53-57.
- Festuca amplissima Rupr. ~~36-39-47-50-54-57-63-67-88-90-95~~^{59 44-47-57-60-63-64-68}
73-78-100-103
- Festuca hephaestophylla Nees. ~~7-32-40-44-46-50.~~ 11-38-48
53-57-60.
- Festuca rosei Piper. ~~48.~~ 58.
- Festuca toluensis H.B.K. ~~39.~~ 47.
- Muhlenbergia macroura Rupr. ~~7-30-40-54-61-63-80-88-94-95~~^{11-35-48-63-64-71-73-90-100.}
- Muhlenbergia quadridentata (H.B.K.) Trin. ~~7-29-44-47-50-53~~¹¹⁻³⁰⁻⁵³⁻⁵⁷⁻⁶⁰
54-57-63-67-88-90-95
63-64-68-73-78-89-100/01-103.

Stipa ichu (Ruiz et Pau.) Kunth. 60.

Trisetum rosei Scribn et Merr. ¹¹⁻³⁸⁻⁴⁹⁻⁵³⁻⁵⁷ 7-32-40-44-47-50.

^{60-88.}

JUNCACEAE

Luzula racemosa Desv. 31-42. ^{36-51.}

LILIACEAE

Allium glandulosum Link. ~~63-67.~~ 74-78.

Smilax moranensis Mart. et Gal. ~~63-73.~~ 74-84.

SALICACEAE

Salix oxylepis C. Schneid. ^{65-71-72-81-83-100-109.} ~~54-61-62-70-72-80-88-95.~~

GARRYACEAE

Garrya laurifolia Hartw. ~~62-63-95.~~ 74-73-103.

POLYGONACEAE

Monnina xalapensis Schl. et Cham. ~~63-72.~~ 74-84.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria bryoides Willd. ~~8-30-32.~~ 11-35-38.

Arenaria decussata Willd. ~~32-41-53.~~ 39-49-63

Arenaria lanuginosa Rohbr. ~~63-73.~~ 74-84

Arenaria oresbia Greenm. 39. 47

Arenaria parvifolia Benth. ~~32-40-44-47-53.~~ 39-49-53-57

Arenaria reptans Hemsl. ~~8-32-40-44.~~ ^{63.} 11-39-49-53.

Cerastium molle Bartl. ~~40-44-47-50.~~ 49-53-57-60.

Cerastium vulcanicum Schlecht. 32. 39.

CRUCIFERAE

Draba jorullensis H.B.K. ~~7-32-35.~~ 11-39-41.

SAXIFRAGACEAE

Ribes ciliatum H.B.K. ~~35-47-50-53-54-58-61-62-66-77-78-88.~~
90-94-95. 41-57-60-63-64-68-71-73-78
87-88-90-100-102.

ROSACEAE

Acaena elongata L. ~~40-50-53-58-63-67-73-88.~~
49-60-63-65-69-73-78-84-100.

Alchemilla procumbens Rose. ~~39-40-44-47-50-53-54-58-63-90.~~
47-49-53-57-60-63-64-68
73-102.

Alchemilla vulcanica Schlecht. et Cham. 37. 45.

Potentilla candicans H. and B. ~~41-53.~~ 49-63

LEGUMINOSAE

Lupinus montanus H.B.K. ~~8-32-35.~~ 11-39-41.

Lupinus sp. ~~40-44-47-50-53-61-63-67-70.~~ 49-53-57-60
63-71-73-78-81-88-104.

Trifolium amabile H.B.K. ~~40-44-47-50.~~ 49-53-57-60.

Trifolium sp. ~~53-78.~~ 63-88.

OXALIDACEAE

Oxalis alpina Rose. ~~40-47-50.~~ 49-57-60.

GERANIACEAE

Geranium latum Small. ~~41-50-53-63.~~ 49-60-63-73.

Geranium mexicanum H.B.K. ~~63-73~~. 74-84

Geranium potentillaefolium DC. ~~63-67~~. 73-78.

Geranium sp. 58-63. 68-74.

Geranium vulcanicola Small. 58-63. 68-73.

ONAGRACEAE

Fuchsia microphylla Kunt. ~~54-58-62-70-72-88-95~~. 65-68-73

81-84-100-101.

Oenothera sp. ~~61-63~~. 71-74.

UMBELLIFERAE

Arracacia atropurpurea (Lehm). Benth. et Hook. ~~63-73~~. 74-84.

Eryngium protaeflorum Delar. ~~32-35-39~~. 39-41-47.

Osmorrhiza mexicana Griseb. ~~41-53~~. 49-63.

PIROLACEAE

Pirola secunda L. ~~54-58-63~~. 65-68-73.

ERICACEAE

Arctostaphylos arguta (Zucc.) DC. ~~62-70-80-88-94-95~~.
73-81-90-100.

Gaultheria angustifolia Brandegee. ~~62-70-88-95~~. 73-81-100.

Vaccinium geminiflorum H.B.K. ~~61-63-95~~. 71-73.

HYDROPHYLLACEAE

Phacela platicarpa (Spreng) Cav. ~~40-50-63-64~~. 49-60-73-78.

Phacelia pinnata (R. et P.) Macbr. ~~63-70~~. 73-81.

BORRAGINACEAE

Heliotropium convolvulaceum Gray. ~~40-44-47-50-54-58-63.~~ ⁴⁹⁻⁵³⁻⁵⁷⁻⁶⁰⁻⁶⁴
68-73.

LABIATAE

Salvia cardinalis Kunth. 63. 74.

Salvia elegans. Vahl. ~~63-70.~~ 73-81.

Satureia macrostema (Benth) Briq. ~~62-63-66-70-88-95.~~ ^{73-78-81-100.}

SOLANACEAE

Cestrum thyrsoideum H.B.K. ~~63.~~ 74.

Solanum demisum Lindl. ~~41-50.~~ 49-60.

SCROPHULARIACEAE

Castilleja arvensis Schl. et Cham. ~~63-73.~~ 74-84.

Castilleja tenuiflora Benth. 63-70. 73-81.

Castilleja toluensis H.B.K. 32-53. 39-63.

Penstemon gentianoides Poir. ~~39-40-44-47-50-53-54-58-63-
67-88-90.~~ ⁴⁷⁻⁴⁹⁻⁵³⁻⁵⁷⁻⁶⁰⁻⁶³⁻⁶⁴
68-73-78-100-103.

Sibthorpia repens (Mutis e x L.) O. Kuntze. ~~63-67-73.~~
73-78-84.

OROBANCHACEAE

Conopholis aff. alpina ~~63-67.~~ 74-78.

PLANTAGINACEAE

Plantago toluensis Pilger. ~~8-32-40-44-47-53-78.~~ ^{11-39-49-53-57-63-88.}

RUBIACEAE

Didymaea alsinoides (Schlecht. et Cham) Standl. 73. 84

Galium aschenbornii Schawer. 63. 74.

CAPRIFOLIACEAE

Symphoricarpus microphyllus H.B.K. ~~53-54-58-61-62-80-88-94-95.~~ 63-65-68-71-73-90-100.

VALERIANACEAE

Valeriana clematitidis H.B.K. ~~54-63-88~~ 65-73-101.

COMPOSITAE

Baccharis conferta H.B.K. ~~54-58-61-63-88-95.~~ 65-68-71-73-100

Baccharis multiflora H.B.K. ~~63-67.~~ 73-78.

Cirsium pinetorum Greenm. ~~32-39-40-47-61-63-70-73-78-90.~~ 39-47-49-57-71-73-81-84-88. 102.

Dahlia aff. coccinea. 63-73. 74-84

Eupatorium glabratum H.B.K. ~~61-63-70-72-88.~~ 71-73-81-84-100-101.

Gnaphalium vulcanicum I.M. Johnston ~~8-40-44.~~ 11-49-53.

Haplopappus stoloniferus DC. ~~41-53.~~ 49-63.

Senecio angulifolius DC. ~~50-54-58-63-72-73-88.~~ 60-65-68-73-84
88-100

Senecio barba-johannis D.C. ~~54-58-62-66-70-72-80-88-94-95.~~
D 65-68-73-78-81-84-90-100-101.

Senecio bellidifolius H.B.K. ~~40-44-47-53-80-94.~~ 49-53-57-63-90.

Senecio calcarius H.B.K. ~~8-32-35.~~ 11-39-41.

Senecio callosus Sch. Bip. ~~40-44-47-54-58-63-67-88.~~ 49-53-57-64

Senecio cinerarioides H.B.K. ~~50-61-63.~~ 68-74-78-100.
60-81-83.

Senecio prenanthoides A. Rich. ~~67-88.~~ 78-100-101

Senecio salignus DC. 61-63. 71-73.

Senecio sanguisorbae DC. 63-73. 74-84.

Siegesbekia jorullensis H.B.K. 63: 74.

X.- BIBLIOGRAFIA

- Aceves, G.R.M. y Aguilera, H.N. 1967. Introducción al estudio de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando del Popocatépetl. Ponencia del III Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. ENA. Chapingo, México. (en prensa).
- Aguilera, J.G. 1895. Expedición científica al Popocatépetl. Comisión Geográfica Mexicana.
- Aguilera, H.N. 1965. Suelos de Ando, Génesis, Morfología y Clasificación. Serie de Investigación No. 6, Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- _____ 1955.- Estudio preliminar del contenido arcilloso de un perfil de Tepatitlán, Jalisco. Revista Chapingo. 64:1-4. México.
- _____ 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de México. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Centro de Enseñanza e Investigación. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. OEA. FAO.
- Allende, L.R. 1968. Introducción al estudio de suelos derivados de cenizas volcánicas ó de Ando del volcán La Malinche. Tesis profesional. UNAM. México.
- Anaya, L.A.L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccíhuatl. Tesis profesional. UNAM. México.
- Baldovinos, de la Paz G. 1963. Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. I.M.R.N.R. México. (155-185).
- Beaman, H.J. 1962. The timberlines of Iztaccíhuatl and Popocatépetl, México. Ecology 43 (3) 377-385.

- _____ 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatépetl and Iztaccíhuatl. Bol. Soc. Bot. México. 29: 63-75.
- _____ 1972. Guías botánicas de excursiones en México. Preparadas por la Soc. Bot. de México, en ocasión del I Congreso Latinoamericano y V Mexicano de Botánica. México.
- Besoain, M.E. 1969. Mineralogía de las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. - - Interam. de Cien. Agr. de la OEA, Turrialba, Costa Rica. OEA. FAO.
- Beltrán, E. 1955. Los Recursos Naturales de México. Estado actual de las investigaciones forestales. Ed. del I.M.R.N.R. México.
- Birrell, K.S. 1964. Some properties of volcanic ash soils. Report on the Meeting on the Classification and Correlation of Soils from Volcanic Ash, Tokio, Ja pón. World Soil Resources Report 14: 74-81, Roma, Italia.
- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología Vegetal. Acme Agency. Buenos Aires.
- Cain, S.A. and O. Castro G.M. 1959. Manual of Vegetation Analysis. Harper and Broth. New York.
- Cortés, L.A. 1966. Suelos de Ando de la República Mexicana. Soc. Mex. Cien. Suelo. México.
- Cortés, L.A. León, V.G. Hernández S.R. 1966. Suelos derivados de rocas y cenizas volcánicas andesíticas de la zona oriental del Iztaccíhuatl. Agrociencia. Vol. I No. I, México.
- Contreras, A.A. 1968. Los árboles no atraen las lluvias. Bosques Vol. IV, No. 3 S.F. México. 22-25.

- Critchfield, B.W. Little, L.E. 1966. Geographic Distribution of the Pines of the World. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 991. Forest Service. Washington, D.C. U.S.A.
- Egawa, T. 1964. Mineralogical properties of volcanic ash soils in Japan. Report on the Meeting on the Classification and Correlation of Soils from Volcanic Ash, Tokio, Japan. World Soil Resources Report 14:89-91 (FAO. Roma Italia 1965).
- FAO y SAG. 1962. Seminario y viaje de estudios de confieras latinoamericanas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación especial No. 1. México.
- García, C.N.E. 1970. Estudios edafológicos de suelos derivados de cenizas volcánicas del Popocatepetl, Edo. de Puebla, Tesis profesional. UNAM. México.
- García, A.E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. U.N.A.M. México.
- Guillén, R.A. 1971. Algunos aspectos de suelos de Ando, en la región del municipio de Uruapan, Michoacán. Tesis profesional. UNAM. México.
- Hayama, T.M.M.L. 1971. Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del Nevado de Toluca, Edo. de México. Tesis profesional. UNAM. México.
- Heilprin, A. 1899. Floras de las regiones templadas y alpinas de los grandes volcanes de México. *Naturaleza* II.3:233-243.
- Hemsley, W.B. (1879-1888) Botany en Godwin, F.D. y O.Salvin, *Biología Centrali-Americana*. R.H.Porter, London. Vol. V.
- Hitchcock, A.S. 1913. Mexican Grasses in the U.S. National Herbarium.
- INIF. 1969. Notas sobre el cursillo sobre sitios permanentes de experimentación forestal. Publicación especial No. 4, SAG. México.

- Johnson, G.E.L. 1970. Morfogénesis y clasificación de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas del Pico de Orizaba, Puebla y Veracruz. Tesis profesional. UNAM. México.
- _____ Aguilera, H.N. y Arias, H.M.A. 1969. Génesis de suelos del Volcán Pico de Orizaba, Edos. de Puebla y Veracruz. Ponencia del IV Congreso Nal. de la Soc. Mex. Cien. Suelo. Chapingo, México. (en prensa).
- Leopold, S.A. 1952. Zonas de Vegetación de México. Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad. 73:31-33. México.
- Madrigal, S.X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. en el Valle de México. Bol. Tec. No. 18, SAG. INIF. México.
- May, Nah. A. 1971. Estudio fitoecológico del campo experimental "San Juan Tetla" Edo. de Puebla. Tesis profesional I.P.N. México.
- Martínez, M. 1948. Las coníferas silvestres del Valle de México. Bol. Soc. Bot. México.
- _____ 1953. Las Pináceas Mexicanas. SAG. Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza. SAG. México.
- Miranda, F. y Hernández X.E. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol.Soc.Bot. México. No. 28.
- _____ 1963. Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. (comentario) I.M.R.N.R. México. 189-199.
- Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología de la Cuenca del Valle de México, S.R.H. México.
- Ortega, J.H. 1962. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. y Pinus hartwegii Lindl. Tesis profesional ENA. Chapingo, México.

- Palacios, M.S. y Aguilera, H.N. 1967. Contribución al conocimiento microbiológico de suelo de Ando del Popocatepetl, Edo. de Morelos. Ponencia del III Congreso Nal. de la Soc. Mex. Cien.Suelo. ENA. Chapingo, México. (en prensa).
- Ramos, M.H. 1972. Estudio del Alofano y su efecto en la actividad metabólica de la flora microbiana en tres unidades diferentes de suelo; Vertisol, Andosol y Ranker alpino. Tesis profesional ENA. Chapingo, México.
- Reiche, C. 1914. La vegetación de los alrededores de la ciudad de México. Tipografía Moderna México.
- Rzedowski, J. 1965. Relaciones fitogeográficas y posibles orígenes de la flora de México. Bol. Soc. Bot. México. No. 29. 121-177.
- _____ 1966. Guía de las excursiones a los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl. Tercer Congreso Mexicano de Botánica. México.
- Shimada, M.K. 1972. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando del Ajusco, D. F. Tesis profesional. UNAM. México.
- Sosa, H.S. 1951. El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Dirección Forestal y de Caza. SAG. México.
- Tamayo, J.L. 1962. Geografía General de México. Geografía Física. 2a. Ed. Tomo I y II. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México.
- Vallejo, G.E. y Aguilera, H.N. 1969. Génesis de suelos del volcán Popocatepetl, Edo. de Morelos. IV Congreso Nac.Soc.Mex.Cien.Suelo. Monterrey, Nuevo León.
- Villalpando, B.O. 1968. Algunos aspectos ecológicos del volcán Nevado de Toluca. México. Tesis profesional. UNAM. México.
- Wright, A.C.S. 1964. The andosols or humic allophane soils of South America. Report on the Meeting on the Classification and Correlation of soils from volcanic ash. World Soil Resources Report. 14 FAO. Rome. Italy.