



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

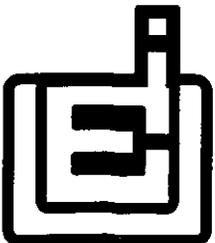
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "IZTACALA"

FLORA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE Furcraea bedinghausii EN EL VOLCAN "EL PELADO" MEXICO, D.F.

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
ANA MARIA MONDRAGON VARGAS

290834

DIRECTORA DE TESIS:
BIOL. LUCIA ALMEIDA LEÑERO





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.

Con cariño para mis padres, por su incondicional apoyo y por su paciencia.

A mis hermanos Patricia, David, Eloisa+, Eliza y Lorena, así como a mis sobrinos Itzel, Tania, Fernando y O. Ivan.

A mi hijo Diego por su alegría y a Vicente por estar a mi lado.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a la Doctora en Ciencias Lucia Almeida Leñero por la dirección, apoyo y oportunidad que me brindo para realizar este trabajo.

A la Biol. Matha Escallilla Weinman por el apoyo, consejos, entusiasmo y su amistad que fueron determinantes para concluir este trabajo.

A la Biol. Martha Gual Díaz y al Dr. Alejandro Velázquez por sus sabios consejos y el préstamo de material bibliográfico.

A los taxonómos que hicieron parte de la determinación: José García (familia Compositae), Biol. Bertha Rodríguez (familia Gramineae) y Biol. Alma Alfaro (Briofitas), así como al Biol. Lucio por su apoyo y asesoría.

A los M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno, Daniel Tejero Diez, Silvia Aguilar Rodríguez, Silvia Romero Rangel.

De igual manera agradezco la ayuda de mis compañeros del Laboratorio de Biogeografía, a Lucy, Rosy, Hector y en especial a los que participaron en el trabajo de campo: Laura, Hector, Javier, Juan, Jacobo, Aída y Perla.

A mis compañeros y amigos: Juan Flores, Gudulia Morales, Sonia L. Tapia, Eva González, Rafael Rodríguez, Magdalena Gómez, Esther Salgado, Edmundo Flores, Salvador Meraz, Abraan M., Patricia C., Nohemí, Georgina Rivera, Domingo y Toyka y J. Santiago, por su alegría y amistad.

A todas aquellas personas que directamente o indirectamente colaboraron para el desarrollo de este estudio.

Muchísimas Gracias...

CONTENIDO

Resumen.....	1
1. Introducción y Objetivos.....	3
2. Antecedentes.....	7
2.1. Información taxonómica y botánica.....	8
2.2. Distribución geográfica.....	10
3. Area de estudio.....	12
3.1. Localización.....	12
3.2. Topografía.....	12
3.3. Hidrología.....	13
3.4. Geología.....	14
3.5. Edafología.....	15
3.6. Clima.....	16
3.7. Vegetación.....	17
4. Método.....	19
5. Resultados.....	23
5.1. Descripción de la comunidad de <i>Furcraea bedinghausii</i> - <i>Muhlenbergia macroura</i> (3020-3330 m s.n.m.).....	23

5.2. Descripción de subcomunidades.....	30
5.2.1. <i>Furcraea bedinghausii</i> - <i>Trisetum virletti</i>	30
5.2.2. <i>Furcraea bedinghausii</i> - <i>Aegopogon cenchroides</i>	31
5.2.3. <i>Furcraea bedinghausii</i> - <i>Solanum cervantesii</i>	32
6. Conclusiones.....	34
7. Lista florística de la comunidad de <i>Furcraea bedinghausii</i> en el volcán Pelado D.F.....	40
8. Literatura citada.....	44
9. Apéndices.....	45
9.1. Datos climáticos del volcán pelado D.F. temperaturas máximas mínimas, precipitación.....	48
9.2. Características del suelo de la comunidad de <i>Furcraea bedinghausii</i>	51
9.3. Índice de similitud Jaccard.....	53
9.4. Distribución de las especies conocida segun Rzedowski y Rzedowski (1979-90) para el valle de México reportadas en la comunidad de <i>Furcraea bedinghausii</i> , del volcán Pelado México.....	54
9.5. Formato de levantamientos florísticos.....	55

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de *Furcraea bedinghausii* en la Cuenca de México (Galvan 1988).

Figura 2. Distrito Federal, México. Localización del área de estudio (Gómez 1990).

Figura 3. Carta topográfica del volcán Pelado México D.F. (Velázquez 1993). Localización de los sitios de muestreo (área de estudio).

Figura 4. Temperaturas y climograma de la Estación Meteorológica “El Guarda” México D.F. (Velázquez 1993).

Figura 5. Área mínima de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el Volcán Pelado México D.F.

Figura 6. Perfil esquemático de la fisonomía de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*.

Figura 7. Porcentaje de coberturas de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* ocupados por cada uno de las formas de vida (Raunkier 1934).

Figura 8. Presencia de los diferentes estratos de la comunidad *Furcraea bedinghausii* –*Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 9. Porcentaje de formas de crecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*-*Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 10. Porcentaje de formas de vida por especie en la comunidad de *Furcraea bedinghausii*-*Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 11. Representación de las familias expresado en % en la comunidad de *Furcraea bedinghausii*- *Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 12. Relación del número de especies en función de la altitud en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 13. Relación del número de especies con el Ph del suelo en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 14. Relación de especies con la pendiente en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 15. Relación de especies con la exposición en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 16. Intervalos de frecuencia en % de los diámetros del fuste de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 17. Intervalo de frecuencias de alturas en % de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 18. Relación del número de especies y la cobertura de *Furcraea bedinghausii*

Figura 19. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad de *Furcraea bedinghausii*- *trisetum virletii* en el volcán Pelado, México D.F.

Figura 20. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad *Furcraea bedinghausii*- *Aegopogon cenchrroides* en el volcán Pelado, Mexico D.F.

Figura 21. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad de *Furcraea bedinghausii* y *Solanum cervantesii* en el volcán Pelado, México D.F.

RESUMEN

Se realizó un estudio fitosociológico de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* C. Koch (Agavaceae) en el volcán Pelado localizado al sur de la ciudad de México. Se realizó un muestreo en dicha comunidad en las vertientes norte, sur y este durante la época de secas y de lluvias; utilizando el método fitosociológico de la escuela Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1932; Muller Dombois *et al.*, 1974), basada en levantamientos de inventarios florísticos que se reunieron en una tabla fitosociológica con un total de 25 levantamientos florísticos representativos, y complementariamente se aplicó el índice de similitud de Jaccard.

En el volcán Pelado, se presenta la especie *Furcraea bedinghausii*, como parte de la vegetación azonal en suelos rocosos y claros del bosque de *Pinus-Alnus*, formando comunidades en donde la especie es numerosa, en un intervalo altitudinal de 3020 y 3330 m s.n.m. sin una distribución altitudinal gradual, en exposiciones norte, sur y este de dicho volcán. *Furcraea bedinghausii* se asocia con *Muhlenbergia macroura*, y otras especies propias de zonas de clima templado húmedo y especies que se localizan generalmente entre rocas como *Eryngium columnare*, *Villadia batesii*, *Echeverria mucronata*. En la época de lluvias se presenta *Trisetum virletti*, *Marchantia sp*, y algunos musgos de la familia Pottiaceae que afloran en el suelo y rocas. Predominan hierbas anuales como *Eupatorium prunallaefolium* y perenes como las gramíneas. Entre las especies que se han reportado por presentarse en áreas perturbadas están: *Sycyos deppeii*, y *Conyza canadensis*.

Su composición florística esta representada por 97 especies agrupadas en 73 géneros y 27 familias, las más representativas fueron Compositae y Graminae. Las especies con mayor frecuencia fueron *Muhlenbergia macroura*, *Salvia elegans*, *Penstemon campanulatus* y en tiempo de lluvias *Sicyos deppeii*.

La mayor riqueza florística se establece en las siguientes condiciones ambientales: altitud de 3000 a 3100 m s.n.m., exposición norte, pH del suelo ácido de 5.8 a 6.0 en una pendiente de 36° a 55°.

La comunidad de *Furcraea bedinghausii*, se presentó como una comunidad con regeneración estable y en equilibrio, esta bien representada en su estructura de población, presenta tres etapas de desarrollo: individuos jóvenes, individuos adultos los cuales representan el 50% del total de individuos registrados en el área estudio y con menor presencia están los individuos más viejos de la comunidad.

Existe un escaso conocimiento de la especie *Furcraea bedinghausii* y dado su estatus de **amenazada** (NOM 059-ECOL-1994), si siguen operando factores que ocasionan el deterioro del hábitat o que disminuyen sus poblaciones, por lo que es importante la preservación de las comunidades vegetales, generando información sobre la estructura y composición florística de la comunidad *Furcraea bedinghausii*.

La comunidad de *Furcraea bedinghausii*- *Muhlenbergia macroura* presenta 3 subcomunidades nombradas por sus especies dominantes: 1.1 *Furcraea bedinghausii*-*Trisetum virletti*, 1.2 *Furcraea bedinghausii*-*Aegopogon cenchroides*, 1.3 *Furcraea bedinghausii*- *Solanum cervantesii*; de las cuales se describen sus características fisonómicas, florísticas y ambientales.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la medida que la complejidad del impacto humano sobre el ambiente se incrementa y el capital ecológico decrece, la necesidad de administrar los recursos naturales se convierte en un punto cada vez más crítico (Cairns *et al.*, 1993).

La fuerte presión ejercida sobre los ecosistemas por la creciente actividad del hombre, implica continuar con estudios de vegetación donde por una parte se lleve a un conocimiento más profundo de la vegetación y por otro permita vigilar las perturbaciones por cambios en la fisonomía, composición florística, y las relaciones numéricas estimadas dentro y entre las comunidades, dando la pauta para aplicar medidas correctivas cuando esto se estime necesario.

México, debido a su ubicación en la intersección de dos dominios biogeográficos, y su compleja topografía producto de una intrincada historia geológica, se manifiesta con una gran diversidad biológica. Es un país, en donde se establece un triple agrupamiento de organismos de acuerdo a su origen: boreal, neotropical y endémico. De ellos sobresale un gran número de especies endémicas, que en muchos casos tienen áreas restringidas de distribución y poblaciones pequeñas, por lo que los hace organismos vulnerables frente a la reducción drástica de sus hábitats (Toledo, 1987). Es importante incrementar investigaciones sobre estas especies. Como en el caso del género *Furcraea* spp, endémico de México y la región del Caribe (Galván, 1988). Según la norma, que determina las especies y subespecies

silvestres en protección y endémicas por el Gobierno Mexicano (NOM 059-ECOL-1994), *Furcraea bedinghausii* la reportan con estatus de amenazada si siguen operando factores que ocasionan el deterioro, modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. Lo que implica una gran importancia y responsabilidad para su estudio. Por lo que este trabajo se considera portador de elementos que contribuyen en dar la pauta para su conservación y/o aprovechamiento de este recurso natural.

En la parte central de la Cordillera Volcánica Transmexicana (CVT) se localiza la especie *Furcraea bedinghausii* C. Koch (Agavaceae) (Rzedowski y Rzedowski, 1985), formando comunidades en zonas donde sus poblaciones son numerosas; generalmente habita en sitios rocosos, esta comunidad muestra una fisonomía propia, semejante a la de un palmar en medio del bosque de *Pinus-Alnus* atrayendo la atención especialmente cuando la especie desarrolla su vistosa panícula.

El estado de conocimiento actual de la comunidad *Furcraea bedinghausii* es escaso y dado su estatus de amenazada, es importante generar la información sobre su estructura y composición florística, para poder entender la dinámica de ésta comunidad vegetal. Lo anterior puede dar la pauta para su conservación y/o aprovechamiento dada su importancia biológica, así como fuente de hormonas esteroidales: sapogeninas esteroidales (Galván, 1988). Finalmente establecer un verdadero aprovechamiento sustentable de este recurso natural.

La Fitosociología es el proceso para reconocer y definir las comunidades vegetales (Braun-Blanquet, 1979) el cual esta orientado a establecer,

identificar y definir conjuntos de la florística de acuerdo a sus atributos, incorporando como acervo científico imprescindible en el análisis y descripción de la vegetación permitiendo reconocer y definir las comunidades vegetales. La fitosociología se ha ido incorporando como bagaje científico imprescindible en el análisis y descripción de la vegetación (G. de Azcarate 1997.). Lo que ha permitido establecer modelos cada vez más sólidos y predictivos para atender aspectos prácticos de conservación y restauración de los recursos naturales cada vez más demandados.

Este estudio forma una parte del proyecto general denominado “Ecología de los Sistemas Montañosos Mexicanos” (ECOMMEX) llevado a cabo en el Laboratorio de Biogeografía y Sinecología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México desde 1987, el cual está enfocado a la descripción de los ecosistemas montanos de la Faja Volcánica Transmexicana.

Objetivo General:

Contribuir al estudio de las comunidades de *Furcraea bedinghausii* C. Koch (Agavaceae), localizadas en el Volcán Pelado, México D.F., con base a un análisis fisionómico-florístico por medio del método fitosociológico (Braun-Blanquet, 1932).

Objetivos particulares:

- a) Describir la composición florística, la fisonomía y la estructura de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán.
- b) Ampliar el conocimiento sobre la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, D.F., México.
- c) Obtener el listado florístico acompañante de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado D.F. México.
- d) Contribuir con el listado florístico del volcán Pelado, D.F., México.

2. ANTECEDENTES

Los principales trabajos florísticos realizados en el volcán Pelado y zonas aledañas son: el de Reiche (1914), Espinosa (1962), Martín (1980), González, (1982), COCODA, (1984), Sandoval (1989), Gómez (1990), Velázquez (1993).

Los estudios realizados sobre la especie *Furcraea bedinghausii* son escasos, se destacan por su descripción biológica autores como Reiche (1926), Good (1974), Sánchez (1968), Benitez (1986), Galván (1988), Rzedowski 1985 y Conzatti (1981).

Conzatti, menciona la nomenclatura inicial de la especie como *Fourcroya sp* en honor al químico francés Antonio F. de Fourcroy, mientras que otros la reportaron como *Fourcroya bedinhausii*, *Beschorneria multiflora* y *Yucca bulbifera*. André Roezlii en 1860 descubre la especie de *Furcraea bedinghausii* por el "Monte Acasca" (Ajusco). Baker, 1846 la introdujo a Europa. La primera floración como planta cultivada la obtuvo M. Bendinghaus, en Bélgica en 1863 y la especie es descrita por Koch en el mismo año. Baker (1891) ratifica la descripción del taxon basada en un ejemplar del Jardín Botánico de Kew, Inglaterra obtenida a partir de semillas del cerro Real del Monte, Hgo. México (Conzatti 1981)..

Los estudios realizados en el volcán con un enfoque fitosociológico son: Campos et al., (1987), realiza el estudio de la vegetación del Volcán y describe 6 asociaciones donde mencionan brevemente la asociación Fucreatum. Sandoval (1989), hace una descripción de la vegetación de la ladera oeste del volcán, la cual reporta la ausencia de la especie *Furcraea bedinghausii*. Velázquez y Cleef (1993), realizan un estudio de las comunidades vegetales de los volcanes Tláloc y Pelado reportando por su forma a *Furcraea bedinghausii* como comunidad de megaroseta.

2.1 INFORMACIÓN TAXONÓMICA Y BOTANICA

Furcraea bedinghausii C. Koch, se clasifica taxonómicamente dentro de la familia Agavaceae (Liliopsida) (Cronquist, 1988) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Furcraea bedinghausii*

NIVELES TAXONÓMICOS	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase:	Liliidae
Orden:	Liliales
Familia:	Agavaceae
Género:	<i>Furcraea</i>
Especie:	<i>Furcraea bedinghausii</i>

En la clasificación de esta especie han existido algunos problemas para ubicarla dentro del taxon correspondiente, como lo ocurrido en 1898, con los ejemplares colectados por Pringle en el Ajusco D.F., registrados erróneamente como *Yucca pringlei* Greem (Conzatti, 1981), así mismo, Matuda (1966), reporto a *Furcraea roezlii* como sinónimo de *F. bedinghausii*

Anteriormente *Furcraea bedinghausii* se clasifico dentro de la familia Amaryllidaceae por su gran semejanza con la familia Agavaceae (Conzatti, 1981). Actualmente se clasifica dentro de la familia Agavaceae (Cronquist, 1988).

De acuerdo con el criterio de Pax y Hoffmann (1930), la familia Amaryllidaceae constituye un grupo heterogéneo de 86 géneros, que pudo haber derivado de un grupo liliáceo ancestral a partir del cual se desarrollaron la gran mayoría de las familias actuales de monocotiledóneas petaloideas (Lawrence, 1951).

Stebbins (1971), relaciona filogeneticamente el género *Furcraea* con *Beschorneria*, *Agave*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes*, por ser taxa eminentemente americanos que poseen un cariotipo asimétrico característico.

2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En 1926, Reiche menciona 15 especies del género *Furcraea* registrados en México, Centroamérica y el oeste de Sudamérica. Posteriormente, Standley (1961) describe diez especies de este género para México y Centroamérica (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies del género *Furcraea* spp reportadas por Standley (1961) en Centroamérica.

Especie	Distribución
<i>Furcraea longuea</i> Zucc	Oaxaca, México; Guatemala
<i>Furcraea roezlii</i> Baker	Hidalgo y Oaxaca, México
<i>Furcraea bedinghausii</i> Koch	Distrito Federal, México
<i>Furcraea quicheensis</i> Trel	Quiché Guatemala
<i>Furcraea cahum</i> Trel	Yucatán, México
<i>Furcraea melanodonta</i> Trel	Este de Guatemala
<i>Furcraea selloa</i> Koch	Oeste de Guatemala
<i>Furcraea guatemalensis</i> Trel	Este de Guatemala
<i>Furcraea gigantea</i> Seem	Costa Rica, Panamá, Honduras y el Salvador
<i>Furcraea cabuya</i> Trel. (<i>F. tuberosa</i> Seem.)	Costa Rica y Panamá

En México se encuentra el taxon *Furcraea bedinghausii* Koch (Rzedowski, 1985), y autores como Reiche (1926), Conzatti (1981), Good (1974), Sánchez (1968), Benitez (1986) y Galván (1988), citan la distribución de esta especie dentro de la cuenca de México en los estados de México, Hidalgo y el Distrito Federal (Figura 1).

Los tipos de vegetación en que se les ha reportado son: bosques de oyamel, encino y pino, en un intervalo altitudinal de 2650 a 3200 m (Galván, 1988). Reiche (1926) reporta a ésta especie al norte de la Cuenca de México a una altura de 2500 a 2900 m.

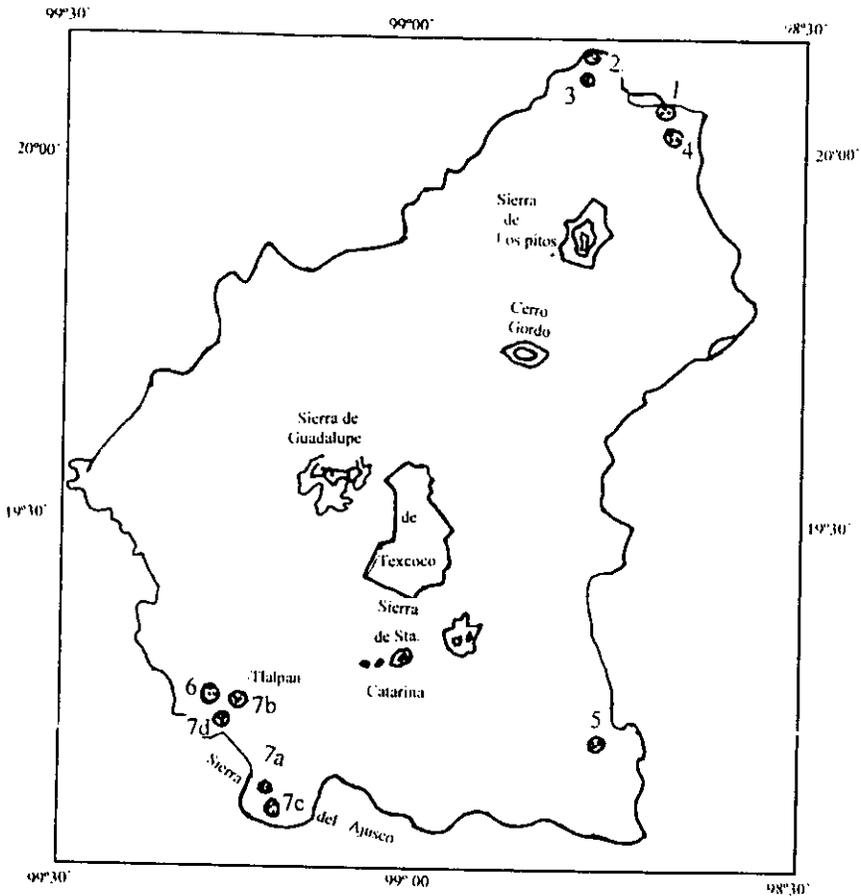


Figura 1. Distribución geográfica de *Furcraea bedinghausii* en la cuenca de México (Galvan, 1988).

Estado de Hidalgo: 1. Real del Monte, 2. Cerro de Tulancingo, 3. Parque el Chico.

Estado de México: 4. Epazoyucan, 5. Tlalmanalco.

Distrito Federal: 6. Contreras, 7. Tlalpan.

Sierra Chichinautzin: 7a. volcán El Guarda, 7b. Volcán Acopiaco, 7c. Volcán Pelado, 7d. Volcán Oyameyo.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACIÓN

El volcán Pelado se encuentra a 3550 m s.n.m. en la región central de la Cordillera Volcánica Transmexicana (CVT), en la Sierra Chichinautzin, en la Cuenca de México, a 33 km. al sur de la Ciudad de México en la delegación política de Tlalpan. Las coordenadas geográficas 19° 06'-19°12' latitud norte y 99° 12'-99°16' longitud oeste, ocupa una superficie aproximada de 4,800 ha (González, 1982) (Figura 2).

Se encuentra limitado al norte por los volcanes Mezontepec, Yololica y Ajusco; al sur por los volcanes Tepeyehualco, Raíces y Tesoyo; al este con el poblado de Parres y la carretera Federal México-Cuernavaca; al oeste con los volcanes Malacatepec, Tuxtepec y el poblado del Capulín.

3.2 TOPOGRAFÍA

La topografía del área de estudio, en general es bastante accidentada, el gradiente altitudinal del volcán va de los 3000 a los 3550 m. Existe una amplia base de lomerios de pendiente regular a moderada. Se presenta una gran cantidad de afloramientos de roca basáltica la cual constituye los derrames que fueron formados por la actividad volcánica y materiales

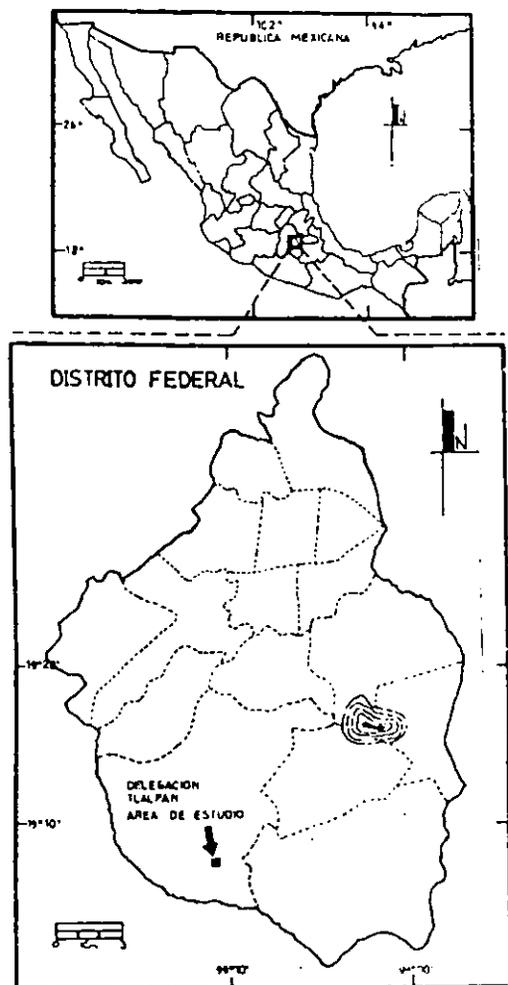


Figura 2. Distrito Federal, México. Localización del área de estudio (Gómez 1990).

tobaceos poco consolidados que se erosionan con mucha facilidad, que resulta en numerosas cañadas de diferentes profundidades (Rzedowski y Rzedowski, 1979). En la vertiente oeste a los 3350 m se encuentra un cono adventicio denominado volcán Texoxocol (Figura 3).

3.3 HIDROLOGÍA

El volcán Pelado forma parte de la línea de parteaguas que separa las Cuencas de México y del Balsas. Esta zona sigue los picos de los volcanes Cuatzin (3450 m), Tetzacoatl (3250 m), Piripitillo (3250 m), Chinguiriteria, La Comalera (3250 m), Chichinautzin (3400 m), El Guarda (3100 m), Acopiaxco (3300 m), Mezontepec (3450 m), Ajusco (3950 m) (Gonzalez, 1982).

El sistema hidrológico es de tipo radial, manifestándose durante la época de lluvia (abril- septiembre). No se observa la formación de cauces permanentes ni la retención de aguas en el terreno, debido al poder de infiltración. Sin embargo, esta área adquiere gran importancia como zona de recarga de los acuíferos subterráneos del sur de la ciudad de México (Cervantes, 1980; González, 1982).

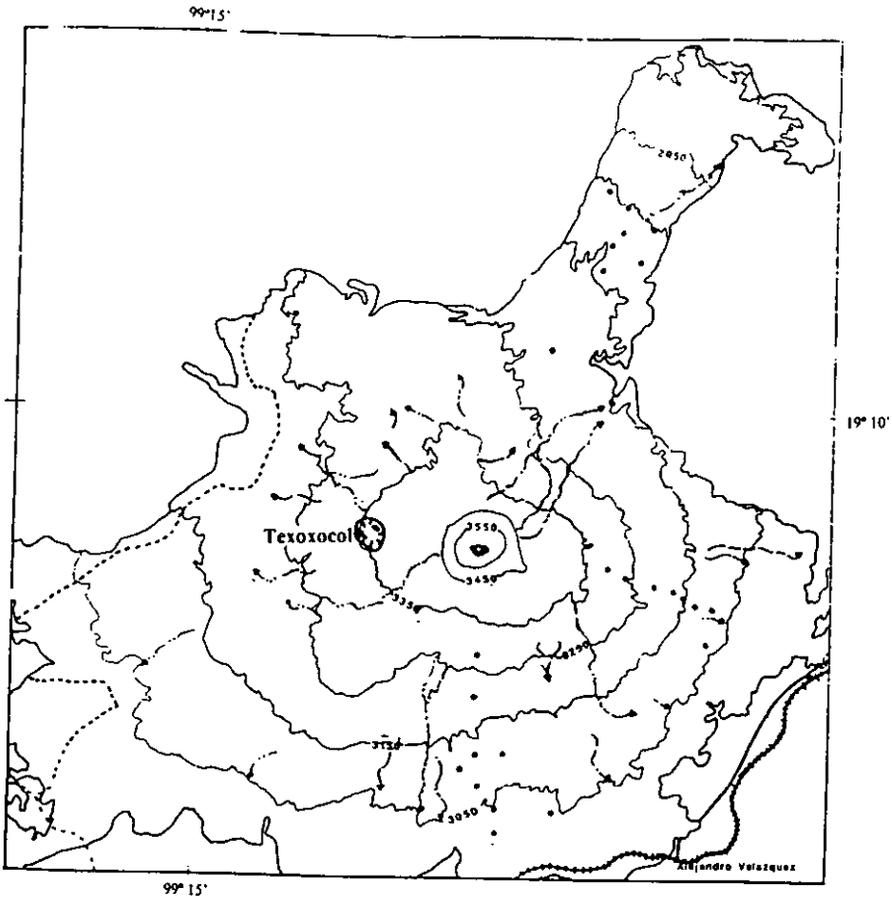


Figura 3. Carta topográfica del volcán Pelado México D.F. (Velázquez 1993). Localización de los sitios de muestreo (área de estudio).

Simbología:

- Localización de la comunidad
- ⊙ Depresión
- Equidistancia entre curvas de nivel 100 metros
- - - Vereda
- - -> Corriente que desaparece
- + + + + Ferrocarril

3.4 GEOLOGÍA

Las rocas del área de estudio corresponden a la formación Chichinautzin del Pleistoceno Superior (Rzedowski, 1978), caracterizada por rocas derivadas de derrames lávicos producto de actividad volcánica; los principales tipos geológicos pertenecen a la clasificación de andesitas y basaltos. Los depósitos piroclásticos de diversos tipos afloran en amplias superficies y frecuentemente se intercalan entre las rocas basálticas, el basalto cubre amplias extensiones en forma de lava no intemperizada (Martín, 1980).

El Pelado presenta un cono cinerítico que alcanza de los 3450 a 3550 m con pendiente de 25° (González, 1982). Existen varios derrames alrededor del cono, el más extenso tiene 6.5 m hacia el noroeste alcanzando hasta tres metros de espesor. Las lavas son tipo reticulares de color gris oscuro, están constituidas en bloques de 30 cm de diámetro, la fluidez y la extensión de estas lavas se debe principalmente a que están compuestas de olivino y augita (Martín, 1980).

Por encima de las lavas se encuentran varias secuencias de cenizas de 2 a 5 cm., una capa gris-negra gruesa cubierta por dos capas una de ceniza negra fina y otra de lapilli de color crema-naranja. Las lavas del Pelado cubren las cenizas del volcán Oyameyo y los derrames lavicos de los volcanes adyacentes Malacatepec, Mezontepec y Yololica, en el lado meridional llegan hasta la zona de los conos de los volcanes La Cima y Tepeyehualco (Martín, 1980).

3.5 EDAFOLOGÍA

Los suelos corresponden a Litosoles y Andosoles húmicos de textura media (CETENAL, 1976). Los Litosoles son suelos que constituyendo una masa perfectamente intemperizada con abundante roca fragmentada, presenta una delgada capa superficial de color oscuro, rica en materia orgánica y pobre en nutrientes (horizonte A umbrico). Generalmente el Litosol se encuentra sobre roca o tepetate previamente depositado, en pendientes abruptas no se acumula ningún material del suelo.

A diferencia del anterior, los Andosoles son suelos derivados de cenizas volcánicas recientes y ligeras, generalmente, son ricos en materia orgánica y vidrios volcánicos con horizonte A mólico, alta capacidad de retención de agua y nutrientes, con bastante susceptibles a la erosión. Por lo regular se encuentra en zonas planas y de poca pendiente (Ortiz-Villanueva, 1975).

La zona de estudio se caracteriza por tener suelos de color café grisáceo oscuro, de texturas franca y franco-arenosas con abundante pedregosidad superficial que descansan en general sobre roca basáltica, andesítica y riolítica (COCODA, 1984).

3.6 CLIMA

El clima del área según García (1981) corresponde al tipo C(w2)(w)(b')ig, templado semifrío el más húmedo de los templados, con lluvias en verano y cociente P/T mayor a 55; porcentaje de lluvia invernal menor a 5% del anual, con verano fresco largo. Temperatura media anual entre 5° y 11° C, temperatura media del mes más frío entre -4 y 18° C; con poca oscilación térmica (entre 5 y 7° C).

La estación meteorológica más cercana al volcán el Pelado es “El Guarda” (3000 m s.n.m.) donde se registra una temperatura promedio anual de 9°C. La temperatura promedio mensual más alta se presenta en los meses de mayo y agosto (14.4 a 15 °C). Los meses más fríos corresponden a enero y febrero (2 a 5 °C). Los meses de junio a agosto corresponden a los meses más lluviosos: en mayo se observa una precipitación pluvial de 96 a 243 mm. Los meses más secos corresponden a noviembre y diciembre (9 mm en promedio) en diciembre la precipitación es de 7.7 mm en promedio, en los meses restantes oscila de 11 a 50 mm. El mayor número de días con heladas se presentan en diciembre. De junio a septiembre se presenta el mayor número de días con neblina. No se registran granizadas, nevadas o tempestades eléctricas (Figura 4) (Apéndice 9.1).

En la zona del volcán se pueden distinguir tres isotermas anuales: una de 9°C, aproximadamente a los 3000 m, otra de 8° C a los 3250 m y la tercera de 7° C, a los 3600 m (Sandoval, 1989).

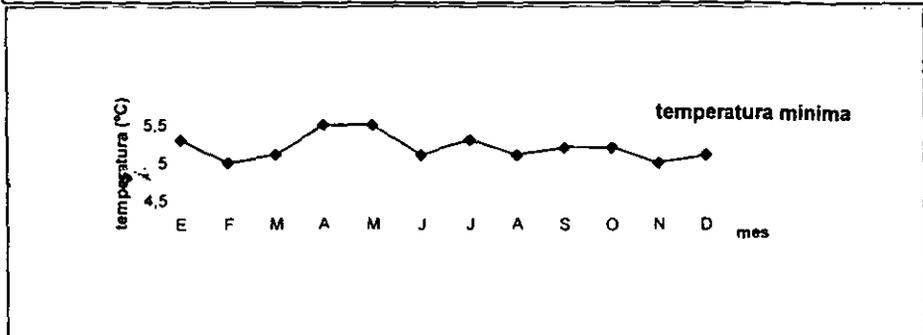
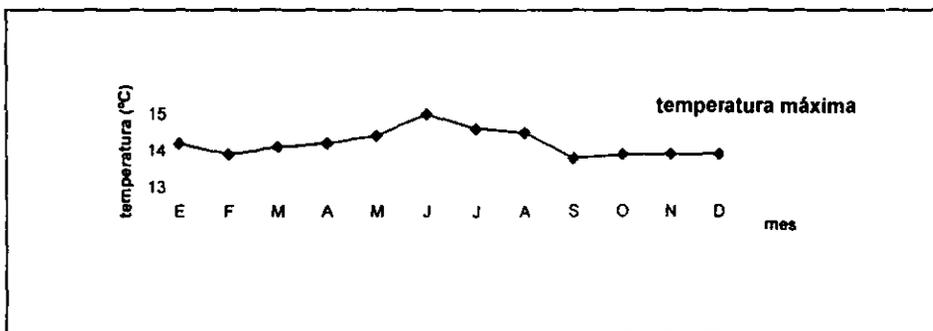
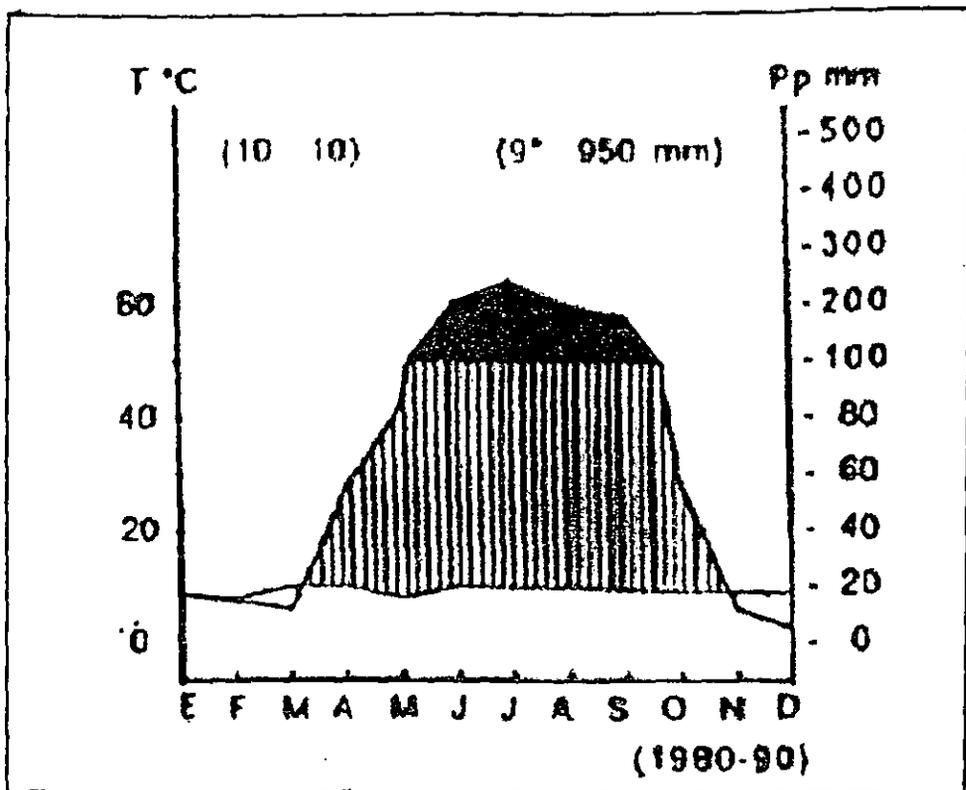


Figura 4. Temperaturas y climograma de la Estación Meteorológica "El Guarda" México D.F. (Velázquez 1993).

3.7 VEGETACIÓN

La zona de estudio se caracteriza por presentar bosques de coníferas resistentes a fuertes heladas y sequías, que por lo común se encuentran entre los 2400 m y 3600 m de altitud (Rzedowski, 1978).

Según la carta de vegetación y uso de suelo CETENAL 1983, la vegetación corresponde en el interior del cráter a pastizal inducido, en las laderas del volcán corresponde a bosque natural de coníferas (*Pinus - Abies*). En el volcán adyacente Texoxocol (oeste) se presenta bosque de *Abies*. En la vertiente norte se reporta bosque de latifoliadas (*Quercus*), al sureste del cráter existen pequeñas áreas de bosques de Aile (*Alnus spp.*). En la vertiente noreste donde el bosque ha sido perturbado, presentándose vegetación secundaria como pastizal inducido y matorral inerme. En la base del volcán se reportan cultivos de temporal.

Campos *et. al.*, (1987) registra cinco asociaciones vegetales: *Senecio spp.*, *Abietum religiosa*, *Alneto firmilolia-Muhlenbergietum macroura*, *Calamagrostietum* y *Fourcraetium*.

Sandoval (1989), encontró cuatro comunidades características en la ladera oeste del volcán Pelado: *Festuca rosei/F. toluensis-Muhlenbergia nigra*, *Pinus hartwegii*, *Calamagrostis toluensis* y *Muhlenbergia nigra* y *Pinus hartwegii-Alnus firmifolia*.

Velázquez (1993), define para el volcán Pelado 13 comunidades de vegetación natural y 3 de vegetación artificial las cuales se agrupan en 6 tipos fisonómicos principales: bosque de oyamel (*Abies religiosa*), bosque de Pino (*Pinus hartwegii*), pastizal subalpino amacollado (*Festuca tolucensis*), bosque mixto con pastizal subalpino (*Muhlenbergia-Alnus firmifolia*), pradera (*Stipa ichu-Potentilla candicans*) y la comunidad de *Furcraea bendinghausii*. Finalmente vegetación seminatural: *Avena sativa*, *Zea mays* y *Opuntia streptacantha*.

4. MÉTODO

Con base en los criterios de la escuela fitosociológica Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1932; Mueller Dombois *et al.*, 1974) adaptados para las montañas tropicales (Van der Hammen *et al.*, 1984). Se efectuaron 25 levantamientos de vegetación como unidades de muestreo con una superficie preestablecida de 150 m (10x15) mediante 8 muestreos para cada vertiente, durante la época de secas y lluvias. La selección de los sitios de muestreo se realizó en zonas donde la especie *Furcraea bedinghausii* se agrupa formando comunidades y en forma preferencial de acuerdo a los criterios de homogeneidad fisonómica y florística tomando en cuenta el menor grado de perturbación de vegetación basado en la ausencia de quema y basura (Figura 3).

El área de muestreo se establece a partir de un reconocimiento de campo preliminar de la superficie de los individuos donde *Furcraea bedinghausii* se agrupa, obteniendo la moda estadística de 150 m. Comprobando el área mínima para la comunidad por la curva de especies-acumuladas área-acumulada (Matteuchi y Colma 1982), la inflexión de la curva se presenta con área acumulada de 1950 m con 56 especies indicando que el número de muestreos fue adecuado (Figura 5).

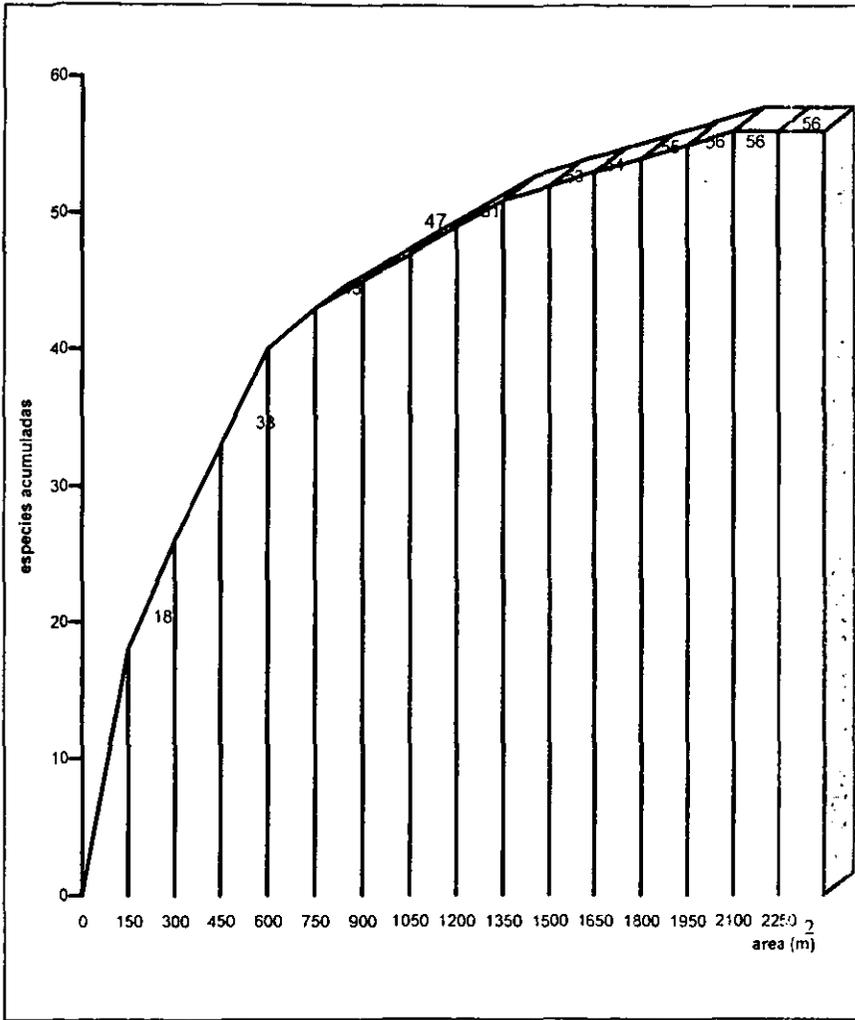


Figura 5. Area mínima de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado México D.F.
 En un area de 2100 m la gráfica se estabiliza con 56 especies acumuladas.

En cada sitio de muestreo se registró lo siguiente:

Datos generales: localización, altitud, exposición y pendiente para cada levantamiento de vegetación.

Composición florística y fisonómica: se llevó a cabo un inventario completo de plantas vasculares y briofitas enraizadas dentro del levantamiento de vegetación. Se estimó el porcentaje (%) de cobertura por estrato y para cada especie con relación a la superficie del área de muestreo, que mediante repeticiones y observaciones en conjunto atenuaron el posible error en la medición. En el estrato rasante se estimó por separado la cobertura (%) de musgos así como en el estrato herbáceo las gramíneas y otras hierbas. Para cada especie se considero su estrato y forma de vida según Raunkiaer, (1934), registrando forma de crecimiento (Braun Blanquet, 1932). Para la descripción florística y fisonómica se realizaron gráficas de las formas de vida por presencia de especie y el porcentaje de cobertura de las formas de vida (Apéndice 9.5).

Diversidad: considerada como el número de especies (riqueza) y la abundancia derivada de cálculos de cobertura (Shimwell, 1971), se gráfico intervalos de cobertura de *Furcraea bedinghausii* con relación al número de especies.

Estructura de *Furcraea bedinghausii*: se registró el perímetro a la altura del pecho (PAP) y altura total de *Furcraea bedinghausii* con un muestreo para 250 individuos, obteniendo las gráficas de composición de clases de alturas y diámetros promedio frecuentes en la población, proporcionando información acerca de la estructura y regeneración de la especie directriz de la comunidad. Así como también se esquematizó perfiles diagramáticos de la vegetación desde un punto de vista horizontal y vertical en cada sitio de muestreo.

Los ejemplares botánicos: se determinaron según Rzedowski y Rzedowski, (1979, 1985 y 1990). El material botánico se depositó en la colección del Laboratorio de Biogeografía y Sinecología de la Facultad de Ciencias, UNAM así como también algunos ejemplares en el herbario de la ENEP Iztacala.

Análisis del suelo: Se registró el porcentaje de suelo desnudo, roca y la profundidad del suelo, colectando una muestra en cada levantamiento a una profundidad promedio de 10 cm a partir del material orgánico no descompuesto. Se analizaron un total de 20 muestras, siguiendo los métodos de análisis físico-químicos de suelos, realizando las siguientes determinaciones: color seco y húmedo por comparación en la escala de Munsell, pH relación 1:2.5 KCl, porcentaje de materia orgánica y alofano (Apendice 9.2).

Elaboración de la tabla fitosociológica: a partir de los datos obtenidos en el muestreo, se elaboró una tabla fitosociológica clasificando las especies de los muestreos de acuerdo a las similitudes en sus coberturas, obteniendo una tabla diferenciada, donde se distinguen grupos asociados excluyentes con especies diagnosticas tentativas (tabla 1), complementariamente se aplicó el índice de similitud de Jaccard (Apendice 9.3).

Se calculo el índice de similitud de Jaccard, para comparar diferenciando los muestreos, mediante la relación del porcentaje del número de especies que se presentan en ambas muestras dividido entre la suma del número de especies para las muestras 1 y 2 mas el número de especies que se presentan en ambas muestras.

5. RESULTADOS

Considerando los valores de cobertura para las especies y su composición florística de los sitios de muestreo en la tabla fitosociológica del Volcán Pelado D.F., se puede distinguir la presencia de *Furcraea bedinghausii* como vegetación azonal, se presenta sobre suelos rocosos y claros del bosque formando comunidades donde la especie es abundante, en un intervalo altitudinal de 3020 a 3330 en exposición norte, sur y este del volcán Pelado D.F. La comunidad característica es *Furcraea bedinghausii* – *Muhlenbergia macroura* la cual se caracteriza con la presencia de tres subcomunidades bien definidas: 1.1 *Furcraea bedinghausii-Trisetum virletti*, 1.2 *Furcraea bedinghausii-Aegopogon cenchrroides* y 1.3 *Furcraea bedinghausii-Solanum cervantesii* (Tabla 1).

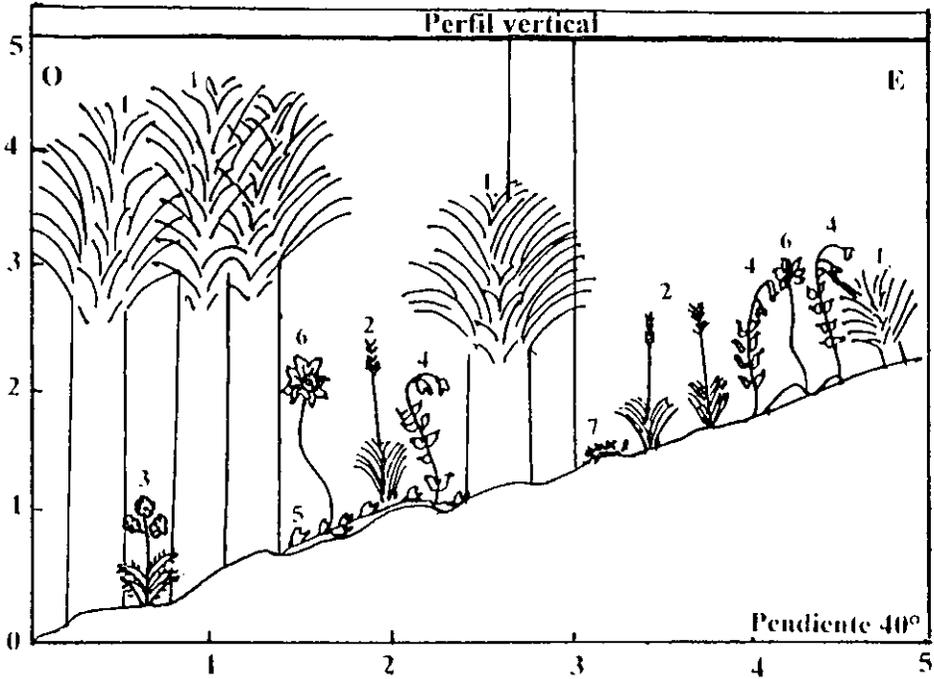
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD: *Furcraea bedinghausii-Muhlenbergia macroura* (3020-3330 m s.n.m.)

Fisonomía: es una comunidad semiabierta, la especie dominante es *Furcraea bendighausii* con una cobertura promedio de 50 %, sus individuos jóvenes alcanzan una altura entre 0.75 a 1.50 m y los individuos adultos con una altura de 2 a 8 m, sus troncos son rectos con un perímetro a la altura del pecho de 98 cm en promedio, sus hojas están dispuestas en forma de roseta, son semicarnosas y angostas de 30 a 60 cm de longitud.

Esta especie florece de febrero a abril, con flores dispuestas en panículas de color blanco a cremoso. Las formas de vida por porcentaje de cobertura de la comunidad se caracteriza por fanerófitos 55 % dentro del cual se encuentra clasificada *Furcraea bedinghausii*, camefitos 10 %, geófitos 1 %, hemicriptófitos 23 % (*Muhlenbergia macroura*) y terofitos 16 % (Figura 6,7).

Furcraea bedinghausii como parte del estrato arboreo representa el 50 %. El estrato arbustivo de hasta 5 m de altura esta representado por las especies *Sinphorocarpus microphyllus* y *Senecio cinerarioides* con 11 % de cobertura. El estrato herbáceo alcanza una altura de 1.50 m, el cual esta fuertemente desarrollado, cubriendo en promedio de 70 % del terreno, distribuidas entre gramíneas y otras hierbas. El estrato rasante de menos de 5 cm de altura con una cobertura promedio de 14 %, las especies más frecuentes de este estrato son *Alchemilla procumbens* y *Arenaria lycopodioides* (Figura 8).

En cuanto a las formas de crecimiento se encontraron bien representadas las erectas (68%), y las postradas (17 %), continuándoles los macollos (4 %) y cojines (3 %) estos últimos representados por *Bryum argenteum* y *Marchantia sp* presentes en las áreas más húmedas. Las rosetas con cobertura promedio de 8 % caracterizada por *Echeveria mucronata* (Figura 9).



- 1. *Furcraea bedinghausii*
- 2. *Muhlenbergia macroura*
- 3. *Eringium columnare*
- 4. *Salvia elegans*

- 5. *Sicyos deppeii*
- 6. *Dahlia scapigera*
- 7. *Alchemilla procumbens*

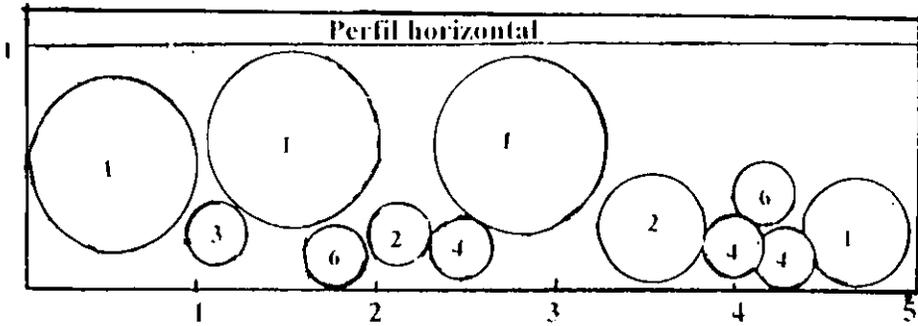
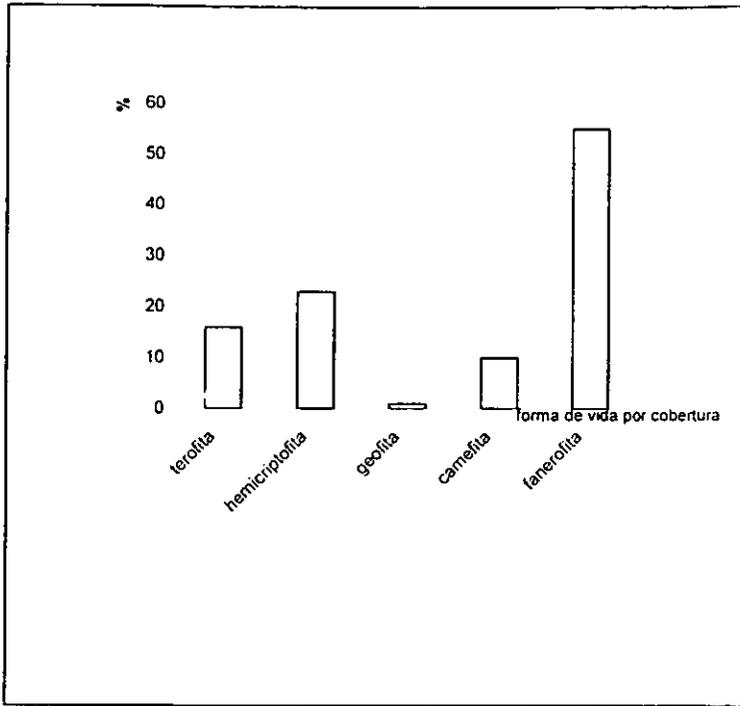


Figura 6. Perfil esquemático de la fisonomía de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*.



Forma de vida	cobertura	No de especies
terofita	16	20
hemicriptofita	23	11
geofita	1	7
camefita	10	23
fanerofita	55	4

Figura 7. Porcentaje de coberturas de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* ocupados por cada uno de las formas de vida (Raunkier 1934).

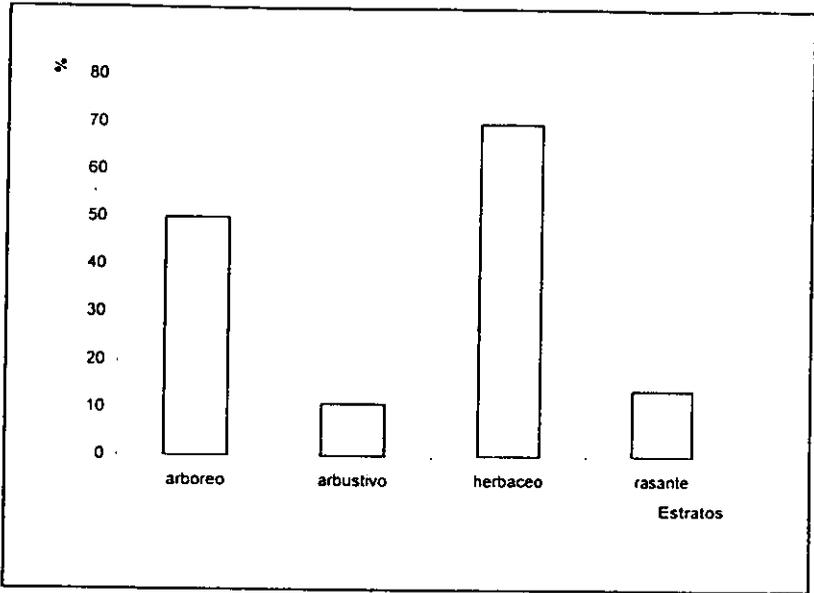


Figura 8. Presencia de los diferentes estratos de la comunidad *Furcraea bedinghausii* - *Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

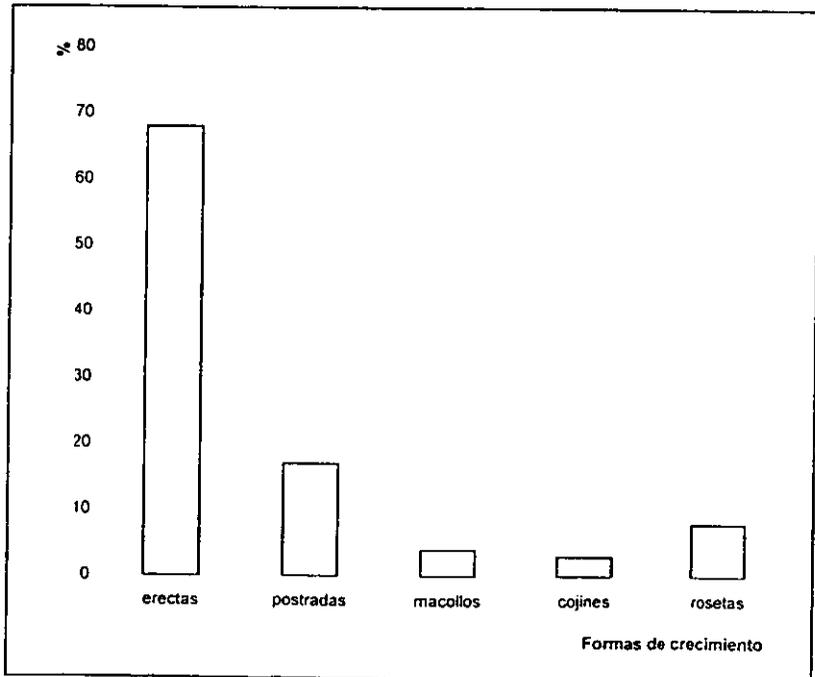


Figura 9. Porcentaje de formas de crecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*-*Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Las formas de vida de la comunidad por presencia de especies son: fanérofitos 5 %, hemicriptófitos con 16 %, terofitos con 31 % y caméfitos con 39 % en promedio, continuándoles los geófitos con el 8 % (Figura 10).

Composición florística: Se presentan 107 especies (riqueza) cuando la roca cubre de 6 a 17 % del terreno y el menor número de especies en el intervalo de 54 a 65 % de roca. La especie característica es *Furcraea bedinghausii* y como especie codominante esta *Muhlenbergia macroura* con un intervalo de cobertura de 2 a 40 % perteneciente al estrato herbáceo. *Muhlenbergia macroura*. Con menor presencia y con alto porcentaje de cobertura se encuentran: *Sicyos deppei*, *Dahlia scapigera* y *Alchemilla procumbens*. En esta comunidad se presentaron 19 especies acompañantes y 6 especies raras. Las especies exclusivas son *Salvia elegans*, *Eryngium columnare* y *Villadia batesii*, especie localizada sobre la roca basáltica. Los musgos que se presentan sobre rocas, troncos y algunos que afloran en la superficie del suelo son: *Bryum argentum* y *Grimmia spp.* En tiempo de lluvias se presenta *Marchantia sp*, *Trisetum virletti*, *Oenothera purpusii*, *Piperomia camopilotropa*, *Calea scabra*, *Trifolium amabile*, *Oxalis alpina*, *Comelina alpenstris*, *Tajetes coronifolia*, y *Piptochaetum fimbriatum* y *Sicyos deppeii* esta última es una especie característica de áreas perturbadas (Tabla 1).

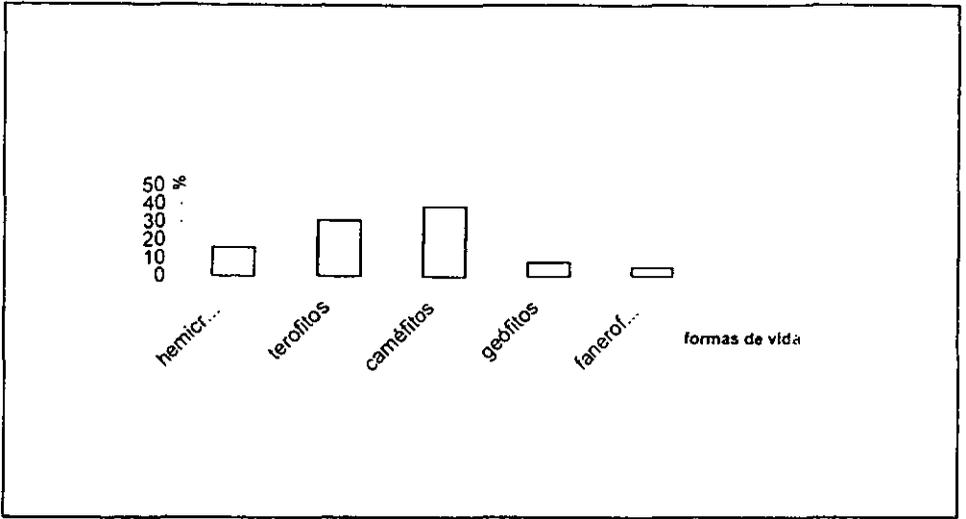


Figura 10. Porcentaje de formas de vida por especie en la comunidad de *Furcraea bedinghausii-Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

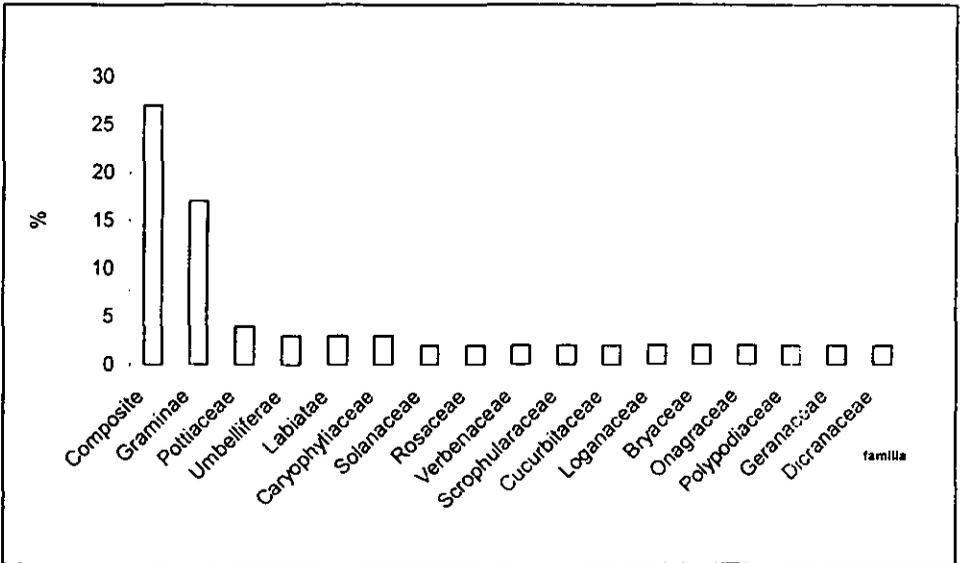


Figura 11. Representación de las familias expresado en % en la comunidad de *Furcraea bedinghausii-Muhlenbergia macroura* en el volcán Pelado, México D.F.

Se registro un total de 97, especies agrupadas en 73 géneros y 27 familias, con un porcentaje para Compositae de 27% y Graminae del 17%, para la familia Pottiaceae del 4%. Para las familias Umbelliferae, Labiatae, Caryophyllaceae 3%, para Solanaceae, Rosaceae, Verbenaceae, Scrophularaceae, Cucurbitaceae, Loganaceae, Bryaceae, Onagraceae, Polypodiaceae, Geraneaceae, Dicranaceae el 2 % del total registrado (Figura 11).

Datos ambientales: no existe una distribución altitudinal típica para la comunidad, sin embargo, la mayor riqueza florística se presentó en la altitud de 3000 a 3100 m s.n.m. (127 especies), presentando una disminución en el número de especies al aumentar la altitud (Figura 12), con respecto al pH del suelo la riqueza florística se presenta en el intervalo de 5.8 a 6.0 (90 especies) y con menor número de especies en el intervalo de 7.0 a 7.2 (24 especies) (Figura 13). Esta comunidad se presenta generalmente en sitios rocosos, y con pendientes pronunciadas de 36° a 45° (Figura 14). La especie *Furcraea bedinghausii* se presenta con el mayor número de individuos en la vertiente norte continuándole la vertiente este y sur (Figura 15).

La roca cubre el 25 % en promedio de la comunidad, el suelo de tipo litosol, con profundidad de 10 cm y materia orgánica de 7 % en promedio, el color del suelo no presenta cambio de seco a húmedo (cafe-oscuro-negro). El porcentaje de hojarasca es variable (0 a 90 %) y no sufre descomposición superficial. El Clima es templado frío con temperatura media anual de 9.5 °C y con una precipitación pluvial de 96 a 243 mm.

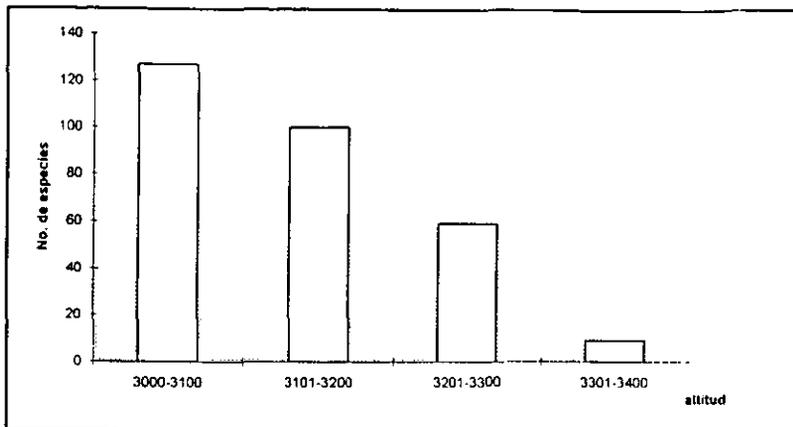


Figura 12. Relación del número de especies en función de la altitud en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

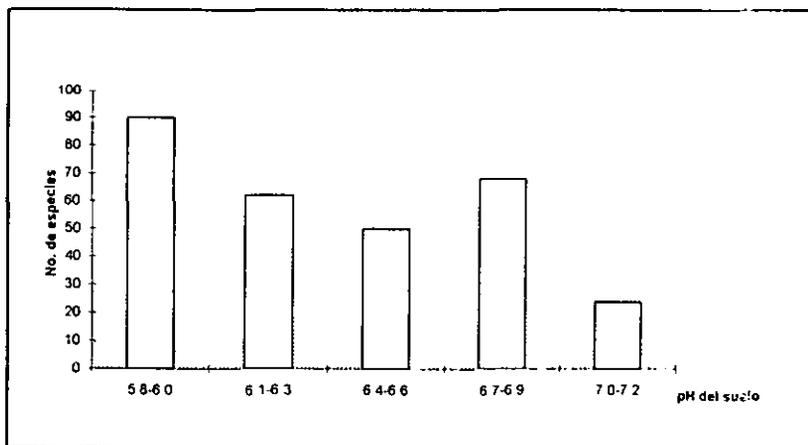


Figura 13. Relación del número de especies con el Ph del suelo en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

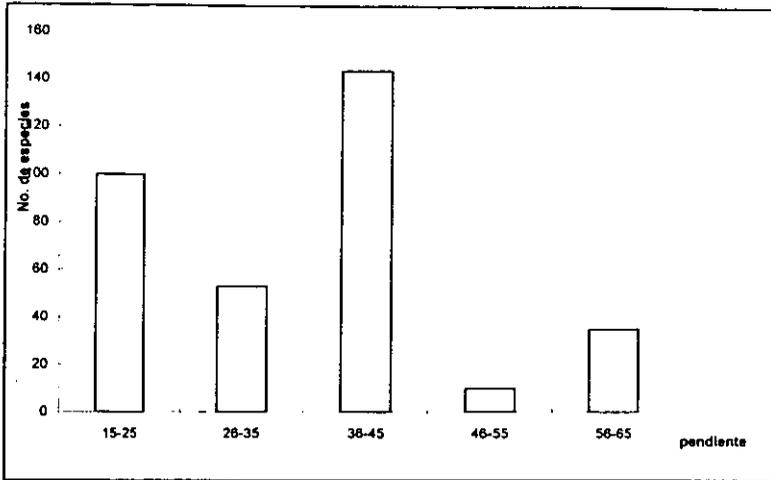


Figura 14. Relación de especies con la pendiente en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

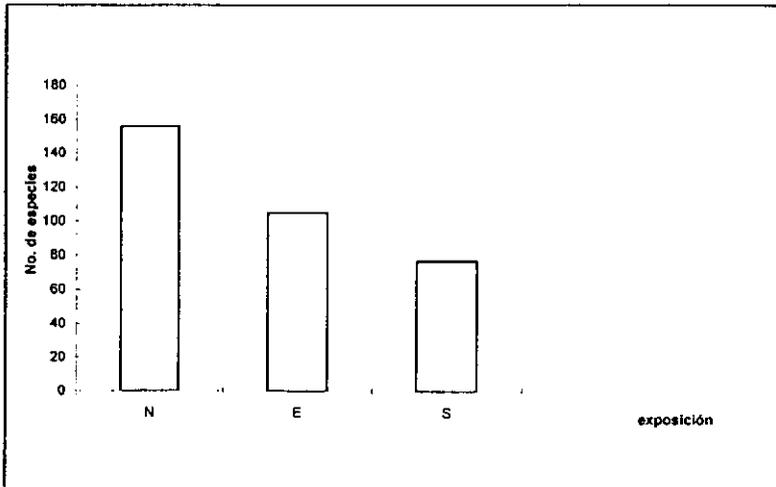


Figura 15. Relación de especies con la exposición en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

El sustrato rocoso no es una condición ambiental indispensable para el establecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*, sin embargo es un factor importante, debido a que el mayor porcentaje de cobertura (abundancia) de *Furcraea bedinghausii* se presentó cuando la roca se encontraba cubriendo de 18 a 29 % del área de muestreo.

Esta comunidad se encuentra perturbada por la existencia de asentamiento humanos alrededor del volcán, que han llevado a que los habitantes efectúen actividades de pastoreo y agricultura. Los poblados de influencia directa son: Parres, Fierro del Toro, El Capulín, Las Cocinas, Jarras Verdes. Entre los problemas más graves que ocasionan son la tala, el pastoreo de vacas y borregos, la quema continua empobrece al suelo y destruye los bulbilos vegetativos de *Furcraea bedinghausii*, por consiguiente la regeneración natural rápida de la comunidad *Furcraea bedinghausii*. Además, se observa un incremento de áreas de cultivos agrícolas alrededor del derrame y aún dentro de zonas boscosas del volcán como depósitos irregulares de basura, gran cantidad de caminos y brechas, así como frecuentes visitas de cazadores furtivos.

Estructura de la población de *Furcraea bedinghausii*: sobre la base de las gráficas de diámetros, altura total de *Furcraea bedinghausii* y observaciones de campo se considera a los individuos jóvenes con un diámetro de 0.15 a 0.20 cm con presencia de 42 %, altura de 2 a 3 m con presencia de 13 %, a los individuos adultos en el intervalo de 0.22 a 0.32 cm de diámetro con una presencia de hasta 50 % y con una altura de 4 a 5 m con presencia de 45 %.

Por último se presenta un descenso en los individuos más viejos con diámetro de 0.35 a 0.40 cm 15 % de presencia y de 6 a 8 m de altura con un 12 % de presencia. Esto nos indica una comunidad estable y bien representada por individuos jóvenes, adultos, viejos y con presencia de regeneración. (Cuadro 3) (Figura 16, 17).

Cuadro 3. Presencia del diámetro y la altura de la especie *Furcraea bedinghausii*

Individuo	Diámetro (cm)	Presencia (%)	Altura (m)	Presencia (%)
Jóvenes	0.15-0.20	42	2-3	13
Adultos	0.22-0.32	50	4-5	45
Viejos	0.35-0.40	15	6-8	12

Diversidad: La diversidad se presenta con el mayor número de especies (riqueza) cuando *Furcraea bedinghausii* tiene una cobertura que va de 21 a 40 % (172 especies), y en el intervalo de 41 a 80 %, las especies se presentan en una proporción más baja, con un promedio de 40 especies (Figura 18) (Apéndice 9.4)

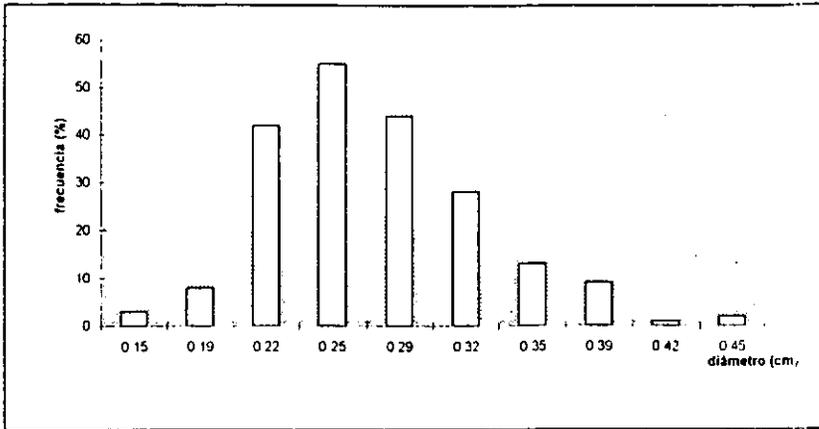


Figura 16. Intervalos de frecuencia en % de los diámetros del fuste de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

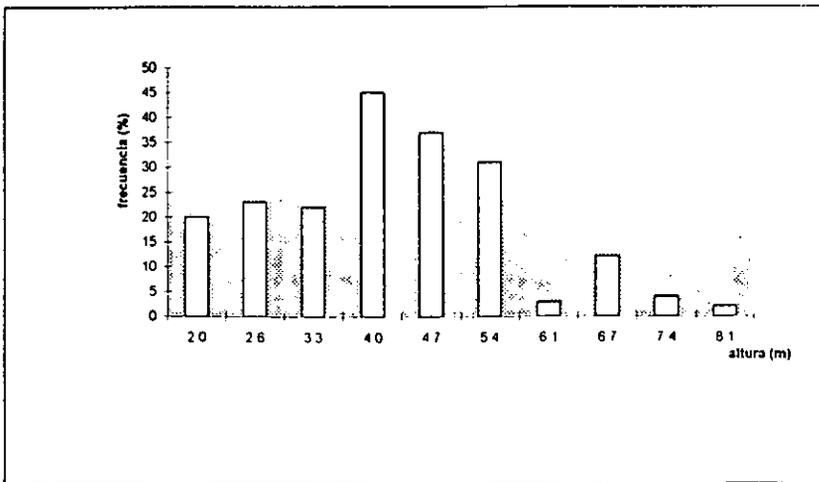


Figura 17. Intervalo de frecuencias de alturas en % de *Furcraea bedinghausii* en el volcán Pelado, México D.F.

Cuadro 4. Relación del No. de especies y la cobertura de *Furcraea bedinghausii*

No. de especies (riqueza)	cobertura (%) de <u>Furcraea bedinghausii</u>
6	21-41
8	41-50
6	51-60
2	61-70
3	71-80

Distribución geográfica: En el volcán Pelado, se presenta la especie *Furcraea bedinghausii*, como parte de la vegetación azonal en suelos rocosos y claros del bosque de *Pinus-Alnus*, formando comunidades en donde la especie es abundante, en un intervalo latitudinal de 3020 y 3330 m, en exposiciones norte, sur y este de dicho volcán. En la vertiente norte a los 19° 11' lat. N 99° 08' long O, en la vertiente sur a los 19° 07' lat. N 99° 08' long O y en la vertiente este a los 19° 12' lat N 99° 08' long O. En la vertiente oeste no se presentaron comunidades de *Furcraea bendighausii*. Fuera del Valle de México se ha reportado en altitudes de 2650-3200 m. En localidades de los estados de Hidalgo y México, entre bosques de encino, pino y oyamel y en bosques mixtos (Rzedowski, 1985). (Figura 3)

5.2. DESCRIPCIÓN DE SUBCOMUNIDADES:

5.2.1 *Furcraea bedinghausii-Trisetum virletti* (3020-3270 m s.n.m.)

Fisonomía: la superficie de la vegetación de 80 a 100% de cobertura. el estrato rasante con una cobertura de 2% del terreno, el estrato herbáceo se desarrolla preferentemente en las áreas protegidas por las rocas con una cobertura de 3 a 50 % entre gramíneas y otras hierbas. El estrato arbustivo esta poco representado con especies como *Senecio cinerarioides* y *Sinphorocarpus microphyllus*.

Sus formas de vida son terófitos con 37 %, caméfitos con 32 %, geófitos 12 %, hemicriptófitos 7 % y fanerófitos 10 % (Figura 19).

Composición florística: *Furcraea bedinghausii* con una cobertura de 30 a 80 %. Las especies diferenciales son: *Trisetum virletti* y *Marchantia sp.* Las especies exclusivas son *Salvia fulgens*, *Rubus sp.* y *Verbesina oncophora*. En el estrato rasante se encuentra un musgo de la familia Pottiaceae. Así como *Alchemilla procumbens* y *Peperomia campilotropa*. Esta subcomunidad comprende 24 especies acompañantes y 6 especies raras.

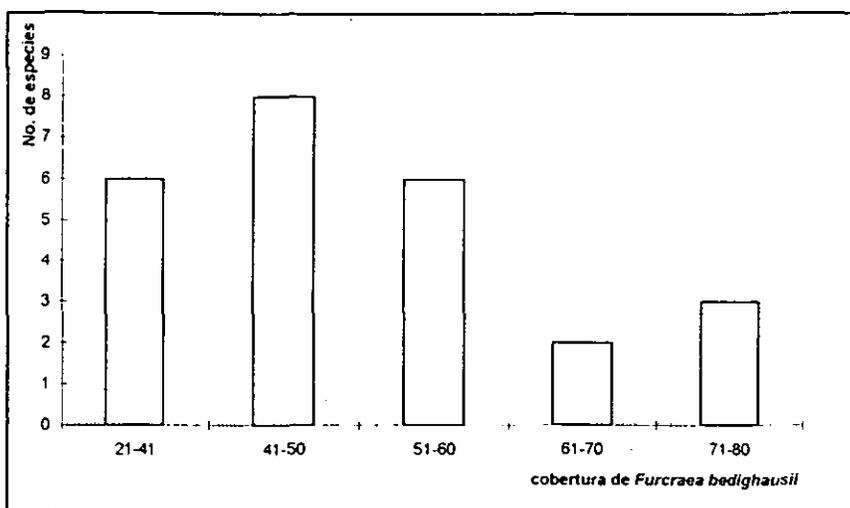


Figura 18. Relación del número de especies y la cobertura de *Furcraea bedinghausii*

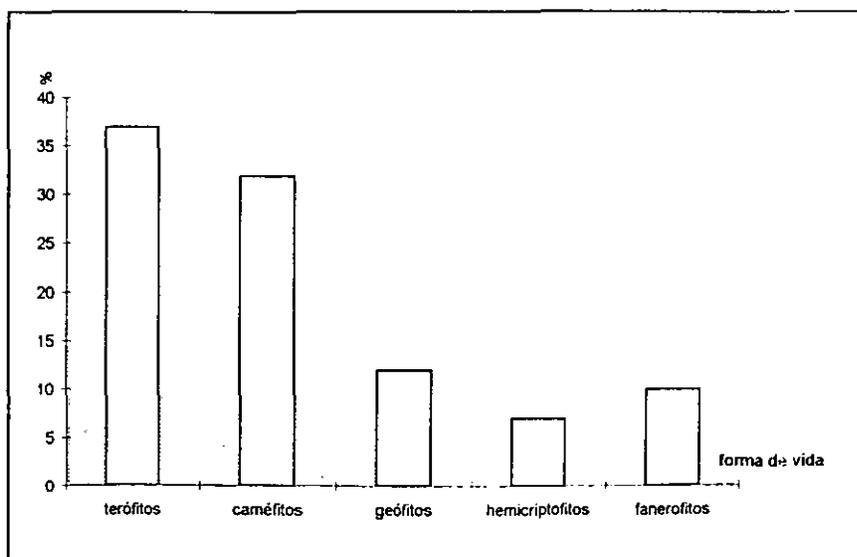


Figura 19. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad de *Furcraea bedinghausii-trisetum virletii* en el volcán Pelado, México D.F.

Datos ambientales: está subcomunidad se localiza en las vertientes, sur, este y norte del volcán, se presenta entre los 3020 a los 3270 m, con 1 % de suelo expuesto, con presencia de roca de 15 a 60 % y piedras de 3 a 15 %.

El suelo tiene una profundidad promedio de 10 cm, con un pH que va de 5.9 a 7.2, materia orgánica de 6.4 a 13.2 con presencia variable de hojarasca (1 a 95 %).

5.2.2 *Furcraea bedinghausii*-*Aegopogon cenchroides* (3050-3110m s.n.m.)

Fisonomía: superficie con vegetación 60 %. *Furcraea bedinghausii* tiene una cobertura promedio de 30 % del terreno. Se presentó un estrato rasante con una cobertura de 2 %. El estrato herbáceo se desarrolla preferentemente en las áreas protegidas por las rocas con una cobertura promedio de 50 %, distribuidas entre las gramíneas y otras hierbas. No se presenta estrato arbustivo. Las formas de vida presentes en esta subcomunidad son: los terofitos con un 37 %, camefitos con 34 % los geofitos con el 13 % hemiscriptófitos 10 %. *Furcraea bedinghausii* representa las fanerófitas con 6.5 % de cobertura en promedio (Figura 20).

Composición florística Las especies diferenciales son: *Aegopogon cenchroides* y *Eupatorium prunallaefolium*, además las especies exclusivas son: *Castilleja arvensis*, y *Muhlenbergia robusta*, de las rasantes se presentó *Arenaria lycopodioides*, *Alchemilla pringlei*, *Trifolium amabile*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Bryum argenteum*. Este grupo comprende 15 especies acompañantes y 8 especies raras.

Datos ambientales: esta subcomunidad, se localiza en las partes bajas del volcán entre los 3050 y 3110 m principalmente en la vertiente norte. Con pendientes promedio de 40° y con un 13% de suelo desnudo, inclinaciones de 40° a 45°, con un promedio de 20 % de roca, existiendo zonas donde se acumula suelo de material fino con un pH de 6 a 7, profundidad de 10 cm, materia orgánica de 5.6 (Apéndice 9.2).

5.2.3 *Furcraea bedinghausii*- *Solanum cervantesii* (3020- 3330 m s.n.m.)

Fisonomía: La superficie con vegetación cubre un 95 % del terreno. *Furcraea bedinghausii* presenta en promedio el 50 % de cobertura. El estrato rasante con una cobertura de 9 %. El estrato herbáceo con una cobertura promedio de 60 % entre gramíneas y otras hierbas. En el estrato arbustivo solo se presenta *Senecio cinerarioides* con cobertura de 8 %. Las formas de vida presentes los terófitos 29 %, caméfitos 29 %, hemicriptófitos 21 %, geófitos 11 % y fanerófitos 8 % (Figura 21).

Composición florística: Las especies diferenciales son *Solanum cervantesii*, *Conyza canadensis*. Las especies exclusivas son: *Physalis stapelioides*, *Peristchia aff koclroides*, *Bromus mexicana* y *Calamagrostis sp.* y *Senecio cinerarioides* con 8 %. Esta agrupación comprende 13 especies acompañantes entre las que se encuentra con mayor frecuencia *Penstemon campanulatus* y 6 especies raras.

Datos ambientales: esta subcomunidad se presentó principalmente en la vertiente sur y este, entre los 3020 a 3330 m s.n.m. con hojarasca 20 %, el suelo con una profundidad de 10 cm, pH 6.5, materia orgánica 6.4, suelo expuesto 1 % con un 25 % de roca en promedio, inclinaciones de 19° a 50°.

Cuadro 5. Porcentaje de coberturas de las subcomunidades para cada una de las formas de vida.

Subcomunidad	Fa	Ca	He	Ge	Te
<u>Furcraea bedinghausii-Trisetum virletti</u>	55	7	17	1	20
<u>Furcraea bedinghausii-Aegopogon cenchroides</u>	31	12	39	2	15
<u>Furcraea bedinghausii- Solanum cervantesii</u>	32	39	20	1	7

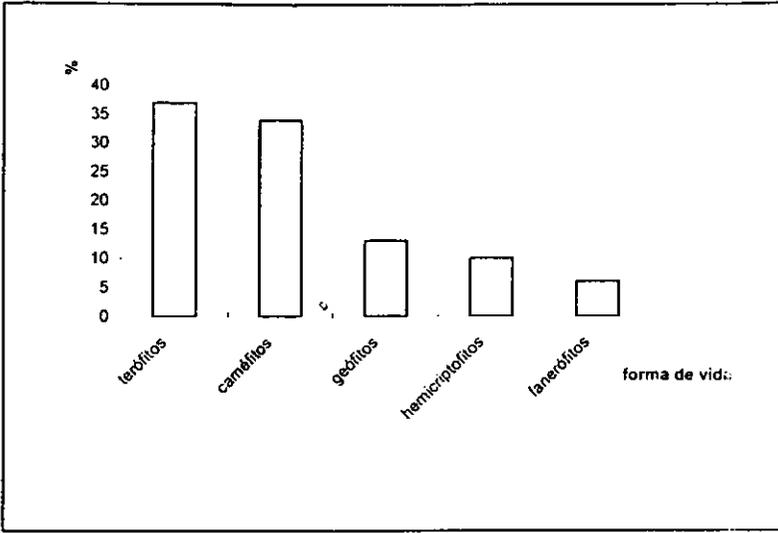


Figura 20. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad *Furcraea bedinghausii*-*Aegopogon cenchroides* en el volcán Pelado, Mexico D.F.

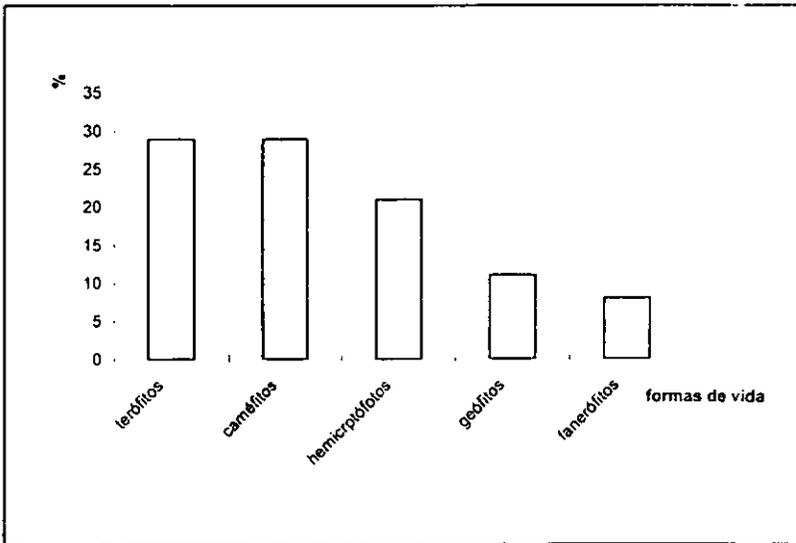


Figura 21. Porcentaje de formas de vida de la subcomunidad de *Furcraea bedinghausii* y *Solanum cervantesii* en el volcán Pelado, México D.F.

6. CONCLUSIONES

Se presenta la especie *Furcraea bedinghausii* como parte de la vegetación azonal en el volcán Pelado, México D.F., localizada sobre sustratos rocosos y claros del bosque. Se presenta principalmente en el intervalo altitudinal de 3020 a 3330 m s.n.m. sin una distribución altitudinal típica, en las exposiciones norte, sur y este del volcán, formando comunidades en donde los individuos son numerosos. En la ladera oeste solo se presenta individuos aislados.

La comunidad característica que se identificó es: *Furcraea bedinghausii-Muhlenbergia macroura* con tres subcomunidades bien definidas nombradas por sus especies dominantes: 5.1.1 *Furcraea bedinghausii-Trisetum virletii*, 5.1.2 *Furcraea bedinghausii-Aegopogon cenchroides* y 5.1.3 *Furcraea bedinghausii-Solanum cervantesii*.

Para la comunidad de *Furcraea bedinghausii-Muhlenbergia macroura*, se registró un total de 97, especies agrupadas en 73 géneros y 27 familias, con un porcentaje para Compositae de 27% y Graminae del 17%, para la familia Pottiaceae del 4%. Para las familias Umbelliferae, Labiatae, Caryophyllaceae 3%, para Solanaceae, Rosaceae, Verbenaceae, Scrophularaceae, Cucurbitaceae, Loganaceae, Bryaceae, Onagraceae, Polypodiaceae, Geraneaceae, Dicrotiaceae el 2 % del total registrado.

La comunidad esta formada principalmente por especies distribuidas en zonas de clima templado húmedo, sin embargo, presenta especies que se localizan generalmente en climas cálidos y sobre rocas como: *Eryngium columnare*, *Villadia batesii*, *Echeveria mucronata*. En la época de lluvias estan: *Trisetum virletti*, *Marchantia sp*, y algunos musgos de la familia Pottiaceae. Existen hierbas anuales como: *Eupatorium prunallaefolium* y perenes como las gramíneas. Entre las especies que se han registrado en áreas perturbadas son: *Conyza canadensis* y *Sycyos deppeii* que forma alfombras sobre el suelo en época de lluvias.

El sustrato rocoso no es un factor determinante para el establecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* debido a que su mayor riqueza florística (107 especies) se presenta cuando la roca cubre de 6 a 17 % del terreno y disminuye la riqueza florística cuando la roca aumenta su cobertura (54 a 65 %). Sin embargo, la presencia regular de roca junto con los claros en el bosque crea lugares propicios para el establecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*, ya que al presentar poca profundidad del suelo (10 cm.), porcentaje escaso de materia orgánica (6.4) y las capas delgadas del suelo limitan el desarrollo de *Pinus spp*, debido a que no pueden ofrecer suficiente sostén ni nutrientes para las especie leñosas de talla elevada. No así para la especie de *Furcraea bedinghausii*.

Esta presencia regular de roca en la comunidad de *Furcraea bedinghausii* ofrecen una diversidad de hábitats las cuales establecen variaciones ambientales: macrohábitats (macroclima dependiente de la altitud) y microhábitats (que dependen de la forma, de la superficie, del grosor de la

roca y de la textura de la capa del suelo acumulado), lo cual se refleja en la composición florística de la misma comunidad (97 especies, 73 géneros, 27 familias). Así también la roca basáltica en la comunidad, influye en el establecimiento de algunas especies características de zonas cálidas y pedregales por retener considerables cantidades de calor al estar expuesta a la radiación solar como: *Eryngium columnare*, *Villadia batesii*, *Echeverria mucronata*, *Peperomia campilotropa*, (Apéndice 9.3).

Otras condiciones ambientales que influyen en el establecimiento de la comunidad son la exposición norte, pendiente de 36° a 45° con mayor riqueza florística, continuando la exposición este y con menor presencia en la exposición sur con pendientes de 46° a 55° . Esta comunidad no presenta una distribución altitudinal típica y gradual, sin embargo, la mayor riqueza florística existe en el intervalo altitudinal de 3000 a 3100 m (127 especies), presentando un decremento de especies al aumentar la altitud.

Las condiciones ambientales propicias para el establecimiento de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el Volcán Pelado son las siguientes: altitud de 3000 a 3100 m, exposición norte, pendiente de 36° a 55°, pH del suelo ácido de 5.8 a 6.0; presentándose la mayor riqueza florística de la comunidad, donde *Furcraea bedinghausii* se encontró con coberturas regulares (21 a 40 %).

Las condiciones ambientales menos propicias para el establecimiento de la comunidad, por presentar menor riqueza florística son: altitud alta (3301-3400 m), exposición oeste continuando al sur, pH del suelo neutro a ligeramente básico (7.0-7.2).

La cobertura de la especie *Furcraea bedinghausii*, no es un factor importante para la riqueza florística de la comunidad, ya que se presentó el mayor número de especies (172 especies) cuando su cobertura va de 21 a 40

% y cuando su cobertura aumenta de 41 a 80 %, disminuye la riqueza florística (40 especies).

La comunidad de *Furcraea bedinghausii*, se presentó como una comunidad con regeneración estable y en equilibrio, bien representada en su estructura de población por sus tres etapas de desarrollo biológico, representando la curva de Gauss, con relación a la altura y diámetro del fuste para los individuos.

Esta comunidad se encuentra perturbada por la existencia de asentamiento humanos alrededor del volcán, que han llevado a que los habitantes efectúen actividades de pastoreo, agricultura y la tala que es el problema más grave, el pastoreo de vacas y borregos, la quema continua con el consecuente empobrecimiento del suelo que su acción frecuente destruye los bulbillos vegetativos de *Furcraea bedinghausii* y por consiguiente la regeneración natural rápida de la comunidad. Así como frecuentes visitas de cazadores furtivos, depósitos irregulares de basura, gran cantidad de caminos y brechas,

Existe un escaso conocimiento de la especie *Furcraea bedinghausii* y dado su **estatus de amenazada** (NOM 059-ECOL-1994), si siguen operando

factores que ocasionan el deterioro del hábitat o que disminuyan sus poblaciones, es importante la preservación de estas comunidades en el volcán Peñado, así como generar la información sobre la estructura y composición florística de la comunidad de *Furcraea bedinghausii*.

Sobre el método fitosociológico Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979; Mueller Dombois & Ellenberg, 1974) adaptado para las montañas tropicales (Van der Hammen et al.),,,, 1989), se concluye que una vez más proporcionó la información necesaria para la descripción de la comunidad. Utilizando la tabla fitosociológica como tabla diferenciada, donde se distinguen los grupos asociados excluyentes con especies diagnosticas tentativas, y corroborando estos resultados con el índice de similitud de Jaccard, sin embargo estos deben aún ser comprobados con la comparación de otros conjuntos de levantamientos, en otras áreas del mismo volcán y en otras regiones florísticamente similares, con lo cual se obtendrá una tabla de asociaciones en donde las comunidades serán asignadas a esta categoría, obteniéndose así la determinación de la fidelidad de las especies. Siendo así un método sencillo y rápido que se puede aplicar en la descripción de la vegetación de los ecosistemas móntanos. Es importante agregar que el arreglo de especies y relevés en una tabla fitosociológica no es un fin último, sino que en la descripción y clasificación de la vegetación, sirva como base en futuros estudios ecológicos de mayor profundidad.

Finalmente se considera que este trabajo es un elemento más para valorar la importancia ecológica del volcán Pelado, para un aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales en el sur del D.F. y por lo tanto la importancia de la preservación de sus hábitats, ya que esto a sido uno de los factores que han llevado a la extinción de especies vegetales y animales; así es importante no soslayar esta información, ya que servirá como base para estudios posteriores: faunísticos, florísticos, biogeográficos, etc. en la región.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

7. Lista Florística de la comunidad de *Furcraea bedinghausii* en el Volcán Pelado México D.F.

	Estrato	crecimiento
Agavaceae		
<i>Furcraea bedinghausii</i> C. Koch	arbusto	erecta
Boraginaceae		
<i>Hackelia mexicana</i> (Schtdl. et Cham.) Johnst.		erecta
Campanulaceae		
<i>Lobelia schmitzii</i> E. Wimm	herbáceo	erecta
Caprifolaceae		
<i>Symphorocarpus microphyllus</i> Kunth.	herbáceo	erecta
Caryophyllaceae		
<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex. Schtdl		cojin
<i>A. reptans</i> Hemsl.	rasante	cojin
<i>Cerastium nutans</i> Raf.	herbácea	postrado
<i>Stellaria</i> sp.	herbácea	postrado
Crasulaceae		
<i>Echeveria mucronata</i> (Baker) Schtdl.	rasante	
<i>Villadia batesii</i> (Hemsl.) Baehni & Macbr J.		erecta
Commelinaceae		
<i>Comelina alpestris</i> Standl & Steyerm.	rasante	erecta
Compositae		
<i>Archibaccharis hieracioides</i> (Heering) S.F. Blake		erecta
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>Bidens odorata</i> Cav.	herbácea	erecta
<i>Brickellia pendula</i> (Schrad) Gray	herbácea	erecta
<i>Calea scabra</i> (Lag) B.L. Rob	herbácea	erecta
<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	herbácea	erecta
<i>Cisium nivale</i> (Kunth) Sch. Bip.	herbácea	erecta
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	herbácea	erecta
<i>Conyza schiedeana</i> (Less.) Cronq.	herbácea	erecta
<i>Dahlia scapigera</i> (A. Dietr.) Knowles & Westc.		erecta
<i>Eupatorium glabratum</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>E. lucidum</i> Ortega	herbácea	erecta

<i>E. pazcuarensis</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>E. prunelleaefolium</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	herbácea	erecta
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	herbácea	erecta
<i>G. liebmannii</i> Sch. Bip ex Klatt.	herbácea	erecta
<i>G. oxyphyllum</i> DC.	herbácea	erecta
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	herbácea	erecta
<i>Sabazia humillis</i> (Kunth) Cass.	herbácea	erecta
<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth	arbustiva	erecta
<i>S. sinuatus</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>Stevia monardifolia</i> Kunth	herbácea	erecta
<i>S. salicifolia</i> Cav.	herbácea	erecta
<i>Tajetes coronopifolia</i> Willd.	rasante	erecta
<i>Verbesina onchophora</i> Rob. & Seaton	herbácea	erecta

Cucurbitaceae

<i>Sicyos deppeii</i> Willd	rasante	postrado
<i>Sicyos parviflorus</i> Willd	rasante	postrado

Ericaceae

<i>Pernettya ciliata</i> (Schlecht & Cham) Small	herbácea	erecta
--	----------	--------

Geraniaceae

<i>Geranium potentillaefolium</i> D C.	herbácea	erecta
<i>G. seemannii</i> Peyr.	herbáceo	erecta

Gramineae

<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb & Bonpl (A. Geminiflorus Kunth)		
<i>Blepharoneuron tricholepsis</i> (Torr.) Nash	herbácea	macollo
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link		macollo
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex Eourn.	herbácea	macollo
<i>Bromus mexicana</i>	herbacea	macollo
<i>Calamagrostis</i> sp.	herbacea	macollo
<i>Muhlenbergia macroura</i> Hitchc.	herbácea	macollo
<i>M. Microsperma</i> (DC.) Kunth	herbácea	macollo
<i>M. montana</i> (Nutt) Hitchcok	herbácea	macollo
<i>M. ramulosa</i> (Kunth) Swallen	herbácea	macollo
<i>M. robusta</i> (E. Fournier) Hitchc.	herbácea	macollo
<i>Peyritschia</i> aff. <i>Koelerioides</i> (Peyr.) E. fournier		macollo
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Kunth) Hitchc.	herbácea	macollo

Stipa ichu (Ruiz & Pav.) Kunth	herbácea	macollo
Trisetum virletii E. fournier	herbácea	macollo
Vulpia myuros L. Gmel.	herbácea	macollo
Guttiferae		
Hypericum silenoides Juss.	herbaceo	erecta
Labiatae		
Salvia elegans Vahl.	herbáceo	erecta
S. fulgens Cav.	herbácea	erecta
Scutellaria caerulea Sessé & Moc.	herbácea	erecta
Stachys coccinea Jacq.	herbácea	erecta
Leguminosae		
Trifolium amabile Kunth	rasante	erecta
Loganiaceae		
Buddleia parviflora Kunth	arbustiva	erecta
Onagraceae		
Fuchsia thymifolia Kunth.	herbácea	erecta
Oenothera purpusii Munz.	rasante	erecta
Oxalidaceae		
Oxalis alpina (Rose) Kunth	rasante	erecta
Piperaceae		
Peperomia campylotropa Hill	rasante	erecta
Polipodaceae		
Asplenium monanthes	herbácea	erecta
Cheilanthes hirsuta Link.	herbácea	erecta
C.miriophyllus Desv.	herbácea	erecta
Notholaena aurea (Poir) Desv.	herbácea	erecta
Rosaceae		
Alchemilla pringlei Fedde.	rasante	cojines
Alchemilla procumbens Rose	rasante	erecta
Rubus sp.	arbustivo	erecta
Scrophulariaceae		

Castilleja arvensis Cham. & Schltr.	herbácea	erecta
Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.	herbácea	erecta
Solanaceae		
Physalis pringlei Greenm.	herbácea	erecta
P. stapelioides (Rangel) Bitter	herbácea	erecta
Solanum cervantesii Lag	herbácea	erecta
Umbelliferaeae		
Eryngium alternatum Coult & Rose	herbácea	rasante
E. columnare Hemsl.	arbustiva	rasante
Verbenaceae		
Verbena recta Kunth	herbácea	erecta terofita
Bryaceae		
Bryum argentum Hedw.	rasante	cojín
Bryum sp.	rasante	cojín
Dicranaceae		
Campylopus sp. Brid.	rasante	cojín
Furanaceae		
Funaria sp.	rasante	cojín
Grimmiaceae		
Grimmia sp.	rasante	cojín
Pottiaceae		
Leptodontium sp.	rasante	cojín
Meteoriano sp.	rasante	cojín
Marchantaceae		
Marchantia sp.	rasante	cojín

8. LITERATURA CITADA

Baker, R. 1846. The geography of the flowering plants. London: Logman. 557 pp.

Braun-Blanquet, J.J. 1932. Plant Sociology, the study of plant communities, traducción del alemán: Fitosociología bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: Blume, 1979. 820 pp.

Benitez, B.G. 1986. Arboles y flores del Ajusco. Instituto de Ecología, Museo de Historia Natural CONACYT. México D.F. 62 pp.

Cairns, J. Jr., P.V. McCormick & B. R. Niederlehner, 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. Hydrobiología 263:1-44

Campos, G. Romero F. y Paniagua, J. 1987. Estudio fitosociológico preliminar de la vegetación del Volcán Pelado D.F. Memorias del X Congreso Mexicano de Botánica.

Cervantes-Reza, F. A. 1980. Principales características biológicas del conejo de los volcanes *Romerolagus diazi* Ferrari Pérez 1893 (Mamalia: Lagomorpha). Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 137 pp.

CETENAL. 1976. Cartas edafológica y geológica. Escala 1:50 000, clave: E- 14-A-49. Milpa Alta Secretaria de Programación y Presupuesto.

CETENAL. 1983. Cartas vegetación y uso de suleo. Escala 1:50 000, clave: E- 14-A-49. Milpa Alta Secretaria de Programación y Presupuesto.

COCODA, 1984. Programa Rector del uso del suelo y desarrollo Agroforestal. Departamento de estudios y Metodología. D.F. México. 561 pp.

Conzatti, C. 1981. Flora Taxonómica Mexicana II. Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial, tercera edición. México. 220 pp

Cronquist, A. 1988. The Evolution and classification of Flowering Plants. The New York, Botanical Garden. Bronx, New York, USA. 10458 pp

Espinosa, G. J. 1962. Vegetación de una corriente de lava de formación reciente, localizada en el declive meridional de la Sierra Chichinautzin. Bol. Soc. Bot. México (27): 67.111.

Galván, R. 1988. Las familias Amarillidaceas, Juncacea y Liliaceae en el Valle de México. Tesis Doctoral. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN. México D.F.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen, Inst. de Geografía UNAM, México D.F. 79 pp.

Giménez, A. 1997. Fitosociología y Fitogeografía, Lab. de Botanica. Facultad de Farmacia. Univ. Santiago de Compostela E-15706 Santiago. España. 7 pp.

Gómez, J. 1990. Ecología de poblaciones de pequeños mamíferos en el Volcán Pelado D.F. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias UNAM, México. 62 pp.

González, J.G. 1982. El Pelado como Reserva Natural Tesis de licenciatura en Geografía UNAM, México D.F. 79 pp.

Good, R. 1974. Geography of the Flowers Plants. London: Logman 557 pp.

Martín, A. 1980. Vulcanología de la Sierra Chichinautzin. Tesis de Licenciatura en Geografía UNAM. 348 pp.

Matteucci, D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología. Monografía No.22. 168pp.

Matuda, E. 1966. Las compuestas del estado de México. Dir. de Recursos Naturales, Toluca, México pp.

Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot México. pp 29-129.

- Muller- Dombois, D. y T. Van der Hammen (1978). Manual of Metodos for transect studies. Comparative studies of tropical montain ecosystem. Internacional Union of Biological Sciencies Decade of the Tropics. 54 pp.
- Lawrence, G. 1951. Taxonomy of vascular plants. Cuba and Mauritian hemp is made from leaves of the reated *Furcraea*. 823 pp.
- Ortiz - Villanueva, B. 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 110 pp.
- Pax y Hoffman, 1930. Amaryllidaceae. *In*: Engler and Prantl. Die Natürlichen Pflanzen familien. De. 2 Bd. 15 a: 391-430.
- Raunkier, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. 632 pp.
- Reiche, C. 1914. Descripciones fitogeográficas de los alrededores de México D.F. 143 pp.
- Reiche, C. 1926. Flora excursionaria en el Valle Central de México. Talleres gráficos de la Nación. México. 303 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México 431pp.
- Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. vol. 1. Ed. CECSA, México DF, 403 pp.
- Rzedowski, J. y G. de Rzedowski. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. vol. II. dicotyledonea. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. Instituto de Ecología. 674 pp.
- Rzedowski, J. y G. de Rzedowski 1990. Flora fanerogámica del Valle de México. vol III. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Mich. 494 pp.
- Sánchez, O. 1968. La Flora del Valle de México. Edit. Herrero. Mexico. 513 pp.

Sandoval, A. 1989. Descripción de la ladera oeste del volcán Pelado México D.F. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM. México D.F. 87 pp.

Standley, P. y J. A. Steyermark. 1961. Flora de Guatemala. Fieldiana Botany. 9:1-417 pp.

Stebbins, G.L. 1971 Chromosomal evolution in higher plants. Addison Wesley Pub. Co. California. 216 pp.

Takhtajan, A. 1969. Flowering plants. Origin and dispersal. Oliver and Boyd, Edingburg. 310 pp.

Toledo, V. 1987. La Diversidad Biológica de México. Reunión sobre Conservación de la Diversidad Biológica en México. World Wildlife Fund, México Ver. 21 pp

Van der Hammen y P.M. Ruiz. 1984. Estudios de ecosistemas Tropandinos. La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transecto Buritaca-La Cumbre. Vol. 2. J. Cramer Ed. 603 pp.

Velázquez, A. 1993. Landscape ecology-vegetation map of Tlálloc and Pelado volcanoes, México. ITC Journal 1992-3: 213-227.

Velázquez, A. y A.M. Cleef. 1993. The plant communities of the volcanoes "Tlálloc" and "Pelado", México. Phytocoenología 22(2): 145-191. Berlin-Stuttgart.

Walters, M. 1972. Endemism in the genus *Alchemilla* in Europe. In: Valentine, D. H. (de), Taxonomy, Phytogeography and Evolution, Academic Press. London.

Werger, A. 1974. On concepts and techniques applied in the Zürich Montpellier. Method of vegetation survey. Bothalia 11(3): 309-323.

n Pelado México D.F.
 ios Metereológicos

Ait. 3000 m s.n.m.

ENTIGRADOS

J	A	S	O	N	D
9.3	9	9	8.6	10	8
11	11	11	11	11	11
9	8.8	9	8.9	9	9
9	9.3	9	8.6	8	7.5
8.7	9	9	7.6	8	6
10	9.6	10	9.3	7	7
10	11	11	9.5	7	8
11	11	11	8.9	8	7
	10	11	8.1	7	8
6.5	6.2	9.9	7.6	9	9
8.7	8.0	6.4	6.7	6.0	6.2
12.0	12.1	11.8	12.5	12.0	12.8
11.1	10.6	6.8	6.7	6.0	6.2
9.4	9.2	9.7	9.8	9.9	9.8
8.4	9.2	9.4	9.7	9.3	9.4
10.0	10.0	9.6	10.0	9.7	9.8
9.7	10.1	9.8	9.7	9.9	9.5
9.8	10.0	9.5	9.5	9.4	9.6

APÉNDICES

ENTIGRADOS

J	A	S	O	N	D
17	18	19	10	19	20
17	19	19	19	19	19
17	18	18	18	19	16
17	19	17	17	17	17
19	19	16	16	17	18
16	17	19	19	17	16
18	19	20	20	17	19
19	18	17	17	18	18
	19	17	21	21	20
13	13	13	13	15	16
11.9	10.7	9.4	9.5	8.9	9.0
18.4	19.0	18.0	19.2	18.7	19.3
17.6	16.2	13.5	12.7	13.9	13.4
13.5	13.4	13.8	14.3	14.6	14.2
12.8	13.5	13.5	13.7	13.5	13.7
14.5	14.5	13.9	14.4	14.0	14.2
14.4	14.5	14.3	14.3	14.5	13.9
14.2	14.5	13.5	13.6	13.6	14.1

ENTIGRADOS

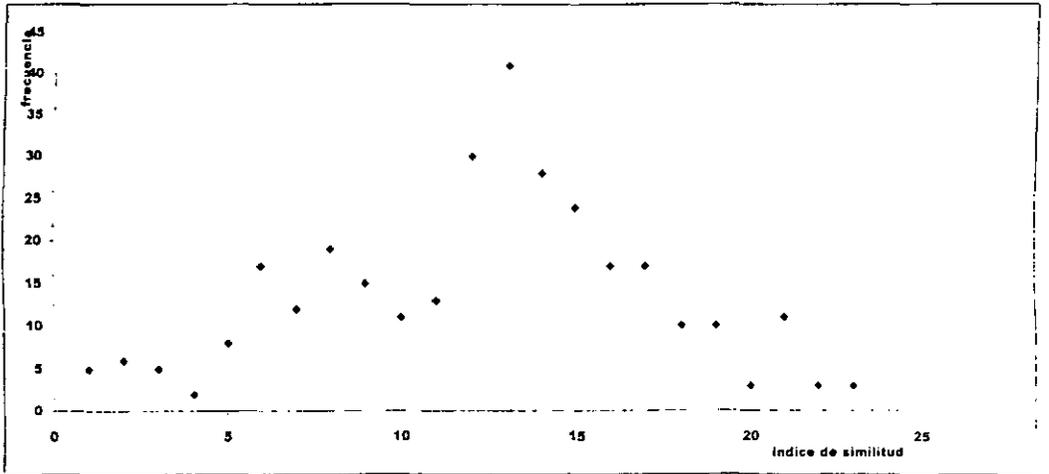
J	A	S	O	N	D
1	2.1	1	1	5	1
2	2	2	2	2	3
2	2	2	2	2	3
2	2	2	2	2	6
2	2	2	2	6	3
3	2	1	2	2	3
5	2	3	1	2	3
2	2	1	2	1	2
2		1	3	5	5
1	1	1	1	1	1
5.6	5.2	4.2	3.9	3.3	3.4
5.5	5.0	4.7	5.8	5.8	6.3
4.5	5.0	6.4	5.4	5.5	5.4
5.3	5.0	5.5	5.3	5.2	5.3
4.9	4.9	5.3	5.6	5.1	5.1
5.5	5.3	5.2	5.5	5.3	5.4
5.0	5.5	5.3	5.0	5.3	5.0
5.3	5.5	5.2	5.4	5.1	5.0

APENDICE 9.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LA COMUNIDAD DE *Furcraea bedinghausii*.

Altitud (msnm)	Exposición	Profundidad (cm)	pH Kcl	Alofano	Mat. Orgánica (%)	color en seco	color en húmedo
3270	S	0-10	7.2	no hay	0.495	10YR 3/3 c café oscuro	10 YR 2/2 café muy oscuro
3110	N	0-10	7.2		7.15	10YR 3/3 café oscuro	10YR 2/1 negro
3110	N	0-10	6.8	alto	2.94	10YR 3/3 café oscuro	10YR 2/1 negro
3180	E	0-10	6.7	no hay	8.23	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10YR 2/1 negro
3090	S	0-10	6.7	medio	4.31	10YR 2 /2 café muy oscuro	10YR 2 /1 negro
3130	S	0-10	6.7		7.45		
3240	E	0-10	6.6	bajo	7.17	10YR 2/1 negro	10YR 2/1 negro
3020	SE	0-10	8.5	nohay	7.64	10YR	
3120	S	0-10	6.5	muy alto	4.80	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10YR 2/1 negro
3110	S	0-10	6.3	no hay	7.54	10YR 2/2 café oscuro	10YR 2/1 negro
3230	S	0-10	6.3		6.27	10YR 2/1 negro	10YR 2/1 negro
3200	S	0-10	6.2	alto	6.47	10YR 2/2 café muy oscuro	10YR 2/1 negro
3060	E	0-10	6.2	muy alto	4.51	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 2/1 negro
3020	S	0-10	6.2	medio	4.21	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10YR 2/1 negro
3050	N	0-10	6.0	nohay	6.47	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10 YR 2/1 negr
3230	E	0-10	6.0	bajo	0.593		
3230	S	0-10	6.0	no hay	0.593	10YR 2/2 café muy oscuro	10YR 2/1 negro
3040	S	0-10	6.0	bajo	6.37	10YR 3/2 café grisáceo oscuro	10YR 2/1 negro

Apendice 9.3. Índice de similitud calculados con el índice de Jaccard (valores en %) entre los muestreos de la comunidad de Furcraea pedinghausii en el volcán Pelado México D.F.

	I	G	J	H	L	K	U	F	D	V	B	C	E	Y	A	P	O	N	Q	X	W	T	R	S	M
I		18.8	22.0	10.6	6.5	11.1	4.0	18.8	7.6	10.2	9.0	4.5	5.1	5.8	5.1	7.5	8.5	5.8	3.4	3.0	3.2	6.0	5.1	8.5	12.5
G			14.4	7.7	14.8	13.9	10.2	16.6	8.3	8.5	9.7	7.1	5.5	6.5	8.1	8.1	6.4	12.1	3.8	6.4	6.8	6.6	12.1	12.1	8.5
J				14.7	15.8	7.0	15.7	14.5	9.8	9.8	10.7	10.3	5.8	6.6	7.8	7.9	8.6	10.6	6.0	6.6	16.6	6.8	8.6	8.6	1.0
H					17.0	16.2	17.0	11.3	21.9	13.8	23.0	13.6	13.1	15.1	10.8	15.3	12.9	12.5	11.1	9.5	10.3	1.0	9.6	12.5	13.8
L						21.2	16.6	11.1	21.4	13.5	15.9	15.2	12.8	12.1	17.8	15.0	6.0	14.0	13.7	14.7	18.1	9.6	19.4	14.7	11.1
K							13.5	13.9	16.6	14.1	12.8	12.1	16.2	13.3	8.8	16.2	10.3	13.3	13.3	13.3	17.2	10.7	16.1	14.2	14.7
U								12.5	15.1	22.8	15.7	17.0	12.1	14.2	19.4	19.4	2.0	14.2	13.0	15.1	12.0	14.2	7.6	14.2	1.0
F									13.1	5.5	9.7	7.1	8.1	6.4	8.1	12.8	12.1	12.1	7.4	7.4	8.6	9.6	12.1	12.1	13.5
D										19.3	16.6	2.0	15.6	11.1	1.0	17.7	12.0	15.3	14.2	21.4	2.0	16.0	18.5	15.3	13.7
V											17.1	19.2	3.3	19.2	10.3	21.2	16.0	12.5	6.8	19.2	20.8	2.0	16.0	12.5	11.1
B												14.2	16.2	13.3	8.8	16.2	10.3	13.3	7.6	13.3	14.2	13.7	13.3	10.3	9.5
C													17.8	9.6	17.8	9.6	15.1	11.5	8.0	17.3	17.8	19.2	15.3	17.8	11.5
E														17.8	17.8	9.6	15.1	11.5	8.0	17.3	17.8	19.2	15.3	17.8	11.5
Y															8.0	17.8	18.1	14.2	17.6	18.1	2.0	22.7	14.2	14.2	10.0
A																9.0	11.5	11.5	13.0	14.8	8.6	8.3	11.5	11.5	7.1
P																		23.3	20.6	9.6	20.6	19.2	18.5	14.8	17.8
O																				12.5	14.2	15.7	19.0	1.0	14.2
N																					12.5	14.2	15.7	19.0	1.0
Q																						12.5	14.2	15.7	19.0
X																					17.6	2.0	13.3	17.6	12.5
W																						23.8	19.0	18.1	14.2
T																							21.0	23.8	15.7
R																								15.0	15.0
S																									21.7
M																									



APENDICE 9.4. DISTRIBUCION CONOCIDA SEGUN RZEDOWSKI Y RZEDOWSKI (1979-90) PARA EL VALLE DE MÉXICO REPORTADAS EN LA COMUNIDAD DE *Furcraea bedinghausii*, DEL VOLCÁN PELADO MÉXICO

Furcraea bendinghausii: bosque de encino-pino, oyamel, bosques mixtos

Eupatorium prunellaefolium: Irbide a Tlalpan y de El Chico a Amecameca, entre 2700 y 4000 m de altitud, en sitios con bosque de Abies, pradera alpina y bosque de *Pinus hartwegii*, fuera del Valle se conoce de México, Hidalgo y Oaxaca.

Aegopogon cencroides: ampliamente en el Valle de México. Altitud 2250-3000. Pastizales, matorrales xerófilos, bosques de *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Juniperus* y mesófilos de montaña, se distribuye desde Baja California Sur y Sonora hasta Bolivia. En condiciones de disturbio y a veces como ruderal o arvense.

Stevia salicifolia: Nuevo México a Jalisco, Michoacán, Edo. de México, Puebla y Veracruz, de tres variedades solo la típica se ha colectado en el Valle de México.

Castilleja arvensis: Epazoyucan; Zumpango y Villa Nicolas Romero a Tlalpan y Milpa Alta; Texcoco a Juchitepec y Amecameca. Alt. 2250-2800 m. Se le encuentra en bosques de *Abies*, *Quercus* y *Pinus*, en matorrales, orillas de camino y sobre todo como arvenses en cultivos de maíz. Fuera del área se distribuye de Sinaloa a Veracruz y al Sur hasta Sudamérica.

Muhlenbergia robusta: de Huehuetoca a Tlalpan y de Texcoco a Tenango del Aire. Alt. 2270- 3200. Pastizal, matorral y bosque pino-encino. Desde Nayarit y San Luis Potosí hasta Guatemala.

Muhlenbergia macroura: en bosque de *Abies*, *Pinus* o *Quercus*, en las partes más bajas se le encuentra en pastizal y a la orilla de terrenos de cultivo. Durango a Guatemala.

Salvia elegans: partes montañosas húmedas del Valle. Alt. 2550- 3100. Bosques de *Abies*, de *Pinus*, de *Quercus* y mesófilo de montaña. Sonora, Chihuahua, Veracruz y Oaxaca.

Sicyos depeii: ampliamente distribuidas en el Valle, principalmente en el S y SW. Alt. 2250-3100 m. Se le encuentra en matorrales secundarios, orillas de caminos, terrenos de cultivo y en general en áreas perturbadas. De San Luis Potosí y Jalisco a Veracruz.

Eryngium columnare: 2700-3000 m. Principalmente en bosque de encino o de coníferas y en los claros adyacentes, con frecuencia entre rocas basálticas. Tamaulipas al Estado de México y Morelos.

Gnaphalium oxyphyllum: ampliamente distribuida en la zona montañosa más húmeda del Valle. Alt 2500-3500 m. Bosques de coníferas, encinares, lugares perturbados. Sur de los Estados Unidos a Guatemala.

Eupatorium glabatum: Villa Nicolas Romero a Tlalpan, Milpa Alta y El Chico a Amecameca, entre 2600 y 3500 m de altitudes sitios con bosques de *Abies*, de Pino y encino bosque mesófilo. Se conoce en San Luis Potosí a Oaxaca.

Pernettya ciliata: El Chico, Epazoyucan, Texcoco, Milpa Alta y Amecameca. Alt. 2350-2800 m. En pastizal, bosque de pino, de oyamel y de encinos. Jalisco a San Luis Potosí, Veracruz y Nicaragua.

Stipa ichu: bosque de *Pinus* y *Quercus*, en claros y lugares perturbados, también en bosque de *Abies* y algunas veces en material xerófilo.

Brickellia pendula: se localiza principalmente en la parte meridional del valle de México; de Villa Nicolas Romero a Xochimilco y de Texcoco a Amecameca. Alt 2350-2800 m. En

pastizal, bosques de pino-encino, bosque de encino y bosque mesófilo. fuera de la zona se conoce de Michoacán, Morelos y Oaxaca.

Trisetum virletii: característica de los bosques más húmedos, de coníferas y de encino. Conocida de jalisco y San Luis Potosí Veracruz y Morelos.

Eryngium alternatum: se conoce de Naucalpan a Tlalpan. Alt (2800) 3000-3250 m. En bosques de alnus o de coníferas, con frecuencia localmente abundante en los claros de los bosques. Jalisco a Puebla y Oaxaca.

Solanum cervantesii: ampliamente distribuido en el Valle de México. Alt.2250-3200 m. Bosques, matorrales y pastizales de preferencia en la vegetación secundaria. San Luis Potosí. Guanajuato y Veracruz a El Salvador y Honduras.

Conyza canadensis: ampliamente distribuida en la parte meridional del Valle de México escasa hacia el norte. Alt 2250-2850 m. Principalmente como maleza ruderal. Planta de origen americano, hoy de distribución casi cosmopolita.

Physalis stapelioides: Jilotzingo a Tlalpan y Milpa alta; Tlalmanalco, Juchitipec y Amecameca. Alt 2550-3400 m. En bosque de Abies, de Pinus, de Quercus y de Alnus. Jalisco a Veracruz y Guerrero

Peyritchia kocheroides: El Chico, Iturbide a Tlalpan; Tepetlaoxtoc a Amecameca Alt. 2600-4000 m. Principalmente en bosques de coníferas y de encino así como en praderas alpinas, Michoacán Hidalgo, Veracruz y Oaxaca.

Muhlenbergia microsperma: Pachuca a Tepeapulco, Zumpango, Tepotztlán, Temascalapa, Teotihuacán, Otumba, Coacalco e Ixtapaluca. Alt. 2240-2600 m. En matorral xerófilo, pastizal y como arvense. Sur de California y Arizona a Guatemala; Colombia a Venezuela y Perú.

***Bromus* sp.**: género de más de 100 especies, distribuidas principalmente en las regiones templadas de ambos hemisferios hay 6 especies, además de las cuales se han citado también para la región *B. ciliatus*, *B. posterii* y *B. proximus genuinus*, todas aparentemente a base de identificaciones equivocadas.

Penstemon campanulatus: principalmente localizada en zonas montañosas, en bosques de pino y encino, mesófilo, en matorrales y pastizales secundarios, a orillas de caminos y en sitios perturbados. Tamaulipas y hacia el Sur hasta Guatemala.

Conyza schiedeana: ampliamente distribuida en la zona montañosa húmeda del Valle. Alt. (2300) 2500-4000 m. Bosque de coníferas, de Quercus, praderas alpinas y subalpinas, preferentemente en lugares perturbados. SW de Estados Unidos a Centroamérica.

Villudia batesii: es quizá la especie más extendida en el Valle de México, se le encuentra prácticamente en todas las montañas circundantes -. Alt. 2300- 4000 m. Ocupa muy diversos hábitats, desde matorrales y pedregales hasta bosque de coníferas y pradera alpina, especialmente entre rocas. Centro de México. Especie muy variable.

Dahlia scapigera: Cuajimalpa, Ixtapaluca y Tlalpan. Alt. 2800-3500 m. Bosques abiertos de Pinus y Abies con abundantes gramíneas. Fuera del Valle de México se encuentra de Michoacán a Morelos y Puebla.

Arenaria lycopodioides: alt. 2300-3500 m. más común entre 2400 y 3000 m. En muchos hábitats diferentes incluyendo matorral xerófilo, matorral de opuntia, encinar bajo, pastizal, bosque de Pinus y Quercus, campos abandonados, vegetación secundaria, bosques de Abies y de Pinus hartwegii. Se distribuye - a través de las montañas de

México y también en Guatemala.

Hypericum silenoides: de México, donde se encuentra ampliamente distribuida en la Sierra Madre Occidental y en la región montañosa del centro, hasta América del Sur, siguiendo la cadena montañosa.

Jageria hirta: El Chico a Epazoyucan; Villa Nicolas Romero a Tlalpan Ixtapaluca a Amecameca. Alt. 2400-3150. Común en las zonas montañosas húmedas del Valle: bosque de coníferas, de encino, mesófilo de montaña, pastizales subalpinos. preferentemente en condiciones de disturbio; también como maleza arvenc. Chihuahua y San Luis Potosí

al norte de Argentina y Uruguay.

Fuchsia thymifolia: Real de Monte (Sierra Pachuca); Tepetzotlán y Villa Nicolás Romero a Tlalpan y Coyoacán; de Texcoco a Amecameca (Sierra Nevada). Alt. 2450 a 3100 m. En lugares húmedos y sombríos, como cañadas y laderas, en bosques de Abies, Pinus, Quercus y mesófilo de montaña. Se conoce de Sinaloa y Durango a Oaxaca y Veracruz.

Gnaphalium liebmannii: desde la parte central de México hasta Costa Rica. En el Valle de México se encuentran las dos variedades descritas.

Cirsium nivale: Cualimalpa, Contreras; Texcoco a Amecameca. Alt. (2600?) 3200-4100 m. Pastizal alpino y bosque de Pinus hartwegii. Estado de México a Veracruz (Nevado de Toluca, Pico de Orizaba, Cofre de Perote).

Galinsoga parviflora: principalmente como maleza ruderal y arvenc. pero también penetrando a lo largo de lugares perturbados hacia muchas otra comunidades. De origen americano (posiblemente mexicano), hoy ampliamente distribuidas muchas partes del globo.

Muhlenbergia montana: real del Monte, Zempoala; Coyotepec a Tlalpan; Texcoco -coco a Amecameca. Alt. 2400-3000 m. En matorral xerófilo, bosque de encino y bosque mesófilo perturbado. Oeste de Estados Unidos a Guatemala.

Bromus anumalus: Huehuetoca y Villa Nicolas Romero a Tlalpan; Tlalnalapan y Tepeapulpo a Amecameca. Alt. 2250-3680. Bosques de coníferas, de encino, matorrales xerófilos, pastizales; ocasionalmente se presenta en zonas perturbadas fuera del Valle se distribuye de Colorado Baja California Sur a Oaxaca.

Calea escabra: ampliamente distribuida en las zonas montañosas del Valle de México. Alt. 2500-3000 m. Bosques de Quercus, de Pinus, matorral de Quercus, pastizal. Distribuida de Durango y San Luis Potosí a Guatemala.

Cerastium nutans: ampliamente distribuido en el Valle de México: Real del Monte a Tlalpan pan y Amecameca. Alt. 2450-3200 m. En bosques de Abies, Abies y Cupressus. Pinus y Quercus, a orillas de caminos y en campos de cultivo. Distribuido através de la mayor parte de montañas de México y hacia el norte en los Estados Unidos.

Cirsium ehrenbergii: en bosques de coníferas y de encinos, preferentemente en lugares algo perturbados; también praderas alpinas y subalpinas, Jalisco a Hidalgo, Morelos y Veracruz. Se emplea en la medicina popular contra afecciones diversas.

Trifolium amabile: en el Valle se encuentra distribuida entre 2350 y 3200 m. de altitud, principalmente en sitios con bosques de pino y encino o en praderas subalpinas. Real del Monte a Tlalpan y Amecameca. Fuera del Va se extiende desde el norte de México hasta Costa Rica.

Sabazia humilis: Epazoyucan, Villa Nicolas Romero a Tlalpan; Ixtapaluca a Amecameca. Alt. 2450-3200 m. Bosques de coníferas, Quercus y praderas subalpinas. preferentemente en lugares perturbados.

Geranium seemanii: ampliamente distribuida en todo el Valle de México, de preferencia en bosque de Abies, Pinus, Quercus, Cupressus y entre cultivos de temporal de 2250 a

3300 m. Distribuida en Michoacán a Morelos, Veracruz y Guerrero.

Arenaria reptans: El Chico y las montañas que rodean la parte sur del Valle de Iturbide a Tlalpan y de Ixtapaluca a Amecameca. Alt. 2550-4100 m, principalmente entre 3000 y 4000 m. En praderas alpinas y subalpinas así como en bosques de *Pinus hartwegii* y de *Abies*. También en Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca y Guatemala.

Peperomia campylotrapa: ampliamente distribuida por todo el Valle, de 2250 a 3500 m de altitud con frecuencia sobre afloramientos rocosos, en bosques de encino, de coníferas en zacatales y matorrales xerófilos. Su distribución total parece -rece restringirse a la Altiplanicie mexicana.

Verbesina oncophora: Jilotzingo a Tlalpan; Texcoco a Amecameca. Alt. 2500- 3150 m. Bosque mesófilo de montaña, bosque de *Abies* y de *Quercus*. Conocida de Durango y Jalisco a Morelos y Puebla.

Archibaccharis hieraciifolia: El Chico; Iturbide a Tlalpan y Xochimilco; Texcoco a Amecameca. Alt. 2650-3200 m. Bosque de *Abies*, bosque mesófilo de montaña y fases más húmedas de los bosques de *Quercus* y de *Pinus*. San Luis Potosí y Jalisco, a Tlaxcala, Morelos y Oaxaca.

Echeverria mucronata: El Chico y Tepeapulco a Tlalpan y Chalco. Alt. 2350-3000 m. Se encuentra como planta terrestre, por lo general entre rocas, en diversos hábitats: orilla de arroyo, matorral, zacatal, bosque abierto de coníferas de encinos, a veces crece cerca de los cultivos. Ocasionalmente se le ha encontrado como epífita. México.

Physalis pringlei: en bosques húmedos de oyamel, pino y de encino. Nuevo León a Jalisco y Oaxaca.

Calamagrostis sp. distribuidas en regiones de clima templado y frío, así como en montañas intertropicales.

Baccharis conferta: El Chico y Real del Monte; Teotihuacán; Tepcapulco a Amecameca; Tepetzotlán y Jiquipilco a Tlalpan y Milpa

Alta. Alt. 2300-3600 m. Abunda en terrenos desforestales, principalmente a orillas y claros de los bosques de *Abies religiosa* de *Quercus* y de *Pinus*. Fuera de la Cuenca se encuentra en San Luis Potosí, Michoacán, Veracruz a Oaxaca. En infusión se usa como pectoral.

Eryngium pectinatum: se tiene registrada en la parte Sur del Valle de México, desde Huixquilucan hasta Tlalmanalco. Alt. 2500 3000 m. En bosque mesófilo, de encinos o de coníferas; favorecida por disturbio. Coahuila al Estado de México y Morelos

Foto No. 1
Volcán Pelado
a 3000 msnm



Foto No. 2
comunidad de
Furcraea bedinghausii





Foto No. 3
comunidad de
Furcraea bedinghausii
agrupados con
Muhlenbergia macroura
y *Salvia elegans*



Foto No. 4
Especie juvenil de
Furcraea bedinghausii