



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

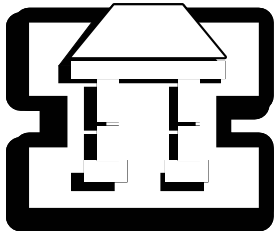
---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

ESTUDIO DEL EFECTO DE LADERA EN LA VEGETACIÓN  
DEL PARQUE NACIONAL DE "EL CHICO" Y LA LADERA  
SUR DEL MUNICIPIO DE PACHUCA DE SOTO, HIDALGO

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I Ó L O G O**  
P R E S E N T A :  
JOSÉ DE LOS SANTOS CHÁVEZ

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. DIODORO GRANADOS SÁNCHEZ



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO

2006



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.

**“La Biología es quizás la más interdisciplinaria de las ciencias”  
(Schrönger).**

**“La Biología es potencialmente la ciencia más matemática de  
todas” (J. D. Spain).**

## **Agradecimientos:**

**Para los seres más queridos:**

**Papá y Mamá ya que si ellos no hubiera podido alcanzar esta meta.**

**Al creador.**

**A mis maestros de Química y Biología del CCH, quienes me inculcaron el amor a las Ciencias.**

**A mis amigos de la carrera, El chino, El chicharin, al chicote, al compa, Memo y a Almendra.**

**A mi asesor el Dr. Diodoro Granados Sánchez.**

**Al maestro Pablo Ruiz Puga por las recomendaciones hechas.**

**A Marcos Delgado profesor del curso de computo, por proporcionar el paquete de computo ecológicos para éste trabajo.**

**A la UNAM, Universidad Autónoma de Chapingo y a la FES Iztacala por haberme ayudado a mi formación profesional.**

## Índice.

<b>Resumen.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>1. Introducción.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2. Antecedentes.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.1. Las comunidades vegetales.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.1.1. Los sistemas de clasificación de los tipos de vegetación mundial.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.1.2. Tipos de vegetación en México.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.1.3. Las formas de vida vegetales.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.1.4. Clasificación fisonómica de la vegetación.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.2. Clasificación y Ordenación de Comunidades Vegetales.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.3. Estudios sobre Clasificación y Ordenación Vegetal en México.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.4. Efecto de ladera o sombra orográfica.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>3. Justificación.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>4. Objetivos.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5. Descripción de la zona de estudio.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.1. Ubicación.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.2. Geología.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.3. Hidrología.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.4. Edafología.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.5. Climatología.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6. Metodología.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1. Trabajo de campo.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1.1. Delimitación de los sitios de estudios.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1.2. Colecta de especímenes vegetales.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1.3. Caracterización horizontal.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1.4. Caracterización vertical y levantamiento de perfiles semirealistas.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.1.5. Levantamiento de muestras de suelo.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.2. Trabajo de laboratorio.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.2.1. Determinación taxonómica.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.2.2. Análisis de las muestras del suelo.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6.2.3. Análisis estadístico.</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>7. Resultados.</b>	¡Error! Marcador no definido.

**7.1. Caracterización de la Vegetación.**

¡Error! Marcador no definido.

**7.2. Características generales de los suelos.**

¡Error! Marcador no definido.

**7.3.1. Clasificación.**

¡Error! Marcador no definido.

**7.3.2. Ordenación.**

¡Error! Marcador no definido.

**8. Análisis y discusión.**

¡Error! Marcador no definido.

**9. Conclusiones.**

¡Error! Marcador no definido.

**Bibliografía.**

¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 1.**

¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 2.**

¡Error! Marcador no definido.

## Índice de Figuras.

- Figura 1. Efecto de ladera** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 2. Localización geográfica de la zona de estudio** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 3. Tipos de vegetación presentes en la Sierra sur de Pachuca y el parque nacional de “El Chico”**. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 4. Perfil semirealista (modificado) Bosque de *Abies religiosa***.¡Error! Marcador no definido.
- Figura 5. Perfil semirealista tridimensional (adaptado de Richar) para el Bosque de *Abies religiosa***. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 6. Perfil semirealista (modificado) Bosque de *Quercus***. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 7. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el bosque de *Quercus***.¡Error! Marcador no definido.
- Figura 8. Perfil semirealista (modificado) *Matorral de Juniperus monticola* y Pastizales**. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 9. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el Matorral de *Juniperus monticola* y el Pastizal**. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 10. Perfil semirealista (modificado) Bosque de *Juniperus deppeana***.¡Error! Marcador no definido.
- Figura 11. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el Bosque de *Juniperus deppeana***. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 12. Perfil semirealista (adaptado de Richard) par el Matorral micrófilo**¡Error! Marcador no definido.
- Figura 13. Perfil tridimensional (adaptado de Richard) para el Matorral micrófilo**.¡Error! Marcador no definido.
- Figura 14. Perfil semirealista (adaptado de Richard) par el Matorral Rosetófilo**.¡Error! Marcador no definido.
- Figura 15. Perfil tridimensional (adaptado de Richard) para el Matorral rosetófilo**¡Error! Marcador no definido.
- Figura 16. Dendrograma** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 17. Análisis de permutación de montecarlo** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 18. Distribución de los Sitios y las Especies en los ejes principales amplificada**¡Error! Marcador no definido.
- Figura 19. Diagrama de ordenación directa**. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 20. Distancia de las especies con relación a los sitios en los ejes principales**.¡Error! Marcador no definido.

## Índice de Tablas

- Tabla 1. Valores Meteorológicos (\*Según Köppen, modificado por García 1973)**.¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 2. Factores ambientales** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3. Vector matriz de la distancia de JACCARD**. ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 4. Correlaciones variables-eje** ..... ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 5. Resumen de valores en los ejes principales**. ..... ¡Error! Marcador no definido.

## **Resumen.**

En la Sierra de Pachuca se localiza una gran diversidad de comunidades vegetales, que contrastan entre sí, ya que en las zonas más bajas de la ladera sur se encuentran comunidades de tipo xerófito y rosetófilo (2500 msnm), y en la ladera norte se observa un cambio de vegetación templado húmedo, donde dominan los bosques de *Abies* y de *Quercus*, en especial en el municipio de mineral de El Chico (entre 2700 y 3000 msnm).

Se realizó un estudio ecológico de las comunidades vegetales que aquí se presenta y se analiza el efecto de orientación de ladera. Basándose en matrices se hizo el ordenamiento de la zona utilizando los factores ambientales (suelo, precipitación, pH, altitud, etc.) y las diferentes especies registradas en cada comunidad (presencia, ausencia) contra los sitios muestreados, utilizando el programa "R" versión 2.2.0 y el paquete para datos ambientales ade4 (Analysis of Environmental Data: Exploratory and Euclidean methods in Environmental Sciences) versión 1.4-0, dando una ordenación directa para explicar el fenómeno de efecto de ladera, el cual se complementa con una clasificación de las comunidades.

Palabras claves: efecto de ladera, sombra orográfica, vegetación.



## 1. Introducción.

El Parque Nacional de “El Chico” se encuentra ubicado en el municipio de Mineral del Chico en el estado de Hidalgo, es una región de relieves accidentados, en los que destacan numerosos cerros de figuras caprichosas como las Monjas, la Mula, el Conejo, las Carretas, las Ventanas, el Capulín, la peña del Cuervo, entre otros, con altitudes que varían entre los 2,500 y los 2,900 metros sobre el nivel del mar.

En “El Chico”, la vegetación esta compuesta por oyamel, encino, aile, tláxcal, es hábitat del gato montes, coyote, zorro gris, venado cola blanca, halcones, pájaros carpinteros, víboras de cascabel, entre otras especies. Se practica el campismo-excursionismo y el rappel, también cuenta con albergues, zonas de campamento, vigilancia, restaurantes, expendios de comida, mirador y corredores turísticos Navarrete (1998).

Además se encontró que casi toda la vegetación que abarca el Parque Nacional “El Chico” y sus alrededores están cubiertas de *Abies*, *Abies-Quercus*, *Quercus* y matorral de *Juniperus*, con diferentes grados de perturbación, Gallina (1974).

“El Chico” también se caracteriza por tener una zona semidesértica en la periferia más próxima al municipio de Pachuca de Soto, la cual contrasta con los bosques de oyamel que se encuentran en la región alta del norte- noroeste que va del parque hasta la ciudad de Pachuca, debido al llamado “efecto de ladera” o “sombra orográfica”, que es un fenómeno que se presenta debido a la orografía y a la dirección de los vientos húmedos, los cuales al chocar en la ladera norte-noreste hacen que se descarguen copiosas precipitaciones, mientras que en la ladera sur-suroeste se genera un clima de tipo seco o semidesértico así como en la regiones bajas del sur, dando como resultado la aparición de comunidades de tipo xerófito.

Para la vertiente sur de la Sierra de Pachuca la existencia de 81 familias y 354 géneros de plantas silvestres con flores, discute también sus afinidades geográficas señalando que esta relacionada principalmente con las Boreales y Neotropicales, Medina-Cota (1980).

La guía Botánico-Forestal mencionan plantas comunes de las partes altas de la Sierra de Pachuca, en especial del parque, Medina y Rzedowski (1981).

Los estudios florísticos de Barrios y Rodríguez (1996) ubican diez asociaciones vegetales en la sierra, cinco son bosques y dos son matorrales además de una acuática y otra rupícola, haciendo un listado basándose en estas asociaciones, Hernández (1995).

De lo anterior se analiza la vegetación para llevar a cabo el ordenamiento y plantear hipótesis sobre las relaciones entre la composición de la vegetación y los factores ambientales que conforman los gradientes vegetacionales de las laderas del parque nacional de ‘El Chico’ y su vertiente sur con relación al fenómeno de sombra ortográfica.

## **2. Antecedentes.**

### **2.1. Las comunidades vegetales.**

#### **2.1.1. Los sistemas de clasificación de los tipos de vegetación mundial.**

La clasificación consiste en la agrupación de muestras o especies según sus características de similitud o diferencia. Además busca definir un conjunto de clases, en donde se muestren los miembros de diferentes grupos o comunidades lo más diferentes que se puede; en los estudios de vegetación la similitud es cuestión de grado, no interesa tanto que las clases sean homogéneas. El método fitosociológico se basa esencialmente en el concepto de clasificación, de ahí que la introducción de los métodos numéricos haya contribuido a hacer más objetiva y cuantificable la interpretación de los muestreos y por lo tanto de las comunidades, Whittaker (1970)

El sistema de clasificación de Clements (1936), es un sistema jerárquico y se basa en la hipótesis del monoclímax, que establece que en una región particular, en la que prevalece un clima homogéneo, todas las sucesiones conducen a un solo tipo de comunidad o clímax climático. El sistema fue abandonado por basarse en un concepto que ya no se acepta: el monoclímax, el cual ha sido reemplazado por la hipótesis del policlímax; según esta hipótesis en una región climática puede haber varias comunidades clímax estables en equilibrio con los factores del hábitat local; estas comunidades autoperpetuadas constituyen un paisaje climático formado por un mosaico de clímax edáficos, topográficos o ecoclimáticos. Por otro lado, el sistema de Clements es deductivo y se basa en relaciones sucesionales hipotéticas a menudo difíciles de comprobar, (Clements 1936).

El sistema de Braun-Blanquet, estudia las comunidades buscando una unidad comparable a la especie. Así, para Braun-Blanquet, la asociación es una unidad abstracta que puede estudiarse y describirse a partir de una muestra de individuos (censos), de la misma manera que la especie se describe a partir de una muestra de individuos (organismos). Este sistema de clasificación es politético, aglomerativo y jerárquico; ha sido criticado por ser subjetivo en su metodología, por exigir demasiado tiempo para la manipulación de las tablas, por carecer de fundamento teórico. Tampoco se explica la forma de cómo se utiliza la información acerca del hábitat para establecer jerarquías

superiores. La descripción de la vegetación no se agota con la asociación vegetal; de hecho, es posible encuadrar las asociaciones vegetales en un sistema jerárquico que prevé las siguientes unidades (superiores a la asociación): estas unidades superiores se definen con nombres de especies vegetales a los que se añaden sufijos: *-ion* para alianza, *-atalia* para orden y *-etea* para la clase. Pueden definirse, además, unidades de rango inferior a la asociación, representadas por las subasociaciones, las variantes y la facies; la subasociación se diferencia de la asociación por variaciones ecológicas bastante marcadas que resultan de una composición florística caracterizada por un grupo de especies diferentes. La categoría de variante corresponde a variaciones en la subasociación; la facies, está determinada por una o varias especies que asumen un papel cuantitativamente elevado Braun-Blanquet (1979).

Existen muchas tipologías que son utilizadas en la descripción y la clasificación de la vegetación. Según Muller-Domois y Ellenberg (1966) menciona seis criterios para la clasificación de la vegetación:

1. **Fisionómico**, que se basa en la fisonomía y que lleva a la definición particularizada de las múltiples formaciones vegetales; los principales representantes de esta tendencia fueron Grisebach y Drude.
2. **Ecológico**, donde se da una particular importancia a las relaciones entre la vegetación y los factores ambientales (Warming y Soukatchew representantes de la escuela rusa).
3. **Fisionómico-ecológico**, una combinación de los dos caracteres, donde destacan Schempier, Brockmann- Jerosch, Rübél, Du Rietz entre otros, que son los principales representantes de la escuela nórdica (danesa, noruega, sueca y finlandesa).
4. **Florístico-fisionómico**, con el que se otorga especial relevancia a la composición florística y a la fisonomía de las comunidades vegetales la más importante es la escuela fitosociológica de Zurcí-Momtpellier cuyo exponente principal es Braun-Blanquet.

5. **Cronológico-ecológico**, que hace referencia a las áreas de distribución de las especies, además de algunos factores ecológicos, representa a esta escuela Schmid.

6. **Dinámico-florísticos**, estudia las relaciones dinámicas entre las comunidades vegetales singulares, desde los estados iniciales hasta el clímax (representan a esta tendencia Clements, Tansley, Gaussen, Achnger, miembros de la escuela angloamericana).

La primera división y caracterización de las comunidades vegetales basada en las características del ambiente se debe a Heer(1835) y a Sendtner(1854), citados por Granados y Tapia (1990). Este último da una división de la vegetación según el hábitat en su obra acerca de la vegetación de Baviera meridional, donde se diferencian una serie de tipos y subtipos de vegetación según las condiciones del lugar de vida.

Warming-Gräbner (1910), citado por Braun-Blanquet (1979), se basa en la división anterior y diferencian la vegetación de los pantanos salinos, de las rocas costeras, las halófitas de las playas pedregosas, de los suelos sueltos y salinos.

La clasificación de Rübél(1931) es de tipo florístico-ecológico, la vegetación la divide en cuatro grupos: *Lignoso* (que se subdivide a su vez en los subgrupos *Pluvilignosa*, *Durilignosa*, *Ericilignosa*, *Aestilignosa*, *Hiemilignosa*, y *Aciculilignosa*, y cada uno de éstos en tipos); *Herbasa*, con los subgrupos *Terriherbasa* y *Aquiherbasa*; *Deserta*, con los subgrupos *Siccideserta*, *Frigoridesert*, *Litorideserta*, *Mobilideserta* y *Petrideserta*; y finalmente *Phytoplanton* y *Phytoedaphon* (con los subgrupos *Phytoplanton*, *Phytoedaphon* y *Kryplancton*).

La clasificación de Dansereau (1957) se divide en los siguientes tipos: bosque pluvial tropical, bosque pluvial templado, bosque caducifolio tropical, bosque caducifolio verde en verano, bosque de acutifolios perennifolios, formaciones arbóreas de esclerófilos perennifolios, formaciones arbóreas diversas, sabana, formaciones de pequeños árboles o arbustos espinosos, formaciones arbustivas, tundras, praderas estepas, prados y desierto.

La clasificación de Kùchler (1966), es de tipo fisionómico, la vegetación se subdivide en categorías según las formas biológicas dominantes y del tipo de hoja. Se divide en treinta y cinco categorías mediante siglas a las que se atribuye significados particulares como por ejemplo la letra D = litifolios de hoja caduca, etc.

Basada en un criterio fisionómico-ecológico, la clasificación de Mueller-Dombois y Ellenberg (1966) subdivide la vegetación en clases de formaciones, subclase de formaciones, formaciones subformaciones y otras divisiones.

Fosberg (1967), se basa en la fisonomía (apariencia de la vegetación), estructura (disposición de la vegetación) y en la función (retención o caída estacional de las hojas) propone una clasificación general de las comunidades vegetales. Este sistema, es una gran unidad dividida sucesivamente hasta unidades menores denominadas formaciones.

La cobertura vegetal, puede descomponerse en unidades a la que se le atribuyen significados distintos según los autores y escuelas: uno de los principales problemas de la ciencia de la vegetación es la caracterización de dichas unidades y su clasificación, Braun-Blanquet (op. cit.).

Uno de los trabajos acerca del conocimiento de los patrones que rige la distribución y características de las comunidades vegetales es el realizado por Walter (1977), donde delimita y describe diez zonas de vegetación de todo el mundo, considerando elementos del clima, el suelo, la ecología y los tipos de vegetación de las zonas. Para estos últimos hace una determinación de estratos con base en la altura de los individuos y características estructurales y fisionómicas de los mismos. Finalmente hace mención de la influencia de los fenómenos naturales y la distribución de la vegetación, para concluir con un análisis de la fertilidad de suelos, la producción de biomasa y el ciclo de descomposición de la materia orgánica de cada zona.

### **2.1.2. Tipos de vegetación en México.**

Leopold (1950), quien a partir de estudios sobre la distribución de la fauna silvestre diseña una clasificación de la vegetación. Distingue doce formaciones vegetales para el país, cinco para climas templados y el resto para climas tropicales. El bosque boreal, bosque de pino-encino, chaparral, mezquital-pastizal y el desierto, para climas templados; bosque con nubes, bosque lluvioso, bosque tropical siempre verde, sabana, bosque tropical deceduo, bosque espinoso y chaparral tropical árido, para climas tropicales.

Miranda y Hernández X. (1963), reconocen treinta y dos tipos de vegetación en México, de los cuales la mitad se encuentra en la zona que tiene clima A de acuerdo a Köppen (1936). Algunos de los tipos de vegetación corresponden a categorías consideradas como formaciones por algunos autores.

Un tipo específico de la clasificación de los tipos de vegetación en México, es propuesto por Flores et al (1971), quien basa su división en la composición taxonómica de las flores de vida dominantes, estacionalidad, relación con el medio, aunado a los factores climáticos y de extensión geográfica que ocupan su clasificación.

Rzedowski (1978) propone diez tipos de vegetación basados principalmente en grandes agrupaciones vegetales, definidas por sus formas de vida, por su composición florística y sus relaciones geográficas.

La zona ecológica templada subhúmeda de México es característica de las zonas montañosas del país y comprende varios tipos de vegetación. Todos ellos se desarrollan en un clima marcadamente estacional, ya que los inviernos son fríos, en tanto que los veranos son cálidos y húmedos. Debido a ello esos tipos de vegetación comparten una ecología más o menos similar, lo que permite agruparlos y describirlos colectivamente (Dizo 1994, citado por Challenger 1998). Los principales tipos de vegetación son: 1) bosque de encino, 2) bosque de pino, 3) bosque de pino-encino y 4) bosque de oyamel, Nieto(1984); Challenger, op cit.

Además existen otros tipos de vegetación que pertenecen a esta zona, pero debido a su distribución restringida las considera poco representativas: 5) matorral de *Pinus culmnicola*, 6) bosque de *Juniperus* (sabino), 7) matorral de *Juniperus* (tláxcal), 8) bosque de *Pseudotsuga* y *Pisea* (pinadete), 9) bosque de *Cupressus* (cedro o ciprés) y 10) bosque de *Alnus* (aile), J. Rzedowski (1996); Challenger, op cit.

Según Flores et al. (1971), el conjunto de los bosques de coníferas ocupa cerca de 15% del territorio del país y más de 9/10 de esta superficie corresponde a los de *Pinus* y *Quercus*. Les siguen en importancia, en cuanto a extensión, los bosques de *Juniperus* y de *Abies*.

### **2.1.3. Las formas de vida vegetales.**

La variación de las comunidades vegetales en cuanto a su composición dentro del hábitat y localidad geográfica, refleja la combinación de los factores bióticos y abióticos. En las plantas esta variación se ve reflejada en algunas características fisonómicas de los miembros de la comunidad. Estas características pertenecen a la forma y estructura, o forma de vida, de las especies. Ninguna comunidad contiene especies pertenecientes a una sola forma de vida, por lo tanto, una comunidad que está sometida a ciertos factores ambientales puede ser caracterizada por su distribución de frecuencias de formas de vida, Flores (1980).

Una de las clasificaciones más usadas en el ámbito mundial para determinar las formas de vida es la propuesta por Raunkiaer (1934); distingue cinco categorías principales (terófitas, criptófitas, hemcriptófitas, caméfitas, y fanerofitas) y que después fueron más (hepífita, geofita entre otras), éstas se definen según el grado de exposición de las yemas de perpetuación durante la estación desfavorable. Esta clasificación refleja la forma y proporciona la función.

### **2.1.4. Clasificación fisonómica de la vegetación.**

Existen muchos métodos para describir la fisonomía de la vegetación, algunos presentan facilidades y otros son un poco complicados, por lo que su aplicación depende de los objetivos y necesidades del trabajo.



Para determinar la fisonomía de la vegetación se sigue una serie de parámetros que a continuación se mencionan, según Shimmwell (1971), citado por Granados y Tapia (1990).

- Forma de vida dominante.
- Densidad de la vegetación.
- Altura de la vegetación.
- Color de la vegetación.
- Relaciones estacionales.
- Duración de la vida de las especies.
- Riqueza de especies.

Uno de los métodos de clasificación fisonómica de la vegetación es el utilizado por Davis y Richards (1934), el cual describe la estratificación de la vegetación a través de ilustraciones semiesquemáticas llamadas diagramas de perfil.

Otro método muy utilizado en la clasificación de la fisonomía de la vegetación es el planteado por Dansereau (1951), donde describe a la vegetación por medio de símbolos, de tal forma que es posible transformar el perfil real de la vegetación en una representación simbólica utilizando un lenguaje gráfico.

## **2.2. Clasificación y Ordenación de Comunidades Vegetales.**

Las comunidades son por definición un conjunto de especies que habitan un lugar geográfico determinado, las cuales tienden a relacionarse entre sí, dificultando el estudio de las mismas. Pero aún así, se han propuesto diversos modelos como el de la **Clasificación** y el de **Ordenación**, Begon (1887), aunque diferentes, ambos modelos son complementarios.

La **Clasificación** es un modelo de índole más parecido al taxonómico, por el parecido de la composición de la vegetación (similitud). La clasificación consiste en dividir el sistema multidimensional en compartimientos o células, en cada uno de los cuales se ubican los puntos que presentan mayor similitud entre sí, en otras palabras, la Clasificación busca definir un conjunto de clases de objetos (individuos), Whittaker (1970).

Las técnicas de clasificación son de tres tipos:

- Arreglo tabular (Braun-Blanquet). Es la técnica de clasificación más antigua, consiste en un arreglo matricial de especies-muestra que representan de manera inmediata las características generales y el detalle de los conjuntos de datos.
- Clasificación reticulada o no jerárquica, permite tener las clases de igual jerarquía, ideal para grandes conjuntos de datos y no tiene el propósito de revelar relaciones en los datos.
- Clasificación jerárquica, estructura las clases de manera que algunas tengan mayor rango y cada una de ellas englobe varias de menor orden. Es para menos datos y busca relaciones entre estos.

Método del arreglo tabular. El procedimiento de investigación se da en tres fases:

- a) Investigación analítica: consiste en la recolección de datos después del reconocimiento del área.
- b) Investigación sintética: arreglo de las especies y muestras para mostrar una estructura inherente de los datos, mediante un arreglo tabular.
- c) Investigación sintaxonómica.
  1. Se asigna muestras a asociaciones previamente conocidas o al establecimiento de nuevas asociaciones.
  2. Se hace el arreglo jerárquico de asociaciones en unidades superiores (alianzas, órdenes, clases y finalmente divisiones).
  3. Desarrollo de una nomenclatura formal estandarizada.

Los métodos jerárquicos están sujetos a dos elecciones independientes; en primer lugar, la estrategia puede ser:

- Divisiva: cuando se considera a la totalidad de la muestra dentro de un sólo grupo que se va dividiendo progresivamente hasta la formación de grupos con una sola muestra o se llega a un cierto nivel deseado.
- Aglomerativa: como punto de partida a las muestras en forma individual a las que se van fusionando en grupos de tamaño creciente, hasta que las poblaciones totales sintetizan en uno sólo grupo.

En segundo lugar la estrategia puede ser:

- Monotética: cuando las particiones son definidas por presencia o ausencia de un solo carácter.
- Politéticas: cuando los grupos son definidos por su similitud total en cuanto a su estructura de atributos.

En general, hay dificultades computacionales con muchos métodos no jerárquicos y con los métodos jerárquicos divisivos: ello ha provocado que los métodos jerárquicos aglomerativos sean los de uso más común, por lo tanto, las elecciones a seguir en los métodos de clasificación numérica son:

- Métodos monotético-divisivos.
- Métodos politético-aglomerativos.

Dentro de los métodos monotético-divisivos, el más utilizado es el análisis de información, particularmente útil para datos cualitativos.

Para Escurra y Equihua (1983) “el método consiste en un algoritmo de búsqueda que calcula la heterogeneidad del conjunto total de datos y luego prueba a partir de la matriz de datos según la presencia o ausencia de cada atributo. Así, para cada atributo se calcula el valor de cada heterogeneidad ( $\Delta I$ ) como”

$$\Delta I = I_t - I_p - I_a$$

Donde  $I_t$  es la heterogeneidad total de la matriz,  $I_p$  es la heterogeneidad de la submatriz definida por la presencia del atributo; y  $I_a$  es la heterogeneidad de la submatriz definida por la ausencia del atributo. El atributo que produce al valor máximo de  $\Delta I$  es el que define dos matrices de máxima homogeneidad y es el que se elige como atributo discriminante. Una vez formados dos grupos se elige el más heterogéneo de los dos y se reinicia el proceso, buscando el atributo dentro el grupo que produce la mejor partición. Así se forman tres grupos y eligiendo el más heterogéneo se parte para formar un cuarto grupo, hasta alcanzar el número de grupos que se deseen, Zavala (1986).

Los métodos politético-aglomerativos inician a partir del cálculo de los  $\frac{1}{2} N (N-1)$  coeficientes de similitud entre todos los pares de objetos, por ello todos tienen el siguiente algoritmo:

- a) Encontrar el par de objetos o grupos más similares entre sí.
- b) Fusionar ese par y recalcular las similitudes de este nuevo grupo con el resto de objetos o grupos.
- c) Si no todos los objetos están en un solo grupo, regresar al principio y si están, parar.

Existen muchas técnicas para derivar una estructura jerárquica a partir de una matriz de similitud entre las más utilizadas en comunidades vegetales están: el vecino más cercano, Centroides, Ward y Promedios entre grupos.

Por otro lado la **Ordenación Ecológica** es un arreglo espacial o un análisis matemático-matricial, para ser organizados gráficamente, permitiendo ver que tanta similitud hay entre la composición de especies y abundancia relativa, junto con los factores físicos en la base de la elección de hipótesis sobre las relaciones de causa-efecto en la composición de la misma vegetación, por lo general hay dos tipos básicos de ordenación, Kenneth A. Kerchan (1973):

- Ordenación Ambiental u Ordenación Directa, cuando los ejes son construidos por los datos ambientales, como los nutrientes del suelo, la altitud, la pendiente u otras.
- Ordenación Fitosocial u Ordenación Indirecta, cuando los ejes son construidos por los datos de vegetación.

La ordenación es considerada como sinónimo de análisis de gradientes. Se reconoce tres tipos de gradientes ambientales, Austin y Smith (1989).

1. Gradientes indirectos, aquellos que no tienen una relación directa con los organismos, involucran la presencia de otros factores (por ejemplo la altitud que tiene una correlación sitio-específica con la humedad y la temperatura las cuales si tienen efecto directo sobre el crecimiento).

2. Gradientes directos, con un impacto fisiológico directo en el crecimiento vegetal pero no son consumidos por los organismos (temperatura, pH, porosidad del suelo).
3. Gradientes de recursos. El factor ambiental es consumido como recurso para su crecimiento (oxígeno, agua, nutrientes del suelo).

Técnicas de ordenamiento más usadas.

Actualmente ha habido una revolución en las técnicas de Ordenamiento, debido a los nuevos paquetes informáticos y equipos computacionales mucho más rápidos, pero de los más utilizados son análisis de componentes principales (PCA), el análisis de correspondencia (AC), Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).

**(PCA)** Análisis de Componentes Principales, es el primer y más básico método de eigenvectores (ecuación característica) de ordenación, el objetivo del análisis es representar los juegos de datos que contengan muchas variables en un reducido número de variables compuestas (componentes o eje), la más interesante y fuerte covariación de variables emergentes de los primeros tres ejes (componentes).

Tiene por objeto representar las relaciones entre las muestras en un espacio reducido, de menor número de dimensiones, para facilitar su interpretación.

El análisis de componentes principales tiene por objeto determinar el ángulo  $\theta$  del eje  $y_1$  que cumple con el requisito:

$$\sum_{j=1}^n y_{1j}^2 = \text{máximo}$$

**(CA)** análisis de correspondencia técnica de gradiente indirecta (forma lógica de descubrir factores determinantes de la estructura de la comunidad) que permite ordenar muestras y especies de manera simultánea, permite destacar la correspondencia entre dos conjuntos de información.

Es una técnica de ordenación indirecta que requiere el cálculo de vectores característicos, pero se relaciona con el método de los promedios ponderados.

Se comienza por asignar pesos arbitrarios a las especies ( $a_i$ ); a partir de ellos se derivan promedios ponderados para las muestras, de tal forma que:

$$y_j = \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij} a_i \right)}{x_j}$$

Siendo “n” el número de especies.

En la segunda interacción se obtienen nuevos pesos para las especies a partir de los promedios ponderados obtenidos para las muestras en la interacción anterior:

$$a'_i = \frac{\left( \sum_{j=1}^m x_{ij} y_j \right)}{x_i}$$

Siendo m el número de muestras.

En la siguiente interacción:

$$y'_j = \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij} a'_i \right)}{x_j}$$

Finalmente se traslada a una escala de 1 a 100 (intervalo máximo = 100). Este paso es necesario porque la escala se reduce en cada interacción, la ecuación para trasladarlos valores a la ecuación 1 a 100 es:

$$a'_j = (a_i - a_{i \min}) \frac{100}{(a_{i \max} - a_{i \min})}$$

(ACC) Análisis de Correspondencia Canónica, el cual consiste en la utilización de un par de matrices con relación con los sitios de muestreo que cualquiera de las dos puede

mostrar una interactividad por el método de promedios recíprocos, Ter Braak (1986) o por eigenanálisis (análisis de las ecuaciones características), a partir de análisis de redondeo de errores.

El ACC no es un cálculo explícito de distancia de una matriz, pero se asemeja al AC, el ACC implícitamente se basa en la medición de distancia de ji-cuadros donde las muestras se acomodan según su importancia en su totalidad. Esto da mayor peso a las especies cuya abundancia total en la matriz de datos sea baja, así se exagera la distinción de las muestras que contienen algunas especies raras, McCune, James y Grace (2002).

La matriz de datos de las especies  $Y$  contiene una abundancia positiva  $y_{ij}$ , para  $i = 1$  para  $n$  sitios de muestreo y  $j = 1$  para  $p$  especies. Las notaciones  $y_{+j}$  y  $y_{i+}$  indican especies totales y sitios totales respectivamente. La matriz ambiental  $Z$  contiene valores para  $n$  sitios de  $q$  variables ambientales.

Se empieza arbitrariamente con cualquier sitio registrado,  $x$ .

Se calculan los registros de las especies, uno de los promedios ponderados de los registros de las especies

$$u_j = \frac{e^{-\lambda} \sum_{i=1}^n y_{ij} x_j}{y_{+j}}$$

La constante  $\lambda$  es constante para la escala usualmente seleccionada en la siguiente descripción. Se puede ignorar cuando se estudia la lógica de los procesos de los promedios ponderados.

Se calculan nuevos registros de los sitios,  $x'$  por promedios ponderados de los registros de las especies

$$\frac{x^* - \lambda^{\alpha - 1} \sum_{j=1}^p y_{ij} u_j}{y_{i+}}$$

Estos son los registros de los promedios ponderados de Palmer (1993).

Se obtienen los coeficientes de regresión  $b$  por medio de regresión múltiple de los cuadrados de los promedios ponderados de los sitios registrados en las variables ambientales. La ponderación es la del total de los sitios registrados en la diagonal de otro modo de vacía,  $n = n$  matriz cuadrada de  $R$

$$b (Z' RZ)^{-1} Z' R x^*$$

Se calculan nuevos registros de sitios, estos son valores adecuados por el procedimiento de regresión

$$\mathbf{x} = \mathbf{zb}$$

Este es el registro de calculo lineal de Palmer (1993). Que son combinaciones lineales de valores ambientales.

Se ajustan los registros de los sitios para fabricar los que no están correlacionados con los ejes previos por la regresión múltiple de cuadrados mínimos ponderados de los registros de los sitios comunes sobre los sitios de los ejes precedidos, el ajuste de los registros son los residuos para esta regresión.

Se centran y estandarizan los registros a una media = 0 y varianza = 1.

### 2.3. Estudios sobre Clasificación y Ordenación Vegetal en México.

A pesar que en el ámbito mundial los estudios de las comunidades vegetales relacionados con clasificación y ordenamiento son comunes desde principios del siglo XX, y que en México se cuenta con una amplia gama de comunidades vegetales, no fue sino hasta muy entrados los años '70s del siglo pasado que se reportan los primeros estudios, de los que se pueden mencionar:



Piñero et al. (1977), realizó estudios florísticos utilizando el ACP (Análisis Componentes Principales) para comparar sitios de una selva perennifolia; Zavala (1980) clasifica la vegetación del valle de Zapotitlan de las Salinas en Puebla.

Guizar y Granados (1981) hicieron clasificación y ordenamiento de vegetación en el Estado de México; un año después Granados y Tapia (1982) publica una “clasificación y ordenación de vegetación”.

Equihua (1991) hizo un estudio de clasificación en la reserva de la Biosfera de la Michilía, en Durango.

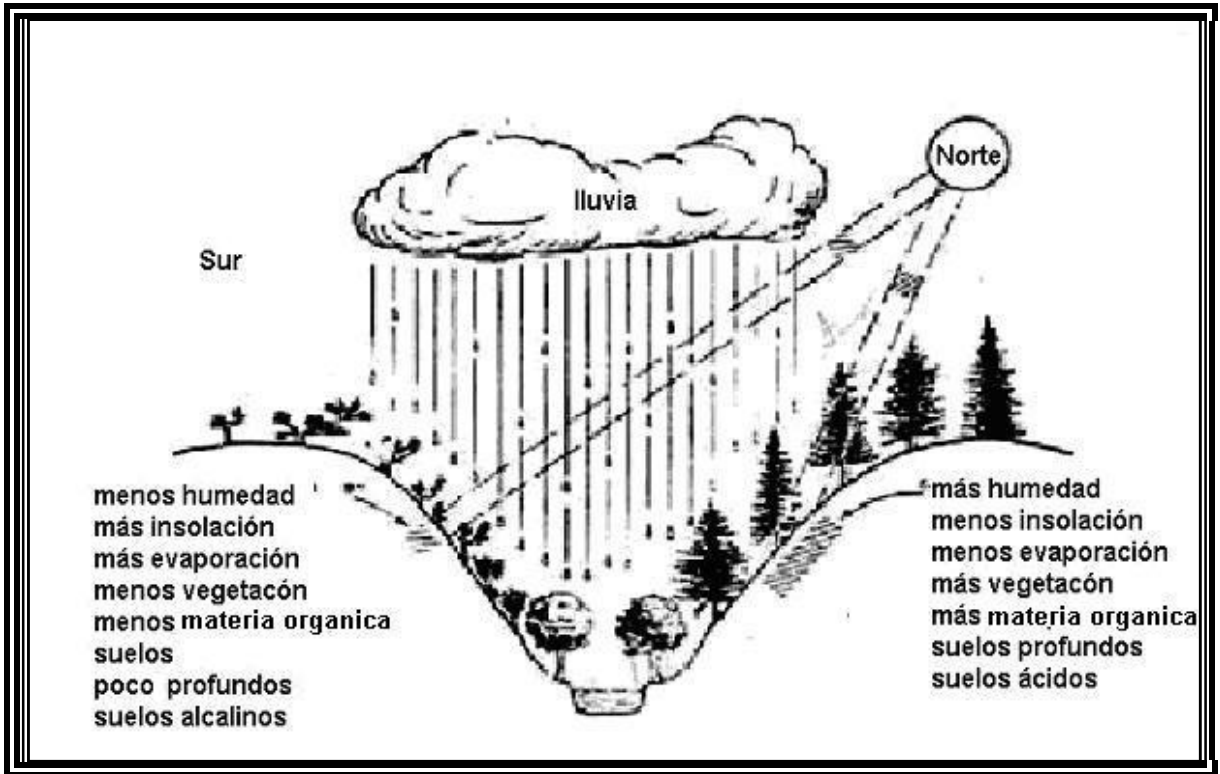
Aguado (1996), realizó un estudio sobre la relación entre la variabilidad de la composición florística de los pastizales y algunos elementos climáticos en el noroeste de Jalisco, utilizando el ACC (análisis canónico de covarianza), con el Programa CANOCO.

Sánchez González (1998) trabajó la “clasificación y ordenamiento de la sierra de Real de Catorce en San Luis Potosí, haciendo hincapié en el método ACC”.

Suárez (2003), hizo un trabajo de “Clasificación y Ordenamiento sobre las comunidades de la sierra de San Joaquín en Querétaro” e igualmente utiliza los métodos de ACC.

#### **2.4. Efecto de ladera o sombra orográfica.**

El efecto de ladera no es sino un fenómeno de origen físico y geográfico dado por la altitud, la inclinación o pendiente de los cerros, cordilleras o macizos montañosos, los vientos que transportan la humedad y la incidencia del sol; que en conjunto modelan las comunidades vegetales dando como resultado contrastes muy evidentes en las mismas; en términos generales una pendiente con cara hacia el Sur siempre experimenta mayor insolación total que la pendiente con cara hacia el Norte en la misma región (Figura.1), esto esta de acuerdo con los planteamientos de gradiente vegetacional expuestos por Brown(1995), Clements y Newman(2002).



**Figura 1. Efecto de ladera**

En la zona de Pachuca y en Especial en la periferia y dentro de El Parque Nacional de 'El Chico', es evidente este fenómeno, una pendiente que va hacia el Norte contiene encinos y una pendiente con cara hacia el sur de la misma zona está cubierta por matorral xerófito, mientras que en las cumbres más altas se encuentran los bosques de oyamel, a altitudes mayores de 2,600 msnm.

### **3. Justificación.**

En este trabajo se ubica donde es evidente el efecto de ladera de fase climática ya que en la parte norte se encuentra el bosque de *Abies religiosa* y *Quercus spp.* debido a que los vientos que recibe contiene una gran cantidad de humedad en contraste con la ladera sur la cual presenta en la parte más alta un bosque de *Juníperus deppeana* que da paso a un matorral xerófito constituido por *Agave lechuguilla*, ya que los vientos predominantes que habían pasado por la ladera norte contiene poca o ninguna humedad, Rzedowski. J.(1988).

### **4. Objetivos.**

1. Establecer las diferencias florísticas, de suelo y climáticas de la Sierra Sur de Pachuca para considerar los efectos de orientación de las laderas norte y sur, realizando un ordenamiento ecológico.
2. Caracterizar las diferentes zonas de estudio por medio de perfiles semirealistas.
3. Analizar los diferentes tipos de suelo para determinar si hay diferencias significativas entre las dos laderas.

## **6. Metodología.**

### **6.1. Trabajo de campo.**

Desde el mes de febrero del 2005 hasta febrero del 2006 se realizaron exploraciones intensivas en los sitios de muestreo con el fin de coleccionar la mayor cantidad de especies en floración, además de tomar muestras de suelo, todo esto se realizo con una periodicidad de dos meses aproximadamente.

#### **6.1.1. Delimitación de los sitios de estudios.**

Basándose en una exhaustiva revisión bibliográfica, consulta de carta topográfica, edáfica, uso del suelo y vegetacional (escala 1:50000) del Estado de Hidalgo, así como recorridos preliminares de campo para identificar las diferentes comunidades vegetales se delimitaron principalmente las asociaciones vegetales que se encuentran en las laderas norte y sur de la parte sur de la Sierra de Pachuca que corresponde al municipio de Pachuca de Soto y el Parque Nacional de “El Chico” y sus alrededores que corresponden a los municipios de Mineral de El Chico, Mineral de El Monte y Pachuca de Soto, Rzedowski(1978). Para la elección de los sitios de muestreo, se tomaron como criterio los lugares con vegetación tipo mejor conservadas de cada comunidad.

#### **6.1.2. Colecta de especímenes vegetales.**

En cada sitio de muestreo, se realizo un levantamiento florístico mediante el método de barrido, integrando un listado general de cada comunidad vegetal, además de que se tomaron los siguientes datos de colecta:

- Lugar de colecta (paraje, carretera, sendero, etc.)
- Número de sitio de muestreo.
- Tipo de vegetación.
- Forma del relieve (loma barranca, peña, etc.).
- Topología del lugar, % de Pendiente.
- Exposición de ladera (norte o sur).
- Altitud.
- Tipo de suelo.
- Observaciones particulares del ejemplar (abundancia, altura, color, forma de vida, etc.).

### **6.1.3 Caracterización horizontal.**

El patrón espacial para la ubicación de cada sitio de muestreo fue de tipo dirigido (o preferencial) hacia el interior de las zonas homogéneas reconocidas a lo largo del gradiente altitudinal: y dentro de cada muestra, las subunidades muestrales se situaron según un patrón aleatorio.

### **6.1.4. Caracterización vertical y levantamiento de perfiles semirealistas.**

En cada unidad de vegetación se delimitó de acuerdo con el método de Davis y Richards (1934), un área rectangular de 10 x 100 m, para el levantamiento de los perfiles fisonómicos semirealistas de la siguiente manera; se midieron todos los árboles con diámetro mayor o igual a 20 cm de acuerdo con Sánchez (1987), los mismos fueron cuidadosamente dibujados según el criterio de Esperanza (1981).

### **6.1.5. Levantamiento de muestras de suelo.**

Además se recogieron muestras de suelo (aproximadamente 1.0 Kg) en los sitios de levantamiento de perfiles de vegetación basándose en la guía formulada por Hernández y Sánchez (1973), que fueron trasladados al laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Chapingo para llevar a cabo el análisis de sus propiedades físicas y químicas.

## **6.2. Trabajo de laboratorio.**

### **6.2.1. Determinación taxonómica.**

La determinación de las especies se efectuó en el Herbario de la Universidad Autónoma de Chapingo donde se depositaron, así mismo se consultaron los listados florísticos de las zonas estudiadas, revisión de ejemplares en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN con el propósito de complementar el total de especies de cada sitio de estudios.

### **6.2.2. Análisis de las muestras del suelo.**

Se tomaron muestras de 0 a 20 cm de profundidad debajo del mantillo orgánico (o en la superficie cuando este no existía), 1.0 kg de cada muestra se llevó al laboratorio de Edafología de la Universidad Autónoma Chapingo, donde se determinaron las siguientes

propiedades:

Pruebas físicas.

- Arena.
- Limo.
- Arcilla.
- Textura hidrómetro de Bouyoucos.

Pruebas químicas.

- Materia Orgánica Wkley y Black.
- pH potenciómetro relación suelo-agua 1:2.5
- Capacidad de intercambio Cationico acetato de amonio 1.0N pH 7.0 por centrifugación.
- N total digerido con mezcla diácida y determinado por arrastre de vapor.
- Ca y Mg intercambiable extraído en acetato de amonio 1.0N pH 7.0 en relación 1:200 y determinado por espectrofotometría de absorción de flama.
- K intercambiable extraído en acetato de amonio 1.0N pH 7.0 en relación 1:20 determinado por espectrofotometría de emisión de flama.

### **6.2.3. Análisis estadístico.**

Clasificación

Para realizar la clasificación se utilizó el programa de calculo estadístico y generación de gráficos R versión 2.2.0 \* el cual se enfoca al análisis multivariado de datos ecológicos por medio de un cluster "hclust", basándose en una medida de distancia y un método de unión de grupos "dist.binary" (Computation of Distance Matrices for Binary Data).

La clasificación se realizó con variables cualitativas (presencia / ausencia, ver anexo 2), tomando como método de unión el promedio entre grupos y como medida de dispersión el índice de Jaccard(el cual tiene en cuenta la relación entre el número de especies comunes

---

\* De software libre y el paquete par análisis de datos ambientales ade4(Analysis of Environmental Data: Exploratory and Euclidean methods in Environmental Sciences) versión 1.4-0 desarrollado por Chessel Daniel y Anne B. Dufour de la Universidad de Lyon, Francia.

y el total de las especies encontradas en las muestras que se comparan (Matteucci y Colma,1982).

### Ordenación

Se analizaron los datos fitosociológicos mediante el análisis canónico de correspondencia (CCA). Estos cálculos se ejecutaron con el programa de calculo estadístico y generación de gráficos R versión 2.2.0.

El método de CCA permite separar las especies según sus nichos ecológicos y construye gradientes cinéticos de ordenación, Estos gradientes pueden concordar con gradientes ambientales o combinar diferentes factores ambientales o referirse a gradientes aún no identificados.

Por principio se correlacionan tres grupos de variables: sitios, especies y factores ambientales. El enfoque del CCA esta en la separación de diversidad J(entre sitios), tomando la diversidad I (en un sitio) como dada (Ter Braack y Vendorschott, 1995).

El CCA posiciona las especies, los sitios y los factores ambientales en un sistema de coordenadas de los gradientes principales, el grado de poder explicito de los gradientes se expresa por su valor eigen (eigenvalue). La ubicación de los sitios en el sistema de coordenadas corresponde a su media ponderada (centroid) con cero en el origen de las coordenadas (zero wieghted mean), y la varianza unifica (unit wieghted variance). Las especies se ubican de acuerdo a su incidencia de los sitios. De igual manera, los factores ambientales cualitativos se posicionan por sus medias ponderadas (centroid), mientras que los factores ambientales cuantitativos se ubican por sus correlaciones vectoriales con los ejes principales.

Con esto, en última instancia se busca el desarrollo de un modelo más comprensible del status que guardan las comunidades entre sí y los factores ambientales que las están delimitando.

## **7. Resultados.**

### **7.1. Caracterización de la Vegetación.**

De acuerdo con Rzedowski(1978) y Hernández 1995, el área que comprende el Parque Nacional de “El Chico”, la parte norte de la ciudad de Pachuca y el noroeste de Real del Monte, pertenecen a la provincia florística de la sierra meridional de la región mesoamericana de montaña que corresponde a la zona Holártica (Figura 3), la altitud varía desde los 2,400 msnm en la ciudad de Pachuca hasta los 3,086 msnm en las cumbres del Cerro de las Ventanas.

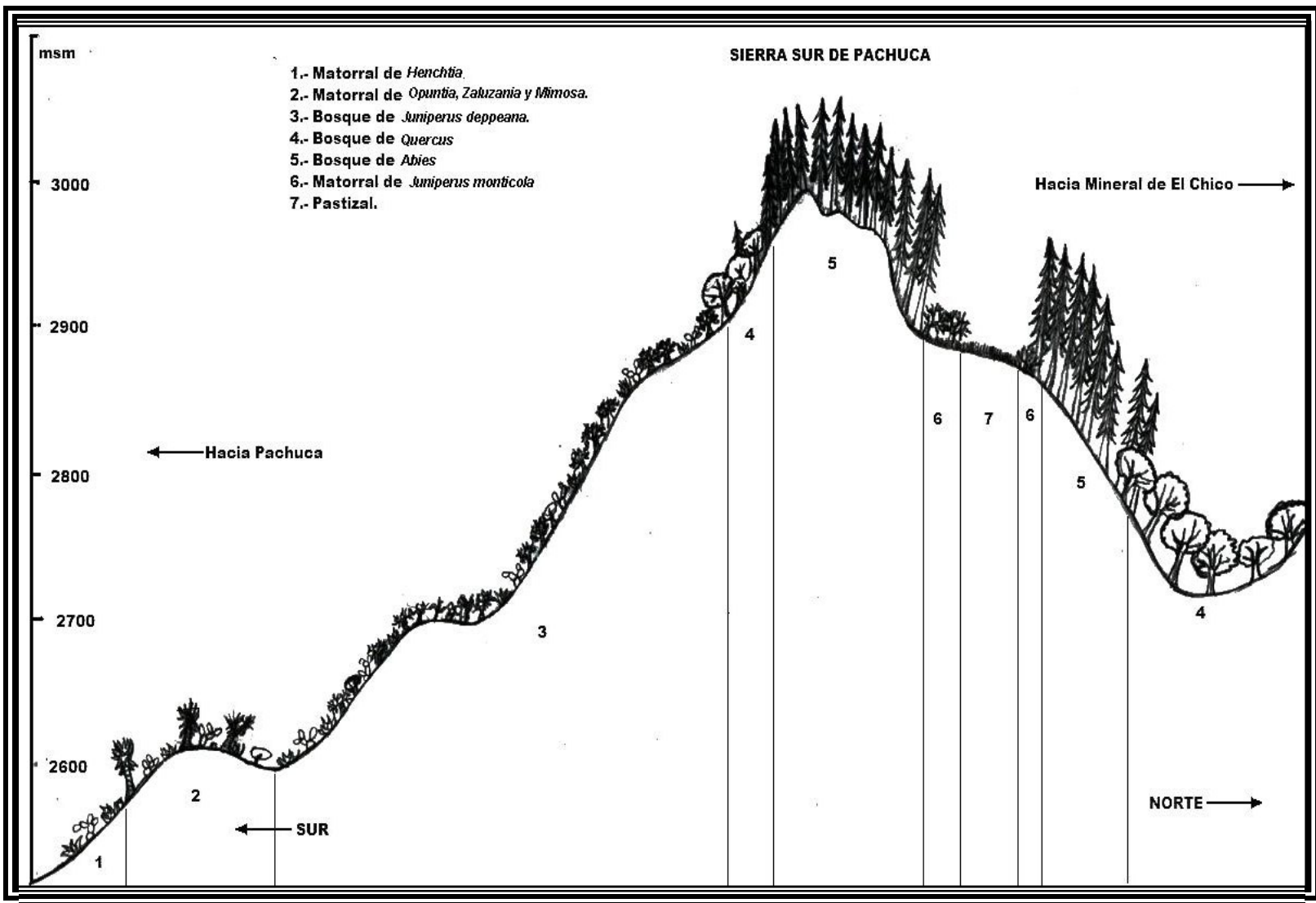
Cabe destacar que hubo vegetación no considerada en el estudio no cumple con el criterio para el análisis de efecto de ladera, como: “la vegetación acuática”, la cual se presenta sólo en los márgenes de ríos, presa, bordos o estanques de la zona, el “Bosque de Pino”, por ser inducido, “la vegetación ruderal y arvense” al ser vegetación de tipo secundario e inducida, así mismo “la vegetación rupícola” por su difícil acceso en las zonas muy escarpadas, finalmente “el bosque de *Abies-Quercus*”, considerado por Rzedowki como una fase de transición entre el Bosque de *Abies* y el Bosque de *Quercus* poco diferenciada.

De la vegetación considerada se determinaron 206 especies de un total de 250 muestras, además se completó con los listados previos de la zona de estudios y ejemplares botánicos de la zona depositados en el Herbario de la escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), dando un total de 692 especies (anexo 1). descritas para el área estudiada, con un total de 87 familias, las familias mejor representadas fueron: Compositae con 42 géneros, Gramineae 13, Rosaceae 11, Labiateae 8, Cactaceae y orchideaceae con 6 cada una; además de acuerdo con la NOM-Ecol-059-94 de especies raras, amenazadas, o en peligro de extinción se encontraron las siguientes, especies raras *Gentiana spanthacea*, *Pseudosuga macrolepis* y *Taxus globosa*; especies con protección especial *Cupressus benthamii* y *Juniperus monticola*, especie en peligro a *Litsea glaucescens*.

En base a los trabajos de Gallina et al. (1974) y Hernández Rosales(1995) se determinan los siguientes tipos de comunidades vegetales (sólo se tomó en cuenta la vegetación que es directamente afectada por el efecto de ladera), los cuales se agruparon según su exposición de ladera, con respecto a los vientos.



Figura 3. Tipos de vegetación presentes en la Sierra sur de Pachuca y el parque nacional de 'El Chico'.



## 1. Vegetación de barlovento (ladera Norte)

### Bosque de *Abies*.

Es la más notoria de las comunidades dentro del Parque Nacional de ‘El Chico’, así como la que ocupa la mayor superficie del mismo y en Este-Sureste de Real del Monte, principalmente en laderas, se distribuye desde los 2,600 m a los 3,086 m de altitud, generalmente con exposición sur, con suelos bien drenados, ricos en materia orgánica húmedos durante todo el año (precipitaciones cercanas a 1,000mm), donde la especie dominante en el estrato arbóreo es *Abies religiosa* (Oyamel) que alcanza alturas de 20 m a 40 m.

El estrato arbóreo está principalmente integrado por *Alnus acuminata ssp. glabrata*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleia cordata*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina ssp. capulli*, *Quercus ssp.*, *Dahlia merckii*; en los estratos arbustivo y herbáceo se encuentran *Arctostaphylos pungens*, *Cirsium jorullense*, *Cupressus benthamii*, *Delphinium pedatisectum*, *Fragaria mexicana*, *Fuchsia microphylla*, *Heuchera orizabensis*, *Lonicera mexicana*, *Monotropa hypopitys*, *Penstemon roseus*, *Comelina diathifolia*, *Fradescantia crassifolia*, *Sisyrinchium scabrum*, *Tigridia martinezii*, *Geranium bellum*, *Pernnetya ciliata*, *Salvia mexicana*, *Phaseolus coccinea*, *Qxalis slbicans*, *Verbena elegans* y *Viola ciliata*.

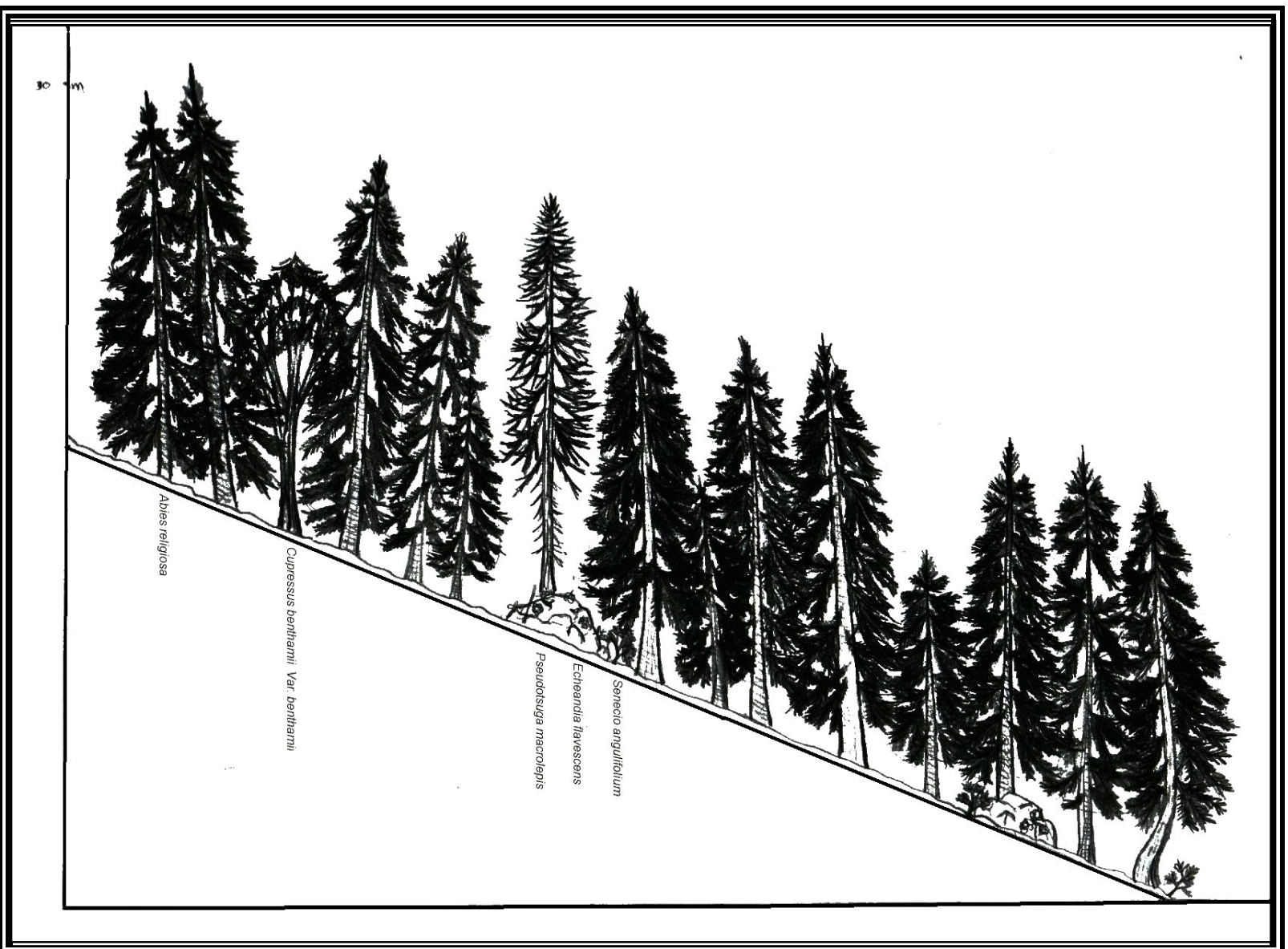


Figura 4. Perfil semirrealista (modificado) Bosque de *Abies religiosa*.



Figura 5. Perfil semirealista tridimensional (adaptado de Richar) para el Bosque de *Abies religiosa*.

Bosque de *Quercus*.

Aunque se encuentran en casi todo el Parque Nacional de ‘El Chico’, generalmente en las laderas en la parte noroeste del parque y sus alrededores, formando manchones bien definidos, se distribuye desde de los 2,400m a los 2,800m de altitud, con una precipitación media anual de entre 700 a 1000mm.

Esta formado por varias especies de Encinos (*Quercus glabrescens*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. mexicana*, *Q. crasifolia*), los cuales se ligan a los pinares (*Pinus patula*, *P. rudis*, *P. teocote*) mezclándose entre sí, y con una altura que no rebasa los 20m, las epifitas del genero *Tillandsa* son abundantes en estos bosques que están en cañadas. Además de las diferentes especies de *Quercus* también destacan otros árboles y arbustos como *Alnus acuminata ssp.glabrata*, *Arbutus glandulosa*, *Arbutus xalapensis*, *Cornus excelsa*, *Crataegus pubescens*, *Ilex toluhana*, *Juniperus deppeana*, *Arctostaphylos pungens*, *Baccharis conferta*, *Salvia microphylla* y *Eupatorium hidalguense*; por ultimo mencionar a las epifitas y suculentas como *Tillandsia usneoides*, *Tillandsia benthamiana*, *Spiranthe aurantica*, *Villadia bateéis*, *Phorandendron brachystachium*, *Conopholis mexicana* y *Peperomia campylotropa*.

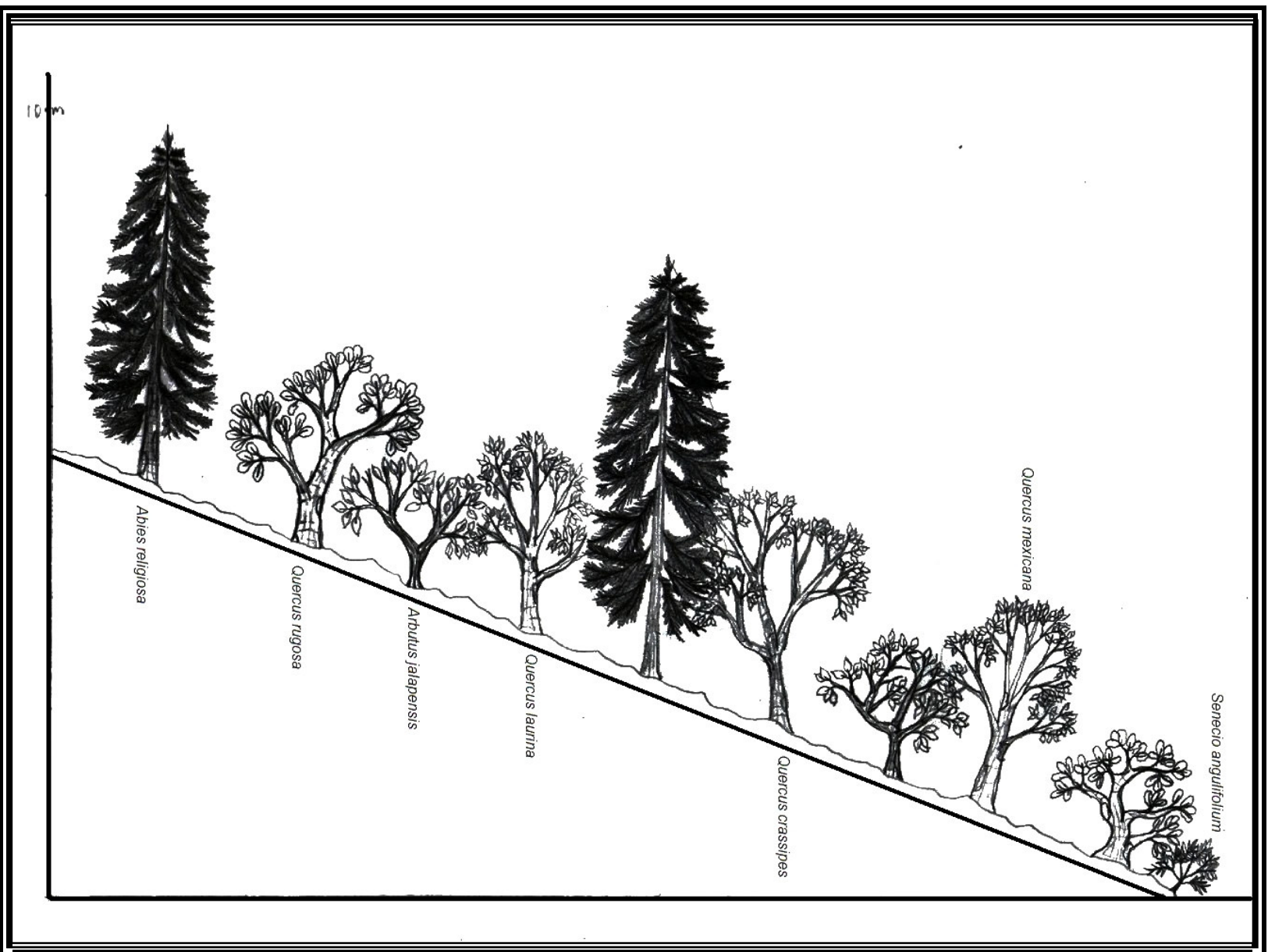


Figura 6. Perfil semirealista (modificado) Bosque de *Quercus*.

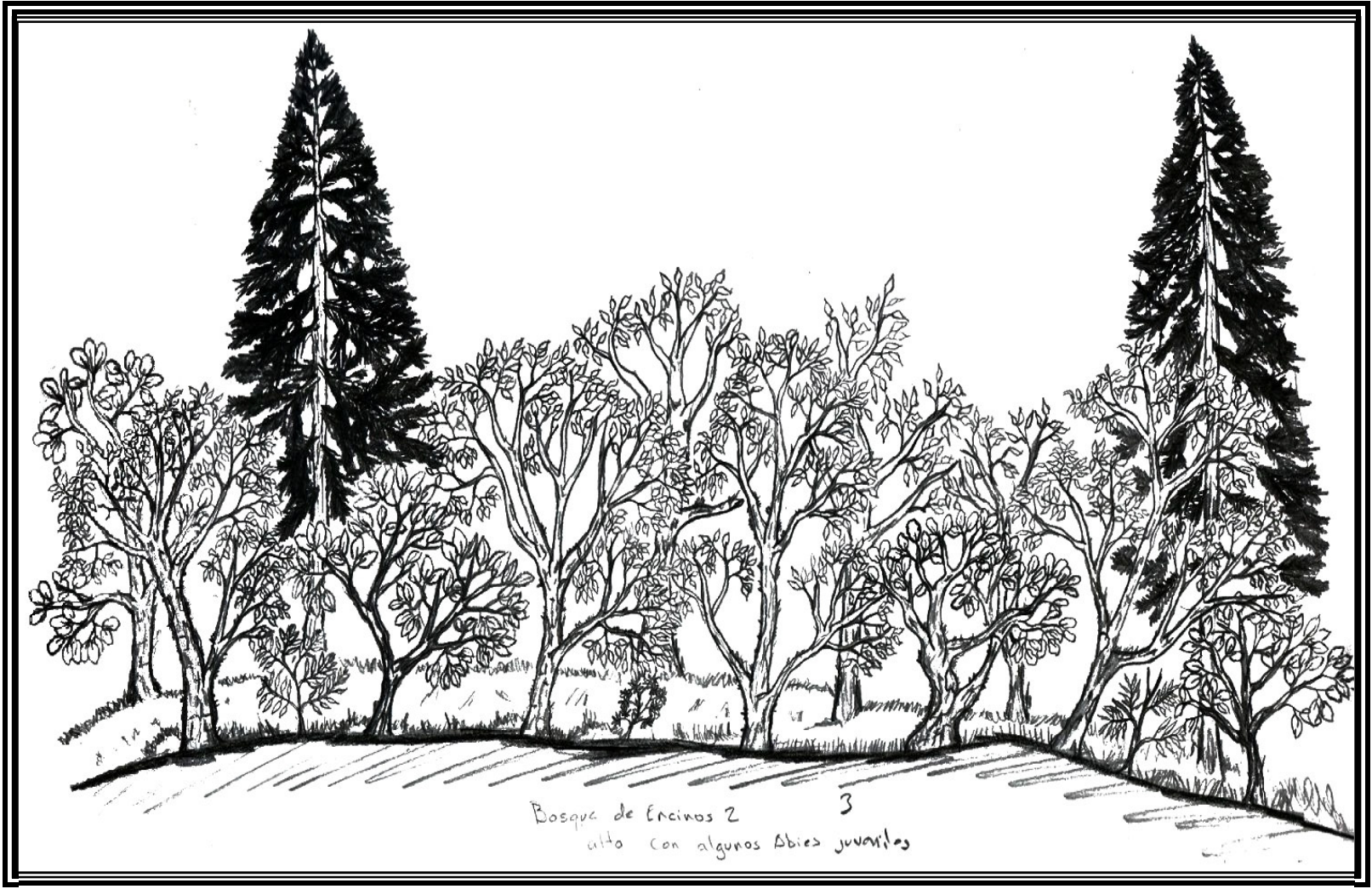


Figura 7. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el bosque de *Quercus*.

Matorral de *Juniperus monticola*.

De 1 m a 3 m de altura y que son una fase de transición entre los bosques de Oyamel y los pastizales que se encuentran en las partes altas dentro del Parque Nacional de ‘El Chico’, en donde se han hecho disturbios, lo que lleva a designarla como una comunidad de tipo secundario muy localizada en las partes abiertas del bosque de Oyamel, estos matorrales no cubren grandes extensiones y se presentan formando manchones desde el límite altitudinal inferior del bosque hasta las partes más altas del mismo, formando principalmente parte de las zonas abiertas del bosque.

En estrato arbustivo destaca *Baccharis conferta* como la especie acompañante más frecuente, en el estrato herbáceo están *Aphanostephus*, *Bromus*, y *Trisetum*, en general el estrato herbáceo es pobre en especies vegetales, pero se pueden mencionar las siguientes *Carex longicaulis*, *Cyperus spectabilis*, *Spergularia mexicana*, *Stellaria cuspidata*, *Cirsium jorullense*, *Dahlia pinnata*, *Gnaphalium americana*, *Hieractum absissum*, *Piquería pilosa*, *Sedum gregii*, *Lippia umbellata*, *Bouvardia ternifolia*, *Penstemon campanulatus*, *Geranium potentillaefolium*, *Plantago australis*, *Alchemilla velutina* y *Apium leptophyllum*.



## Pastizales.

Intercalados entre el bosque de *Abies* y los matorrales de *Juniperus monticola* destacan los pastizales, son claros en medio del bosque de *Abies* donde predominan los pastos (familia gramineae: *Agrosus*, *Boutelouva*, *Deschampsia*, *Muhlenbergia* y *Trisetum*) su existencia en estos lugares es debido al drenaje lento de los suelos.

Los pastos que se encuentran no rebasan los 30 cm de altura, en el área estudiada se encuentran alrededor de la peña de Las Ventanas, es notable también el hecho de que su composición florística es muy rica a diferencia de otras asociaciones de gramíneas del Valle de México, otras plantas herbáceas y propias de esta región son *Viola painteri*, *solanum appendiculatum*, *Daucus montanus*, *Eryngium serratum*, *Eryngium subcaule*, *Rhodosciadium toluicense*, *Urtica dioica*, *hedyotis pygmaea*, *Castilleja lithospermoiyses*, *Lamourouxia dasyantha*, *Physalis orizabae*, *Ranunculus dichotomus*, *Potentilla candicans*, *Potentilla ranunculoides*, *Plumbago pulchella*, *Polygala myrtilloides*, *Rumex acetosella*, *Anagalis arvensis*, *Trifolium goniocarpum*, *Kearnemalvastrum lacteum*, *Oxalis albicans*, *Hedeoma piperitum*, *Salvia lavéis*, *Dalea luctea*, *Phaseolus coccineus*, *Euphorbia furcillata*, *Nama dichotomum* y *Habenaria guadalajarana*.



Figura 8. Perfil semirealista (modificado) Matorral de *Juniperus monticola* y Pastizales.



Figura 9. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el Matorral de *Juniperus monticola* y el Pastizal.

## 2. Vegetación de sotavento (ladera Sur)

Bosque de *Juniperus deppeana*(tláxcal).

En los alrededores de la ladera sur poniente del parque Nacional de ‘El Chico’ y en el lado noroeste el municipio de Mineral del Monte se ubican comunidades abiertas dominadas por *Juniperus deppeana* (tláxcal), en forma arbustiva o árboles pequeños entre 2 y 6 m de altura se localizan en las faldas, bases y laderas de los cerros y laderas con cierto grado de disturbio entre 2,660 m y 2,800 m de altitud, intercalándose con los pinares y encinares hacia las partes altas y con matorral Xerófito hacia las partes bajas.

Los árboles y arbustos sobresalientes son *Juniperus deppeana*, *Quercus laurina*, *Quercus frutex*, *Zaluzania augusta*, *Brickellia veronicaefolia*, *stevia salicifolia* y *Brickellia longiflora*; también destacan las plantas jugosas como *Tradescantia crassifolia* var. *acaulis*, *Dasylyrion acrotrichum*, *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria magnimamma*, *Opuntia streptacantha* y *Portulaca oleracea*.

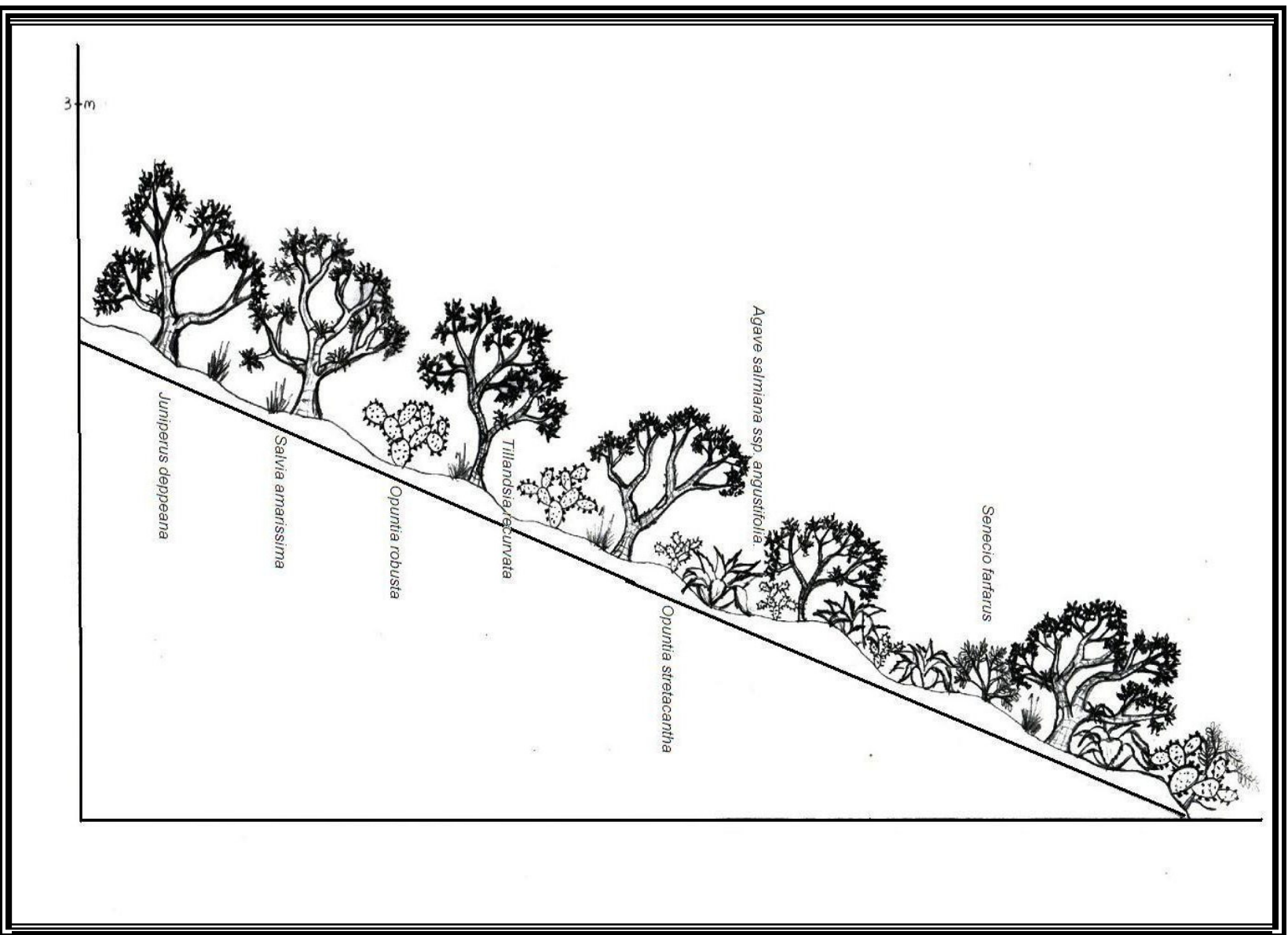


Figura 10. Perfil semirrealista (modificado) Bosque de *Juniperus deppeana*.

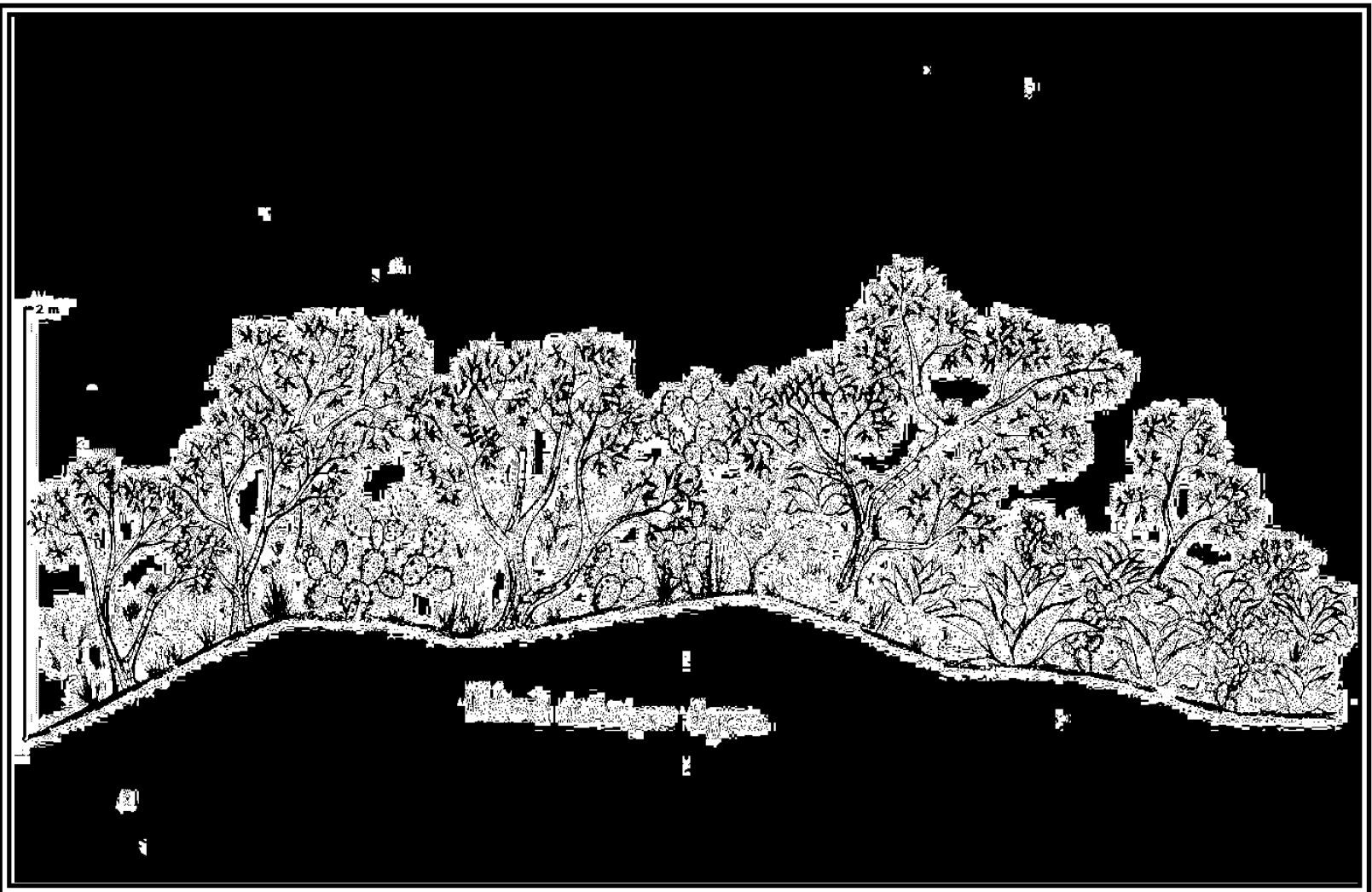


Figura 11. Perfil tridimensional (adaptado de Richar) para el Bosque de *Juniperu*  
*deppiana*

Matorral micrófilo.

Es un tipo de matorral xerófito que se presenta sólo en la vertiente sur de la Sierra de Pachuca, en altitudes menores de 2700 m y con escasa lluvias (alrededor de 500 mm).

Es un matorral abierto con estrato herbáceo ausente en la época de seca del año, se desarrolla en condiciones de aridez; se traslapa con el matorral de *Juniperus deppeana*, el estrato herbáceo se ausenta en la época seca del año, en la zona de estudio se localiza principalmente hacia el norte, poniente y oriente de la ciudad de Pachuca y a la entrada del Parque Nacional De El Chico, las especies dominantes son *Opuntia streptacanta* *Opuntia* *ssp.*, *Zaluzania augusta*, *Mimosa biucifera*, *Eupatorium espinosarum*, *Bouvardia longiflora*, *Bouvardia trenifolia*, *Senecio praecox* *var. praecox*, *Dalea bicolor* *var. bicolor*, *Adolphia infesta* y *Schinus mollea*; así como suculentas tales *Yucca filifera*, *Tillandsia recurvata*, *Coryphantha clava*, *Echinocereus ehrenbergii*, *Mytillocactus geometrizers*, *Opuntia robusta*, *Opuntia spinulifera* *Opuntia lasiacantha*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia rosea*, *Echeverría coccinea*.

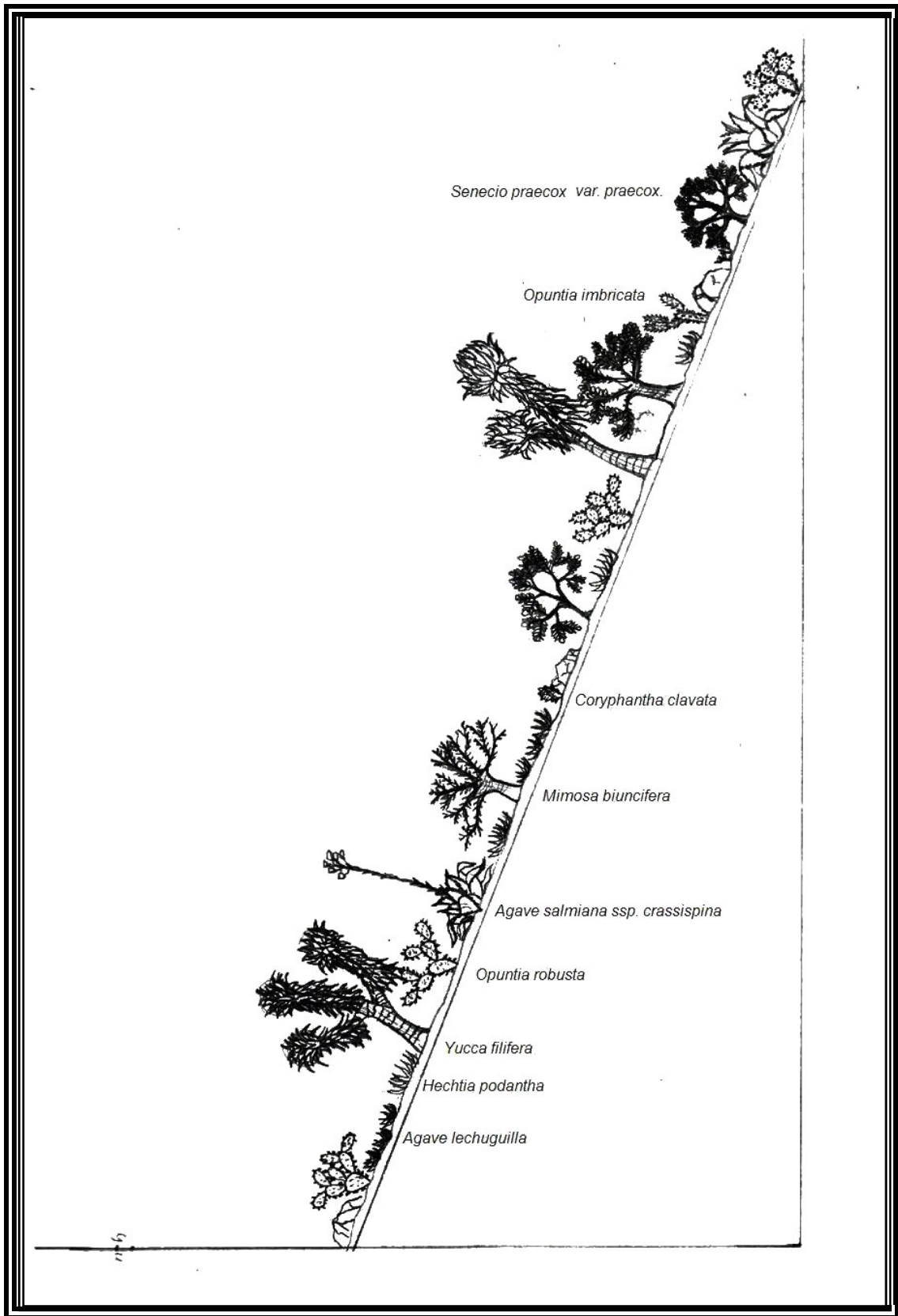


Figura 12. Perfil semirealista (adaptado de Richard) par el Matorral micrófilo



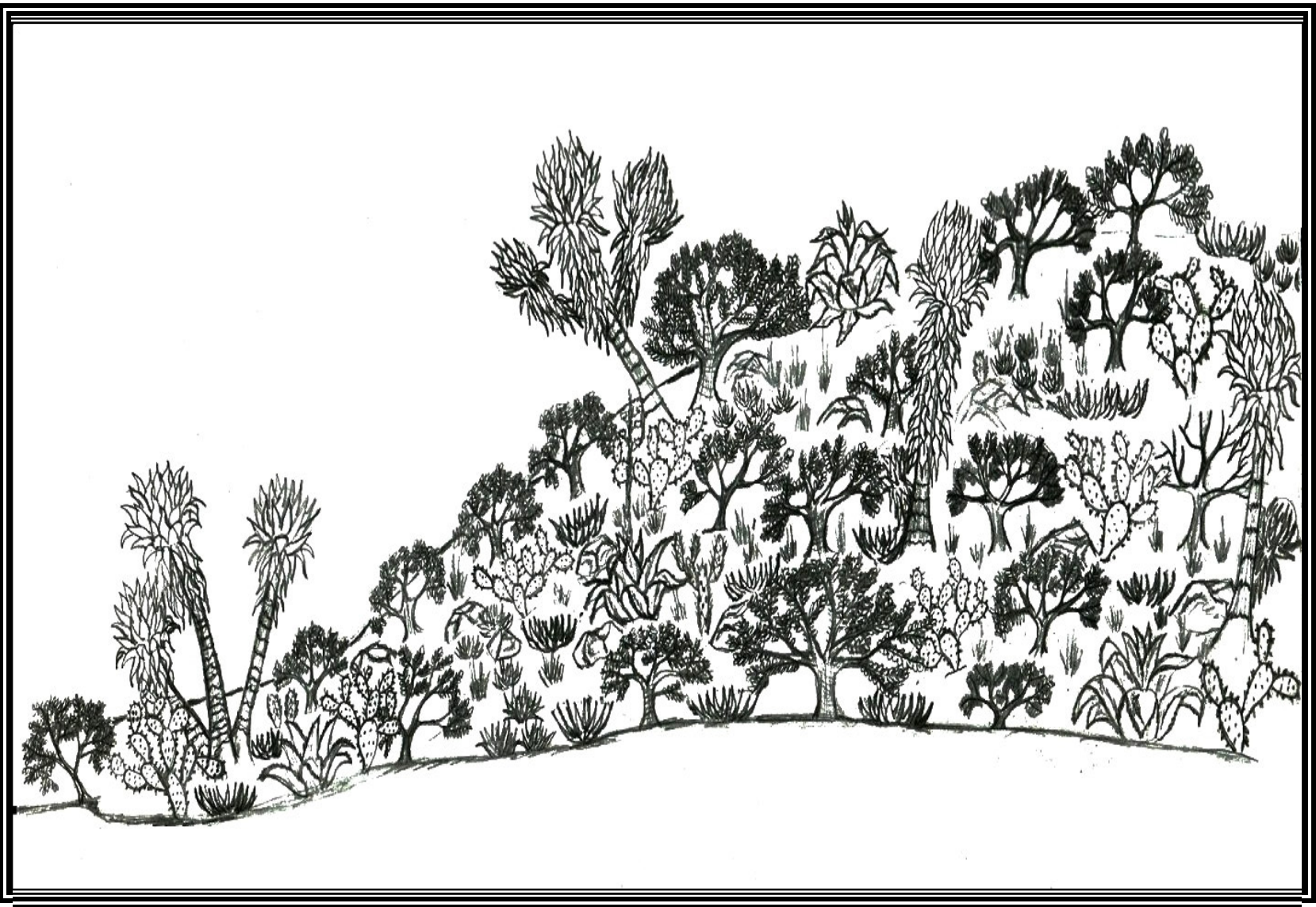


Figura 13. Perfil tridimensional (adaptado de Richard) para el Matorral micrófilo.

Matorral rosetófilo.

Predominan las plantas bajas de hojas arrosetadas y espinosas, principalmente de *Hechtia podantha* y *Agave lechuguilla*, al igual que el matorral micrófilo se distribuye exclusivamente en el lado sur de la Sierra de Pachuca, de oriente a poniente cerca de la capital del Estado y bajo condiciones ecológicas semejantes, por lo que se piensa que el matorral rosetófilo puede estar relacionado con algún factor edáfico o de disturbio.

Otras plantas comunes en esta asociación son *Eupatorium espinosarum*, *Brickellia veronicaefolia*, *Mimosa biuncifera* y *Setevia salicifolia*; además de otras plantas crasas como *Coriophantha octacantha*, *Echinofossulocactus heteracanthus*, *Echinofossulocactus phyllacanthus*, *Echeveria mucronata*, *Jatropha dioica* y *Aloe vera* (introducida).

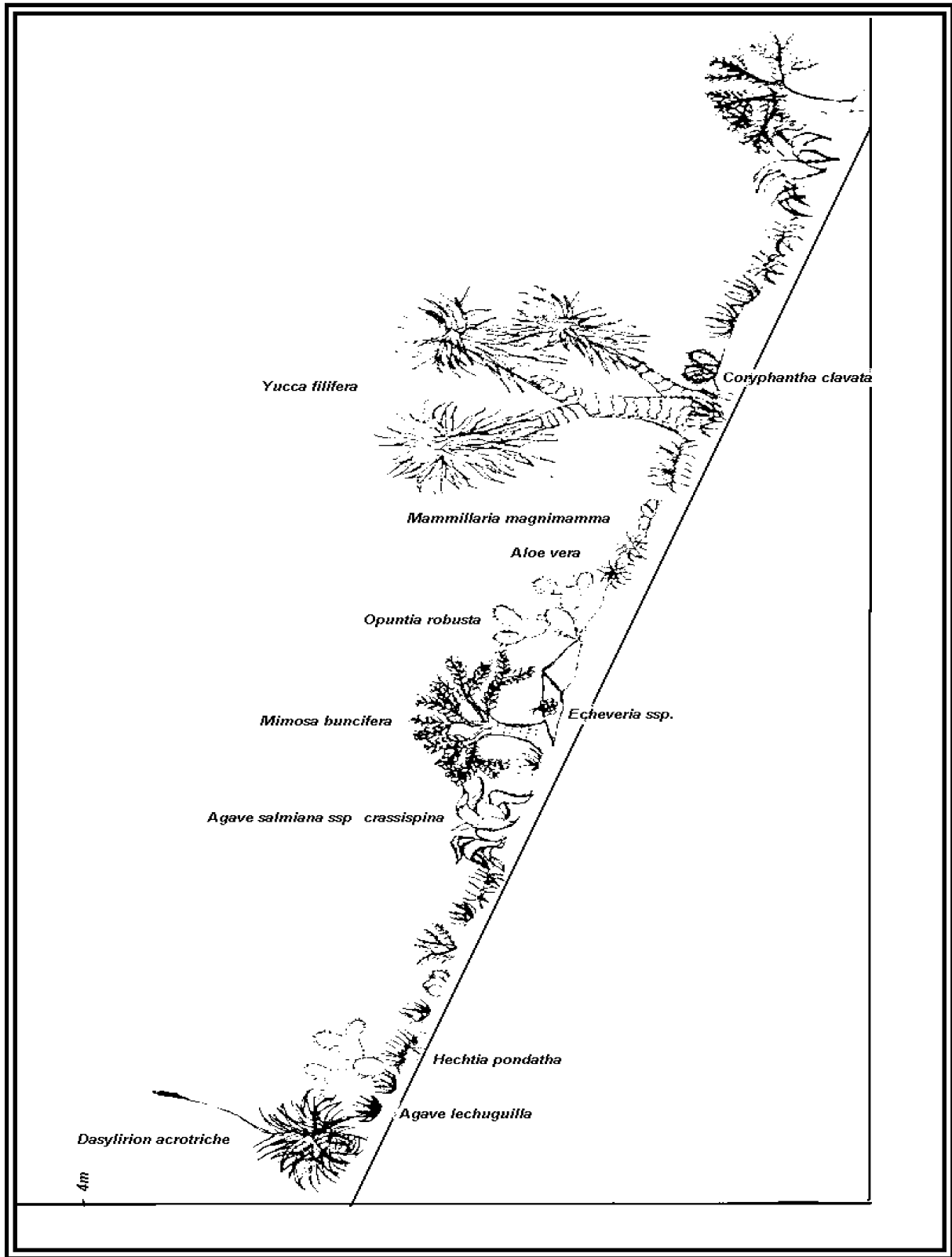


Figura 14. Perfil semirealista (adaptado de Richard) par el Matorral Rosetofilo.

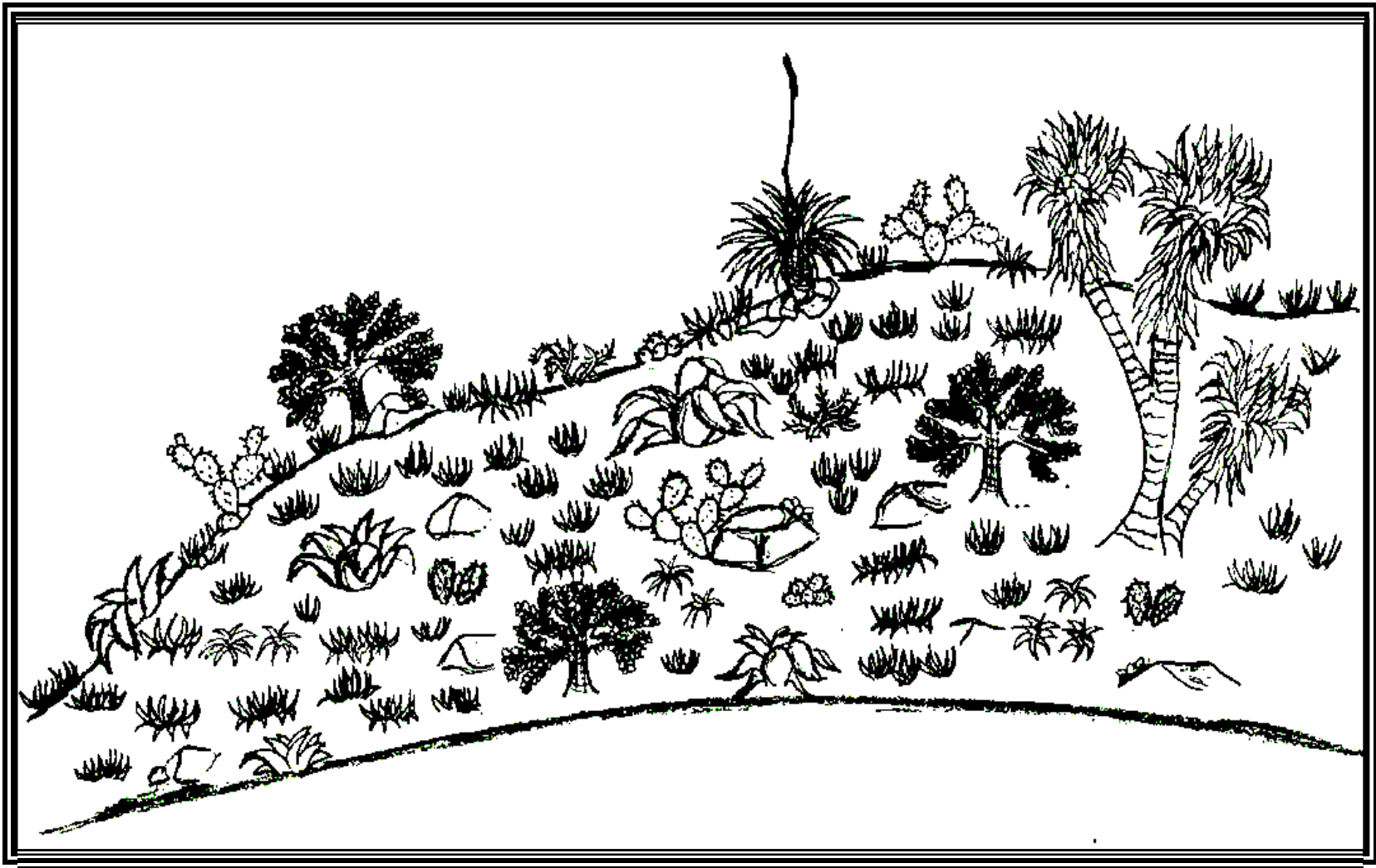


Figura 15. Perfil tridimensional (adaptado de Richard) para el Matorral rosetófilo

Otros tipos de vegetaciones que no se consideraron en el estudio por las razones ya mencionadas fueron:

#### Bosque mixto de *Abies-Quercus*.

Es una comunidad localizada en los alrededores del poblado de ‘El Chico’ hacia la zona de las cañadas, con una altura que va desde los 20 m a los 40 m, se encuentra en las partes más húmedas, además se caracteriza por la abundancia de especies epífitas, a sí mismo marcan una transición entre las zonas de los encinos al bosque de Oyamel, en el estrato arbóreo destaca: *Abies religiosa*, *Alnus arguta*, *Arbutus glandulosa*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleia cordata*, *Cercocarpus macrophyllus*, *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Quercus glabrescens*, *Quercus laurina*, *Viburnum elatum* y *Taxus globosa*; en los estratos arbustivo y herbáceo destacan: *Zephyranthes brevipes*, *Tillandsia erubescens*, *Sisynchium schaffneri*, *Drymaria glandulosa*, *Stellaria media*, *Helianthemum glomeratum*, *Bidens odorata*, *Cirsium jorullense*, *Galinsoga parviflora*, *Cardamine obliqua*, *Pernettya ciliata*, *Gearnium artisepalum*, *Lepechinia caulescens*, *Lupinus campestris*, *Peperomia campylotropa*, *Chimaphilla umbellata*, y *Crucea diversifolia*.

#### Bosque de *Pinus*.

Son comunidades muy restringidas o se mezclan con el bosque de oyamel y con el de encinos, generalmente están alrededor del Parque Nacional de ‘El Chico’, entre los 2,400m y los 2,800m de altitud, se caracteriza por la presencia de *Pinus patula*, *Pinus rudis*, *Pinus teocote*, *Salís* y matorrales de *Juniperus*; además destacan especies como *Abies religiosa*, *Pseudotsuga macrolepis*, *Alnus*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Salís* y matorral de *Juniperus*; en el estrato herbáceo esta representado por la familia gramineae, de los géneros *Festuca*, *Mahlenbergia* y *Stipa*, además de otras especies de otras familias como *Commelina coelestis*, *Tradescantia crassifolia*, *Bulbostylis juncoides*, *Corallorhiza involuta*, *Spiranthes aurantiaca*, *Cerastrium nutans*, *Archibaccharis hieracifolia*, *Erigeron galeotii*, *Gnaphalium liebneri*, *Lepidium schaffneri*, *Romanzulchia arabiformis*, *Vaccinium ciliatum*, *Thalictrum strigillosum*, *Galium seatonii*, *Angelica nelsonii* y *Verbena elegans*.

#### Vegetación acuática.

La comunidad esta representada solamente en las pequeñas presas, bordos, arroyos y sitios inundables, por lo que varias de sus especies vegetales no son apreciables durante la época de sequías. Las plantas sobresalientes de la vegetación acuática son *Callitriche eterophylla*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Mimulus glabratus*, *Epilobium ciliatum* ssp. *cilitum*, *Rorippa mexicana*, *Senecio sanguisorbe*, *Phacelia platycarpa* y *Juncus arctivus* var. *mexicanus* Plantas leñosas como *Salix bonplandina*, *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina* ssp. *capuli*, *Buddleia cordata* ssp. *cordata* y otras se observan con frecuencias a las orillas de las corrientes temporales y permanentes de la región.

#### Vegetación rupícola.

En casi toda la Sierra de Pachuca existen afloramientos rocosos, los cuales permiten el establecimiento de plantas ecológicamente muy especializadas. Algunas de estas especies son *Echeverría secunda*, *Sedum praelatum* ssp. *praelatum*, *Sedum moranense*, *Viladialia bateensis*, *Fourcraea bedinghausii*, *Dasyllirion acrotriches*, *Agave filifera*, *Mammillaria rhodantha* var. *rhodantha*, *Oxalis alpina*, *Dalia merckii*, *Pinguicula crassifolia* y *Peperomia campylotropa*.

#### Vegetación ruderal y arvense.

Como en otras regiones la perturbación provocada por diversos factores propician en el área la aparición de plantas de hábitos ruderales y arvenses entre las que sobresalen algunas especies de compuestas, leguminosa y labiadas. Para el estrato herbáceo las especies más comunes son: *Alchemilla procumbens*, *Bidens triplinervia*, *Brassica campestris*, *Cirsium jorullensis*, *Lupinus* ssp. *Medicago lupulina*, *Plantago linearis*, *Rumex acetosella*, *Salvia elegans*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Solanum nigrescens*, *Taraxacum officinale*, *Urtica chamaedryoides*, *Urtica dioica* y *Verbena elegans*, para el estrato arbustivo se encuentran *Acaena elongata*, *Baccharis conferta*, *Cesrumroseum* *Senecio angustifolius* entre otras.

## 7.2. Características generales de los suelos.

Las principales propiedades de los suelos presentes a lo largo del transecto altitudinal estudiado, las cuales están en la Tabla 2 se encontró que los valores de pH fluctúan entre 5.59 y 5.8 (medianamente ácidos) en la ladera sur mientras que en la ladera norte oscilan entre 6.21 a 6.34 (ligeramente ácidos), en cuanto a la Materia Orgánica el BJ es el que contiene el menor porcentaje con 8.47% posiblemente a la geografía y a la pendiente que deslava la zona, mientras que la de mayor concentración fue el BA y en general en la ladera norte debido a la alta productividad de estos bosques por la humedad recibida, los contenidos de Nitrógeno varían desde 334 mg/kg en el BJ, hasta 844 mg/kg en el BA lo cual concuerda con la cantidad de materia orgánica que cada uno presentó. Este mismo comportamiento se observó en el caso del contenido de P, Ca, Mg y la de C.I.C. en cuanto a la textura sólo el BJ tuvo una textura franco arenoso, el análisis se necesitó para realizar el ordenamiento.

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>MR</b>	<b>MM</b>	<b>BJ</b>	<b>BA</b>	<b>BQ</b>	<b>MJ</b>	<b>P</b>
precipitación media anual (mm)	500	500	700	1500	850	1000	1000
altitud media (msnm)	2550	2550	2700	2925	2825	2900	2900
temperatura media anual °C	14	14	12.1	14.9	14.9	14.9	14.9
% Pendiente	60	60	45	70	65	25	25
pH	5.59	5.59	5.8	6.21	6.34	6.21	6.21
MO%	10.09	10.09	8.47	10.76	9.41	10.76	10.76
N mg Kg-1	37.1	37.1	22.3	37.1	44.5	37.1	37.1
P mg Kg-1	129.58	129.58	18.12	16.59	13.78	16.59	16.59
K mg Kg-1	744	744	334	844	562	844	844
Ca mg Kg-1	4583	4583	3807	5105	1690	5105	5105
Mg mg Kg-1	879	879	572	749	473	749	749
CIC (mol(+))Kg-1	43.7	43.7	35.6	48.6	27.6	48.6	48.6
ARENA %	47.1	47.1	55.1	41.1	37.1	41.1	41.1
LIMO %	32	32	30	36	38	36	36
ARCILLA %	20.9	20.9	14.9	22.9	24.9	22.9	22.9
Textura	franco	franco	franco arenoso	franco	franco	franco	franco

**Tabla 2. Factores ambientales**

### **7.3.1. Clasificación.**

De las áreas homogéneas de vegetación muestreadas, se distinguieron siete comunidades vegetales con ayuda del programa R versión 2.2.0 y el paquete ade4 versión 1.4-0, se incluyó un total de 206 especies en el análisis de clasificación que fue de tipo politético aglomerativa basada en argumentos binarios (presencia / ausencia).

Los conglomerados fueron establecidos en base a un índice de afinidad (índice de Jaccard) y se tomó como algoritmo el promedio entre grupo.

Los resultados de la clasificación se muestran como un dendograma (Figura 16), en este se indica la distancia existente entre las comunidades, vistas estas como un agrupamiento de información del índice Jaccard (Tabla 3), lo cual da una longitud de 0 a 1 (Height).

De forma general se distinguen tres grupos: grupo I zonas templadas y húmedas (BA y BQ), grupo II Zonas áridas (MM y MR) por último Zonas de ecotonismo (BJ, MJ y P).

Los sitios más parecidos fueron BA y BQ los cuales compartieron una longitud de disimilitud de 0.7249465, esto posiblemente se debe a que comparten la misma ladera (Norte) y en algunos casos la misma altitud.

En segundo orden los sitios más parecidos entre sí fueron MR y MM, con una longitud de disimilitud de 0.7878386, lo cual se debe a que comparten el mismo nicho ecológico.

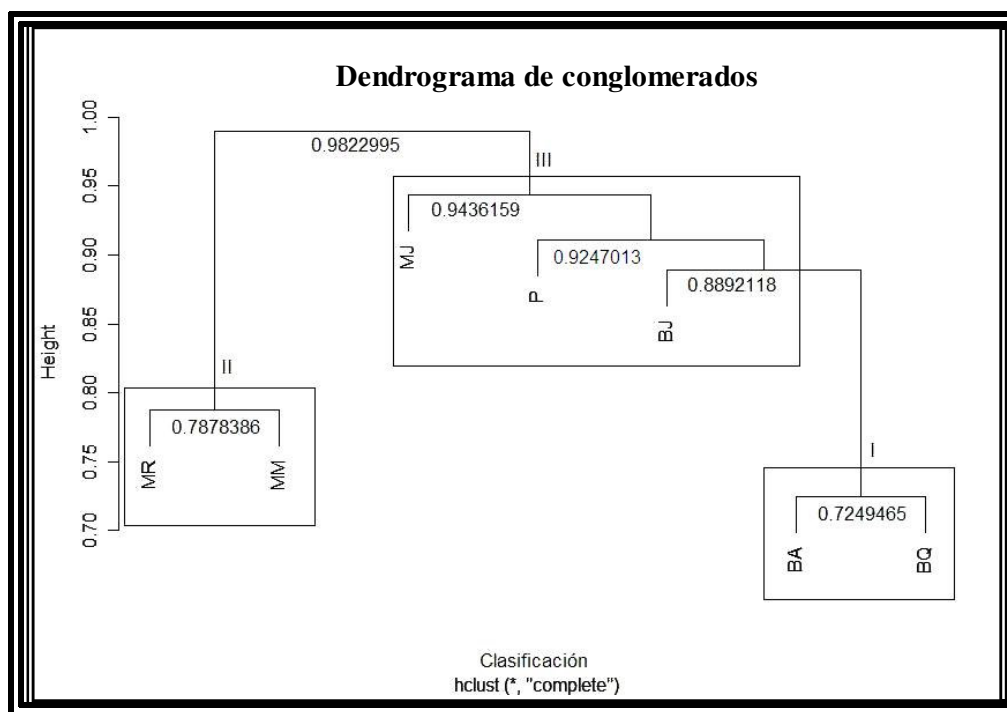
El tercer grupo BJ, MJ y P, que varían en longitud de disimilitud de 0.8892118 a 0.9436159, son muy cercanos entre sí aunque el BJ es el más distante de ello con relación a los otros dos sitios, posiblemente se deba a que el BJ esta en la ladera sur, mientras que el MJ y P están en la ladera norte y además ocupan el mismo nicho ecológico dentro del parque.



En el dendrograma se observa que el grupo II y los grupos I y III casi no comparten información (especies) por lo que se unen hasta el 0.9822995.

Sites	MR	MM	BJ	BA	BQ	MJ
MM	0.7878386*	-	-	-	-	-
BJ	0.9570203	0.9258201	-	-	-	-
BA	0.9617692	0.9508468	0.8892118*	-	-	-
BQ	0.9354143	0.9513724	0.8546548	0.7249465*	-	-
MJ	0.9891889	0.9810708	0.9247013*	0.9032106	0.9059551	-
P	0.9822995*	0.9274778	0.8944272	0.9108401	0.8980265	0.9436159*
*Height Cluster						
Cluster method : complete						
Distance : JACCARD S3						
Number of objects: 7						

**Tabla 3. Vector matriz de la distancia de JACCARD**



**Figura 16. Dendrograma**

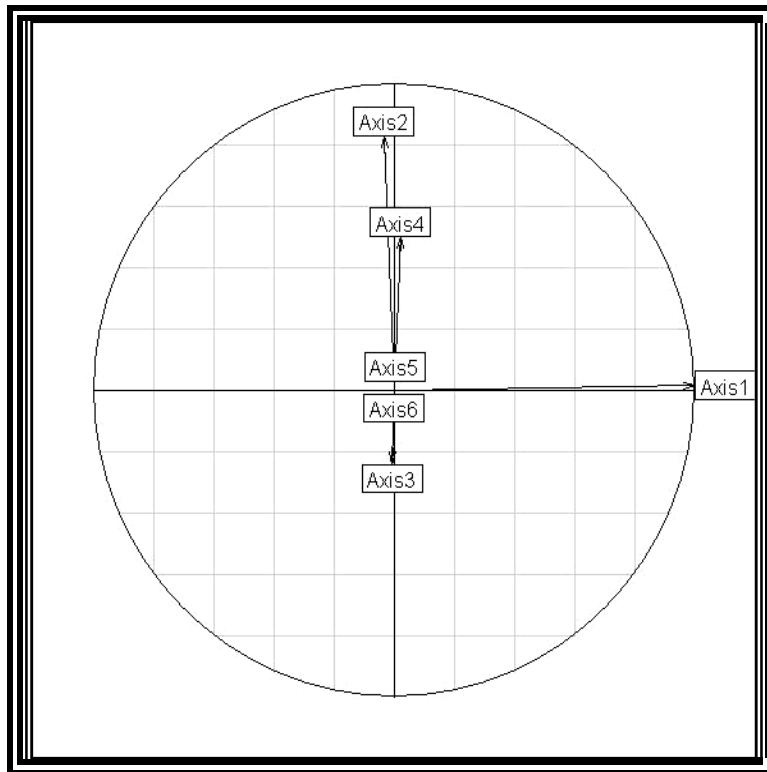
Obtenido por medio de R versión 2.2.0 con el paquete ade4 versión 1.4-0, que muestra las afinidades entre las comunidades vegetales de la Sierra Sur de Pachuca y el Parque Nacional de El Chico, MR = Matorral Rosetófilo, MM = Matorral Micrófilo, MJ = Matorral de *Juniperus monticola*, P = Pastizales, BJ = Bosque de *Juniperus deppeana*, BA = Bosque de Abies, BQ = Bosque de Quercus.

### 7.3.2. Ordenación.

El análisis de gradientes directo se utilizó para encontrar una combinación lineal de variables explicativas, maximizando la dispersión de las muestras y las especies a lo largo de ejes. Para este propósito se utilizó el Análisis Canónico de Correspondencia (CCA, sin transformación de datos de especies, sin peso a especies y sitios).

En un primer CCA se incluyeron 15 factores ambientales cuantitativos: precipitación media anual (mm), altitud media (msnm), temperatura media anual °C, % Pendiente, pH, M.O.%, N mgKg<sup>-1</sup>, P mg Kg<sup>-1</sup>, K mg Kg<sup>-1</sup>, Ca mg Kg<sup>-1</sup>, Mg mg Kg<sup>-1</sup>, C.I.C. mol(+)Kg<sup>-1</sup>, ARENA %, LIMO %, ARCILLA %.

Puesto que se identificó una alta covariabilidad entre los valores de estas variables ambientales originales, se aplicó una prueba de permutación de montecarlo con la hipótesis nula de no-relación entre las matrices (Figura 17). Con esto se probó la significancia del eigenvalor del primer y segundo eje, con el fin de identificar las variables ambientales de mayor correlación con los ejes (Tabla 4) las relaciones se consideraron significativas con un  $P < 0.05$  en el análisis.



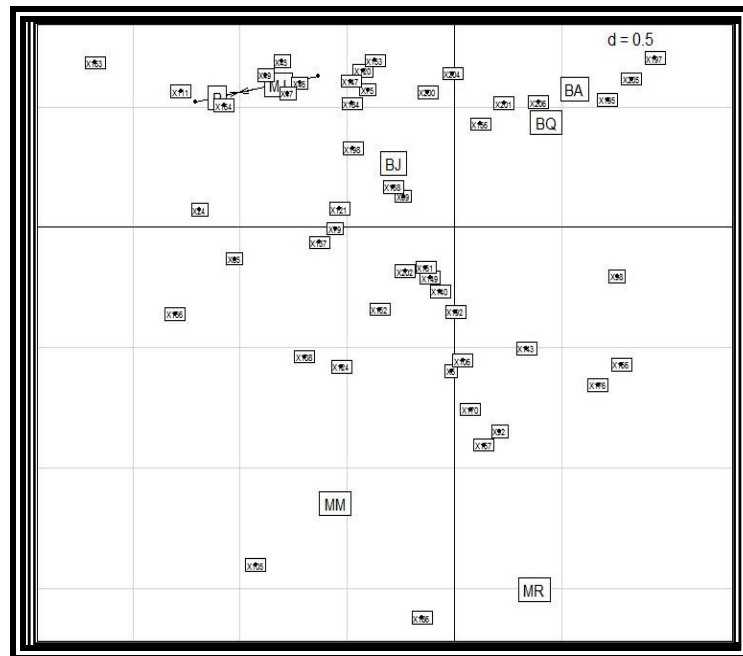
**Figura 17. Análisis de permutación de montecarlo**

	EJE 1.	EJE 2	EJE3	EJE 4	EJE 5	INERCIA TOTAL
eigenvalor	0.6684	0.3589	0.2880	0.2688	0.1878	1.7719
Porcentaje de varianza acumulada	37.72	57.98	73.15	88.32	98.92	

**Tabla 4. Correlaciones variables-eje**

Después de analizar los resultados del primer CCA se efectuó con algunas modificaciones de los datos originales. Eliminandose los factores ambientales que no demostraron una alta correlación con los ejes principales, quedando los factores ambientales de la precipitación media anual, altitud media (msnm), temperatura media anual °C, % pendiente, % materia orgánica.

La prueba de CCA se corrió con estas cinco variables principales y se obtuvo el diagrama de ordenación (Figuras 18 y 19) en estas las variables ambientales son representadas por flechas que apuntan en dirección de la máxima variación y su longitud es proporcional a la tasa de cambio en esta dirección, de modo que las flechas más largas están más fuertemente correlacionadas con los ejes de ordenación que las cortas, y por tanto más estrechamente relacionadas al patrón de variación de la comunidad.



**Figura 18. Distribución de los Sitios y las Especies en los ejes principales ampliada**

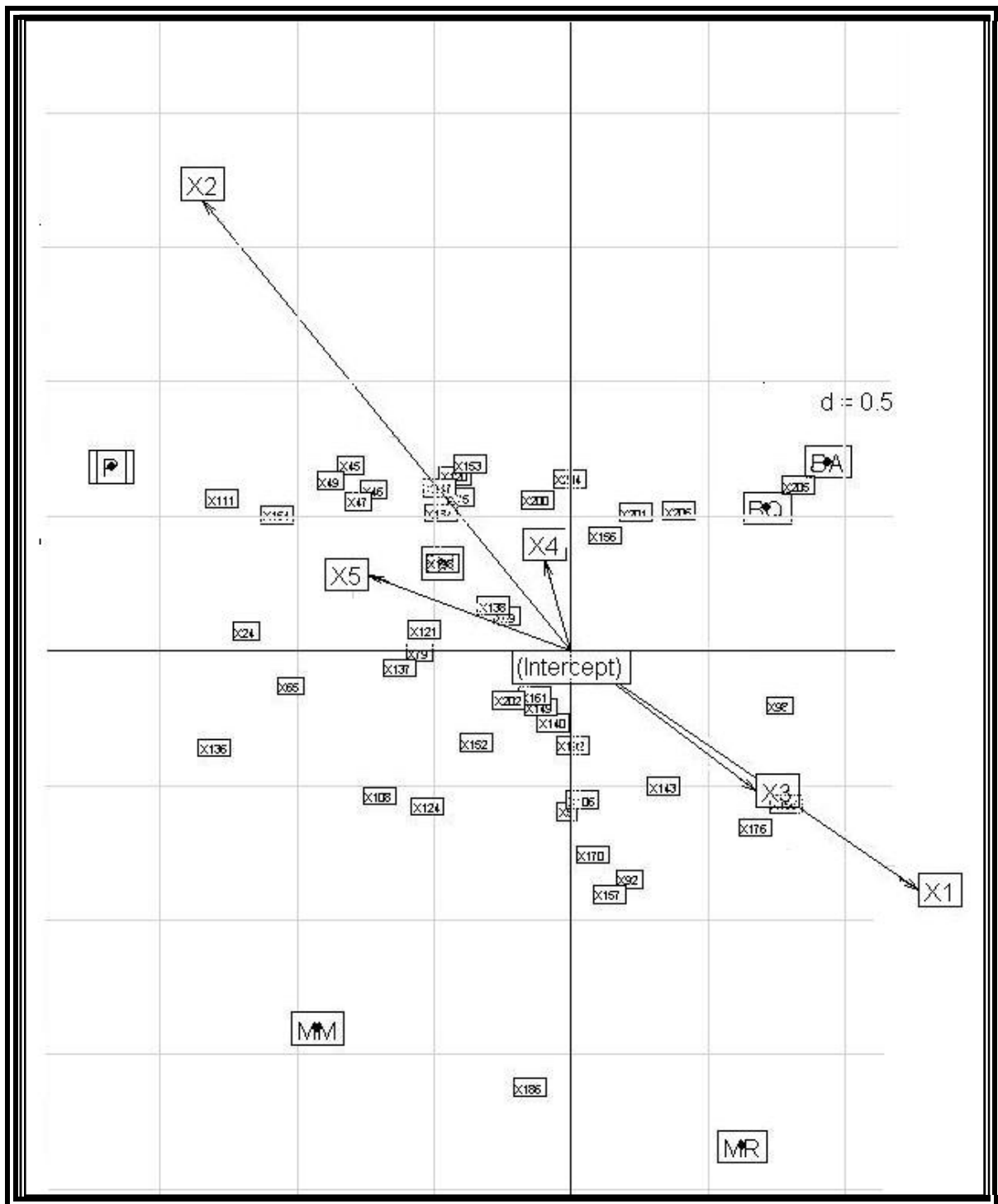


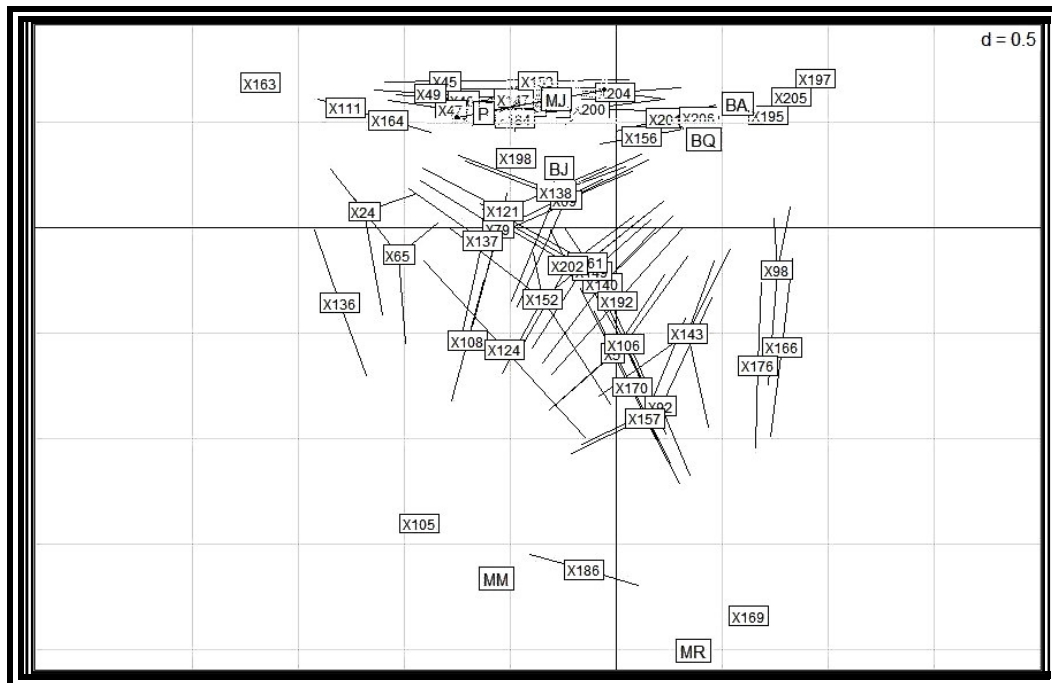
Figura 19. Diagrama de ordenación directa.

Variable	CORRELACION	
	Eje1	Eje 2
X2 Altitud	-0.669	0.669
X1 Precipitación	0.416	-0.372
X3 Temperatura	0.290	-0.288
X5 MO%	-0.272	0.269
X4 %de pendiente	-0.269	0.188

**Tabla 5. Resumen de valores en los ejes principales.**

En el diagrama de ordenación (Figura 19) muestran la correlación de los sitios y los factores ambientales con los ejes principales, en estas figuras se aprecia una fuerte correlación de los factores, altitud y precipitación con el primer eje.

El eigenvalor (o autovalor de -0.6684) del primer eje implica una separación entre los sitios que fue moderadamente pronunciada (Figura 19 y tabla 5), de aquí un movimiento en las condiciones ecológicas a lo largo de este primer eje. La separación entre los sitios (Figura.18) permite observar la formación de grupos discretos con discrepancias entre sí (Figura 20), lo cual conlleva a que las variables que determinan a cada sitio sean más notorias.



**Figura 20. Distancia de las especies con relación a los sitios en los ejes principales.**

Los sitios representan una integración de especies y por lo tanto, una distribución de especies a lo largo de gradientes ambientales.

Los diagramas de ordenación indican que aquellos factores ambientales más importantes son: Precipitación, altitud, temperatura, % de pendiente y % de materia orgánica.

De estos cinco variables ambientales solamente tres (temperatura, % de pendiente y materia orgánica) contribuyeron de forma independiente a la ordenación total, las otras dos (Precipitación y Altitud) son menos trascendentales.

La inercia total (varianza total en los datos de especies) fue de 1.7719 El valor general de las variables explican el 37.72% de la inercia residual para el primer eje y el 57.98% para el segundo.

De modo que Precipitación y Altitud parecen definir hábitat diferenciados para estas comunidades.

## 8. Análisis y discusión.

En la región del parque nacional de ‘El Chico’ y la parte sur de la sierra de Pachuca, la Precipitación y Altitud resultaron ser las variables ambientales determinantes para explicar la distribución y variación de las comunidades vegetales con respecto al efecto de ladera que se ve en la región.

Según el dendograma obtenido de la clasificación (Figura 16) se distinguen tres tipos de vegetación: la de zonas aridas (Matorral Micrófilo y Matorral rosetófilo); las de zonas templadas y húmedas (Bosque de *Abies* y Bosque de *Quercus*); y las zonas de ecotonismo (Matorral de *Juniperus monticola*, Bosque de *Juniperus deppeana* y los Pastizales) lo cual concuerda con el acomodo que estas mismas presentan en el diagrama de ordenación (Figuras 18, 19 y 20).

Dentro de las variables ambientales la precipitación es el valor de mejor predicción de variación de vegetación, ya que los sitios de bosques húmedos se encuentran precipitaciones medias anuales son mayores a 500 mm, para las zonas áridas presentan precipitaciones no mayores a 500 mm mientras para la zonas de ecotonismo la precipitación varia según el tipo de vegetación, destacando la del bosque de *Juniperus deppeana*, esto se debe a que alcanzan un porcentaje de precipitación ligeramente menor a las zonas altas así como al relieve montañoso del lugar (Medina-Cota, 1980).

La segunda variable de importancia fue la altitud la cual varia en las zonas de estudio esto explica en parte el efecto de ladera y variación de la precipitación media anual a lo largo de toda la zona de estudios, dando como resultado la formación de diferentes comunidades de vegetación a lo largo de la vertiente sur de la sierra de Pachuca. (Odum, 1990).

Con estas dos variables se puede explicar con cierta medida el porque en una zona relativamente pequeña existe una gran cantidad de comunidades, por consecuencia su distribución en gradientes, ya que las comunidades en las regiones montañosas (refiriéndose a los macizos montañosos), generalmente es complicada como cabría esperar

en vista a las condiciones físicas (Odum, op. cit.), en este caso esta dada por la precipitación, por ende a la presencia de dos macizos montañosos en el recorrido de los vientos procedentes del mar, los cuales llegan a esta región por el noroeste, siendo los macizos de la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Pachuca, mientras que la altitud se debe al relieve montañoso.

Los vientos provenientes del Golfo de México en un principio son cálidos, primero se enfrían al subir la Sierra Madre Oriental, descargando en forma de lluvia, posteriormente los vientos bajan hasta la barranca de Meztlán, después asciende a los alrededores de Atotonilco El Grande, Hgo. En su trayectoria los vientos vuelven a subir y a enfriarse atravesando la Sierra de Pachuca depositando una buena parte del resto de su humedad como lluvia y granizo, por último estos vientos descienden hacia la ladera sur de la Sierra con escasa humedad hecho que se manifiesta en un decremento de la precipitación (Barrios y Medina-Cota, 1996).

Como consecuencia las temperaturas medias que se registran en las ladera norte son de 14.9°C, mientras que en el BJ es de 12.1°C y en las zonas áridas es de 14°C, la variación entre las laderas es casi apenas de 1°C.

Como se mencionó anteriormente, a esta región llegan los vientos principalmente del noroeste; siendo la zona de la Ciudad de Pachuca (“La Bella Airosa”) la que los recibe con mayor intensidad, los vientos dominantes llegan a ser “algo fuertes”, con velocidad hasta de 8.5 m/s en la estación fría del año.

En la Sierra Sur de Pachuca se explica bien el grado de aridez que corresponde al efecto de ladera de la ladera sur a los vientos del Golfo de México que chocan con los macizos montañosos, este efecto es más intenso y por lo tanto el clima más seco en los valles más bajos, aunque en general la temperatura debería subir, en esta región sucede lo contrario, sin embargo y pese a las bajas temperaturas se mantiene esta condición de aridez debido a la falta de humedad, el porque de la baja de la temperatura es precisamente debido a los vientos fríos que llegan a la parte Norte de la Sierra de Pachuca, dando como resultado



un vegetación Xerófita y una condición semiárida dando origen al efecto de ladera o sombra orográfica.

En cuanto a las relaciones ambientales con los sitios encontramos que la altitud esta fuertemente relacionada con las zonas de ecotonismo (BJ, MJ y P), siendo las comunidades de zonas áridas la que menos se relacionan en el diagrama, en este caso en particular el BJ que se encuentra en la ladera sur, abarca un amplio rango altitudinal (entre 2600 y 2800 msnm), traslapándose profundamente hacia el sur de las zonas áridas, hacia el norte intercalándose con el BQ, dando como consecuencia un alto ecotonismo y un efecto de borde muy evidente en esta ladera aunado al relieve irregular de la ladera sur; mientras que el MJ y el P ocupan los mismos nichos ecológicos y la misma altitud (2900 msnm) entre el BA en los valles altos de la Serranía, su presencia en parte se debe a perturbación como tala o zona de campismo, es más, la mayor parte del albergue alpino esta en estas comunidades, además el sobrepastoreo es otro elemento del porque de su conformación, por último cabe destacar que el pastizal(P) tiene una composición florística muy rica con respecto a otras del Valle de México, ya que en un principio estos pastizales son naturales pero con poca extensión, debido al sobrepastoreo y a la tala se ha extendido tanto en tamaño como en su composición de especies.

Otro hecho que cabe destacar es el que BQ, BA, MM y P son comunidades de Tipo clímax y que el BQ y MM son de amplia distribución el primero más claro en la ladera norte y el segundo en la ladera sur(Medina-Cota, 1981).

En cuanto a las zonas áridas MM y MR es consecuencia del “efecto de ladera”, conformando un desierto semiárido el cual es menos seco en relación con otros desiertos, esto se debe a sus niveles de precipitación, que son relativamente más altos (Noy-Meir, I., 1985).

En cuanto a la flora y sus afinidades fitogeográficas descrita por Medina-Cota (op. cit.) en su tesis profesional en la zona comparte tanto afinidad boreal templada, prueba de esto es *Pseudotsuga macrolepis*, por otra parte con respecto a las afinidades de la Republica

Mexicana está principalmente relacionada con las regiones montañosas y con el norte de México tales son los casos de *Abies religiosa*, *Juniperus Monticola*, *Juniperus deppeana*, *Quercus spp.* y *Pseudotsuga macrolepis* en cuanto a las afinidades con el norte de México es evidente su afinidad con las zonas áridas del norte destacando las especies como *Adolphis infesta*, *Coriphanta clavata*, *Dasyllirion acrotriche* y *Echinocereus cinerascens*.

En resumen las comunidades vegetales de la zona de estudio se deben a la interacción de varios factores como son el relieve, que se expresa con la existencia de dos macizos montañosos con altitudes variables y pequeños valles, cambios en el clima debido a la fuerte interacción con los vientos fríos reflejados en la precipitación y por consecuencia el desarrollo del efecto de ladera.

Hasta hace poco la utilización de las técnicas de clasificación y ordenación de forma complementaria no era una práctica cotidiana. Hoy en día, sin embargo, este tipo de estudios son comunes no tan solo en la ecología vegetal, sino en otras ramas de la biología, puesto que siempre se ha demostrado la complementariedad de estas dos técnicas.

En el área estudiada el principal factor antropológico fueron los cambios del uso de la tierra y en especial en la parte alta de la ladera norte, ya que la aparición de los pastizales y el matorral de *Juniperus* se utiliza como atractivo turístico de esparcimiento o campismo (Medina C.J.M. y Rzedowski J., 1981), así también el cercado por parte de los ejidatarios que administran y la aparición de senderos donde los campistas transitan por el Parque son ya factores de perturbación, igualmente en la zona norte aledaña a la ciudad de Pachuca se está afectando las comunidades áridas, transformándolas en zonas urbanas y suburbanas quedando algunos manchones aislados, con respecto al bosque de *juniperus deppeana* a pesar de estar en terreno escarpado los principales factores de perturbación son: la carretera hacia Mineral de 'El Monte' y el refugio alpino, dividiendo al bosque y contaminándolo con desperdicios de los automovilistas.

## 9. Conclusiones.

1. Los resultados muestran que en la Sierra Sur de Pachuca las asociaciones vegetales de ambas laderas están relacionadas en primer lugar por los factores climáticos de los vientos, la humedad y temperatura que se refleja en la precipitación; en segundo lugar con los macizos montañosos y los valles debido a la altitud promedio de las laderas.
2. Debido a la gran diversidad de comunidades y de especies encontradas y reportadas en la Sierra sur y por consecuencia el parque de "EL Chico" pueden ser caracterizado como una zona de alta riqueza florística, y un marcado contraste en la vegetación evidente en poco más de 20 km (de la parte norte de Ciudad de Pachuca hasta el refugio alpino en el Parque Nacional de "El Chico").
3. Los bosques de *Abies* y el de *Quercus*. Son los que concentran una alta diversidad de especies encontrándose mejor representados en las laderas del noreste de la zona de estudios ya que reciben la mayor parte de la humedad del Golfo de México.
4. Los principales factores ambientales que determinaron la presencia de cada tipo de vegetación de acorde al análisis multivariado CCA fue la altitud como factor orográfico y la precipitación como factor climático (que implica a los vientos, humedad y temperatura).
5. La ladera sur, esta cubierta principalmente por el bosque de *Juniperus deppeana* este muestra por si solo un efecto de borde muy marcado con las comunidades aledañas, intercalándose con el matorral micrófilo y el bosque de encinos, aunado al terreno, provocando un alto ecotonismo en la zona.
6. Por ultimo el factor humano ha modificado el ordenamiento natural de la vegetación e incluso se presenta en los análisis de la vegetación, prueba de ello son los pastizales acompañados por el matorral de *Juniperus monticola*, utilizados como zonas de campismo, de sobrepastoreo o que antes eran zonas boscosas.
7. Los métodos de clasificación y ordenación mostraron ser de utilidad para la interpretación de la estructura de las comunidades vegetales presentes en las laderas y los principales factores ambientales que las afectan.

Se sugiere hacer más estudios de manejos de recursos naturales en las mismas zonas, así también planes de manejo sustentables mejores en el albergue , hacer programas de impacto ambiental en especial en la ladera sur cerca de la ciudad, ya que ésta comunidad esta siendo perturbada por constructoras, entre otras.

## **Bibliografía.**

**Aguilera, 1989.** Tratado de Edafología de México Tomo I, Facultad de Ciencias UNAM, México, 222pp.

**Barrios, Miguel A. Rodríguez J. Miguel Medina Cota 1996.** Estudio Florístico de la Sierra de Pachuca Estado de Hidalgo. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, 140 páginas.

**Begon, M.J. L. Happer, C.R. Townsond, 1887.** Ecología, 3ª edición, editorial omega, España. 1148pp.

**Braun-Blauquet, J. 1979.** Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales, Blume, Madrid España. 820p.

**Brown, H James. 1995.** Macroecology, The University of Chicago, Estados Unidos, 269pp.

**Bruce McCune, James B. Grace. 2002.** Analysis of Ecological Communities. MJM Software Design, Oregón Estado Unidos. 300pp.

**Challenger, A. 1998.** Utilización y conservación de las comunidades vegetales de México pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D.F., 847p.

**Chessel, D., Lebreton J. D. And Yoccoz N. 1987,** Propriétés de l'analyse canonique des correspondances. Une utilisation en hydrobiologie, Revue de Statistique Appliquée, 35, 5-72.

**Clements, F. E. 1936.** Nature and structure of climax. Journal of Ecology. 24: 254-352p.

**Clemenst, Willam H., Newman Michael C. 2002.** Community Ecotoxycology. Wiley. Gran Bretaña.335pp.

**Dansereau, P.A. 1557.** Biogeography: as ecological perspective. The Ronald Press Co. New York U.S.A. 394p.

**Daubenmire, R. F. 1979.** Ecología Vegetal. Editorial. Limusa. México. 496p.

**Davis, T.A.W.; Ricards, P. W. 1934.** The Vegetation of Moraballi creek, British Guiana; and “Ecological Study of a limited area of tropical Rain Forest”. I y II J. Ecol., 21:350-384 (1934) y J. Ecol., 36:755-771.

**Del Amo Rodríguez, Silvia. 1987.** Ecología I El Estudio de los Seres Vivos en su Medio Ambiente, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, A. C. México 70pp.

**Equihua, M. 1991.** Análisis de la Vegetación empleando la Teoría de Conjuntos Difusos como base conceptual. Acta Botánica Mexicana. 15: 1-16.

**Esperanza, A. Elvia 1981.** Historia de la ilustración científico-biológica en México, Simposio de la Historia de la Ciencia y la Tecnología en México II: Plantas y Animales, junio 23 1981.

**Flores, Mata G. et all. 1971.** Memorias de l mapa de tipos de Vegetación de la Republica Mexicana. Secretaria de Recursos Hidráulicos, México, 59p.

**Fowler, N.,** “The role of competition in plant communities in arid and semiarids regions”. Annual Review of Ecology and Systematics 17:89-110pp.

**Fosberg, F. R. 1967.** A classification of vegetation for general purposes. Trop. Ecol. 2: 1-28p.

**Granados, Sánchez D. y Tapia Vargas, R. 1990.** Comunidades vegetales, Colección Cuadernos Universitarios. Serie de Agronomía No.19, Chapingo Edo.de México, 185p.

**Gallina T., M.P., A Gonzalez R., R.C. Moutal, F. Y G.C. Tello S. 1974.** Bases para la reestructuración del Parque Nacional ‘El Chico’, Hidalgo. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, D:F: 114pp.

**Garcia, E. 1987.** Modificación al sistema de clasificación climática de Koeppen, Instituto de Geografía, UNAM, México246pp.

**Hernández Rosales, Maria del Roció Alicia.1995.** Estudio Florístico-Fanerogámico del Parque Nacional ‘El Chico’, Estado de Hidalgo. Tesis para obtener el título de Biólogo, UNAM. ENP Iztacala 73pp.

**Kenneth, A. Kerchan, 1973.** Quantitave and DYNAMIC Plant ecology, Estados Unidos, 2ª edición, editorial Eduard Arnold, 359pp

**Küchler, A. W. 1966.** Aphysionomic classification of vegetation, Ann. Assoc. Am. Geogr.,6: 112-127pp.

**Leopold, A. S. 1950.** Vegetation zones of México, Ecology 31: 507-518pp.

**Medina, C.J.M. 1980.** Analisis fitogeográfico de la Vertiente Sur de la Sierra de Pachuca, Estado de Hidalgo. Esc. Nal. Bienc. Biol. Instituto Politécnico nacional. México, D.F. 58 pp.

**Medina, C.J.M. 1981.** Plantas Suculentas de la Vertiente Sur de la sierra de Pachuca. Cactáceas y otras suculentas mexicanas órgano de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. Tomo: XXVI n° 13 julio-septiembre.

**Medina, C.J.M. y Rzedowski J 1981.** Guía Botánico-Forestal de la parte alta de la Sierra de Pachuca. Guías Botánicas de Excursiones en México, Sociedad Botánica de México IV: 1-19pp.

**Miranda y Hernández X., E. 1963.** Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. México. D.F., 72pp.

**Mooser, F. 1975.** Historia Geológica de la Cuenca de México In. Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal Talleres Gráficos de la Nación México, D.F. 109pp.

**Muller-Dombois, D y Ellenberg, H. 1966** an tentative physiognomic ecological classification of the formations of the Earth Veroff. Geobot. Inst. Eth. Stiff. Rabel. No.37: 21-55pp.

**Navarrete, Salgado, Norma A. Et al. 1998,** Evaluación del impacto ambiental (área ecológica),UNAM, México, 129 pp.

**Noy-Meir,I., 1985.** "Desert ecosystem structure and function" en : M. Evenari ; I. Noy-Meir y D.W. Goodall (Eds.) Hot deserts and arid shrub-lands. A. Serie: ecosystems of the world, 12A. Elsevier. Amsterdam, 93-104 pp.

**Odum, E. P. 1990,** Ecología. Editorial Interamericana 3ª edición, México, 639 pp.

**P.Greig-Smith. 1993,**Quantitative Plant Ecology, University of California press, Estados Unidos, 3ª edición, 659pp.

**Rübel, E. 1931.** A standard description of a plant community. Proc. Fifth. Int. Bot. Cong. 1930. Sect. E.U.

**Rzedowski, J. Y G. Guzmán, A. Hernández C. y R. Muñoz.1964.** Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de MéxicoAn.Esc. Nac. Cienc. Biol. México, D.F. 268pp.

**Rzedowski, J. Y G.C. de Rzedowski. 1979.** Flora Fanerógama del Valle de México. I.C.E.C.S.A. México. D.F. .403pp.

**Rzedowski, J. 1978.** Vegetación de México. D.F. México Editorial Limusa.430 pp.

**Salazar, Marcial, L. 2000.** Caracterizacion ecológica-fisonómica de un bosque de Juniperus en el municipio de Tepeapulco, Hidalgo Tesis de Licenciatura. FES Iztacala UNAM, México. 191 pp.

**Sánchez, González Arturo. 1998.** Clasificación y Ordenamiento de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí. Tesis de Maestría, Escuela de Estudios Profesionales Campus Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes Iztacala, Estado de México. 191pp.

**Sánchez Monsalvo, V. 1987** Estudio fitosociológico de una selva alta perenifolia en una zona de Uxpanapa, Oax. Tesis Profesional. México. Universidad Autónoma de Chapingo. 193p.

**Suárez, Melo Jennie. 2003.** Clasificación y Ordenamiento de las Comunidades vegetales de la sierra de San Joaquín, Queretaro en su vertiente sur, Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes Iztacala, Estado de México, 75pp.

**Ter Braack, C.J.F. 1986.** Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67: 1167-1179pp.



**Trejo Ramirez, O. 1998.** Principales tipos de vegetación en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo estado de México, 188pp.

**Walter, H. 1977.** Zonas de Vegetación y clima, Omega. Barcelona, España. 245pp.

**Whittaker R.H. ,1970.** Comunite and ecosystems, Editorial Mac millan. Estados Unidos. Nueva York, 158pp.

**Anexo 1.**

LISTADO DE ESPECIES DETERMINADAS PARA LA SIERRA SUR DE PACHUCA Y EL PARQUE NACIONAL DE EL "CHICO" .

Matorral de Rosetófilo	MR
Matorral de Micrófilo	MM
Bosque de <i>Juniperus deppeana</i>	BJ
Bosque de <i>Abies</i>	BA
Bosque de <i>Quercus</i>	BQ
Matorral de <i>Juniperus monticola</i>	MJ
Pastizales	P

GYMNOSPERMAE (CONIPHEROPHYTA).							
FAMIIA	MR	MM	BJ	BA	BQ	MJ	P
CUPRESSACEAE.							
<i>Cupressus benthamii</i> Endl. Var. <i>benthamii</i> .				*		*	*
<i>Cupressus benthamii</i> Endl. Var. <i>lindleyi</i> .			*	*		*	*
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.			*	*			*
<i>Juniperus monticola</i> Mart. f. <i>monticola</i> .				*	*	*	
PINACEAE.							
<i>Abies religiosa</i> (HBK.) Cham & Schl.			*	*	*	*	
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehr.					*		
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.					*		
<i>Pinus patula</i> Schl. & Cham.			*		*		
<i>Pinus teocote</i> Schl. & Cham.					*		
<i>Pseudotsuga macrolepis</i> Flous.				*			
TAXACEAE.							
<i>Taxus globosa</i> Schl.				*	*		

ANGIOSPERMAE (ANTHOPHYTA) DICOTYLEDONEAE.							
APOCYNACEAE.							
<i>Vinca major</i> L.				*			*
ASCLEPIADACEAE							
<i>Asclepia linara</i> Cav.			*				
<i>Asclepia puberula</i> Gray			*				
AQUIFOLIACEAE.							
<i>Ilex toluhana</i> Hemsl.					*		
BEGONIACEAE							
<i>Begonia gracilis</i> HBK.			*		*		
<i>Berberis moranensis</i> Schultes et Scultes			*				
BERBERIDACEAE.							
<i>Berberis moranensis</i> Hebenstr. & Ludw.				*			
<i>Berberis schiedeana</i> Schl.				*			
BETULACEAE.							
<i>Alnus jorullensis</i> HBK.				*			
<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>glabrata</i> (Fern.) Furlow.				*			
<i>Alnus acuminata</i> ssp. <b>arguta</b> Schl. Sinónimo = <i>Alnus arguta</i> .					*		
BORAGINACEAE.							
<i>Lithospermum distichum</i> Ort.			*	*			*
<i>Lithospermum strictum</i> Lehm.			*		*		*
<i>Macromeria pringles</i> Greenm.				*			

CACTACEAE.							
<i>Coryphantha clavata</i> (Pfeiff).	*	*					
<i>Coryphantha connives</i> (D.C.)lem.	*	*					
<i>Coryphantha conifera</i> (D.C.)lem.	*	*					
<i>Coryphantha octacantha</i> (D.C.) Britton & Rose.	*	*					
<i>Echinocereus cinerascens</i> (D.C.) Forst. & Rümpl.	*	*					
<i>Echinocereus ssp.</i>	*	*					
<i>Echinofossulocactus coptogonus</i> (Lem.) Lawr.	*	*					
<i>Echinofossulocactus heteracantus</i> (_Mühl.)Britton et Rose	*						
<i>Echinofossulocactus phyllacanthus</i> (Martius) Lawr.	*	*					
<i>Mammillaria discolor</i> Haw.	*	*		*			
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	*	*					
<i>Mammillaria rhodantha</i> Link. & Otto. var. <i>rhodantha</i> .	*	*		*			
<i>Mammillaria rutila</i> Zucc.		*					
<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc.	*	*					
<i>Myrtilocactus geometrizzans</i> (Martius) Cons.	*						
<i>Opuntia imbricata</i> .	*	*					
<i>Opuntia leucotricha</i>	*	*					
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm. Var. <i>Lucens</i>		*					
<i>Opuntia robusta</i> Wendl. var. <i>robusta</i> .	*	*	*	*			
<i>Opuntia rosea</i>	*	*					
<i>Opuntia spinulifera</i> SD		*	*				
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	*	*					
<i>Stenocereus marginatus</i>	*						
CALLITRICHACEAE.							
<i>Callitriche deflexa</i> var. <i>subsessilis</i> Fassett			*				
<i>Callitriche heterophylla</i> Pursh.			*	*			

CAMPANULACEAE.							
<i>Diastatea micrantha</i> (HBK.) Mc Vaugh.				*	*		*
<i>Lobelia grunia</i> Cav. var. <i>grunia</i> .							*
<i>Lobelia nana</i> HBK.				*			
CAPRIFOLIACEAE.							
<i>Lonicera mexicana</i> (HBK.) Rehder				*	*		
<i>Lonicera pilosa</i> (HBK) Willd.			*				
<i>Sambucus mexicana</i> Presl.				*			
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> HBK.				*			*
<i>Viburnum elatum</i> Beth.					*		
<i>Viburnum stenocalyx</i> (Oerst). Hemsl.				*	*		
CARYOPHYLLACEAE.							
<i>Arenaria burgeaei</i> Hemsl.				*			
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rorro. in Mart.							*
<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schl.				*			*
<i>Arenaria reptans</i> Hemsl.				*			*
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm) Nels. & Macbr.				*			*
<i>Cerastium brachypodum</i> (Engelm.) Robins.				*			*
<i>Cerastium glomeratus</i> Thuill.			*	*			
<i>Cerastium nutans</i> Raf.			*	*			
<i>Drymaria arenarioides</i> Willd.		*	*				*
<i>Drymaria effusa</i> Gray. var. <i>depressa</i> . (Greene) Duke.		*		*			
<i>Drymaria glanduosa</i> Bartling.			*				*
<i>Drymaria villosa</i> Cham. & Scl.				*			
<i>Drymaria xerophylla</i> Gray		*					
<i>Paronychia mexicana</i> Hemsl.		*		*			
<i>Sagiana procumbens</i> L.				*			
<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karst.				*			

<i>Scleranthus annus</i> L.				*			
<i>Silene laciniata</i> Cav.		*	*	*			
<i>Spergularia mexicana</i> Hemsl.				*			
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.			*	*	*		
<i>Stellaria media</i> (L.) Cyrillo.			*	*			
CHENOPODAICEAE							
<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.				*	*		
CISTACEAE.							
<i>Helianthemum gloneratum</i> Lag.			*		*		
COMPOSITAE.							
<i>Achillea millefolium</i> L.				*			
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex. Pers.							*
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) Blane.				*			
<i>Archibaccharis hieraciifolia</i> var. <i>glsndulosa</i> (Greenm.)			*				
<i>Archibaccharis hieraciifolia</i> var. <i>hieracoides</i> (Blake) Jackson.				*			
<i>Archibaccharis serratifolia</i> (HBK) Blake.			*				
<i>Archibaccharis sescenticeps</i> (Blake) Blake.					*		
<i>Aster moranensis</i> HBK.					*		
<i>Aster subulata</i> Michx.		*					
<i>Astranthium xanthocomoides</i> (Less.) Larsen.			*	*	*		
<i>Baccharis conferta</i> BHK.				*	*	*	
<i>Baccharis heterophylla</i> BHK.					*		
<i>Baccharis multiflora</i> HBK.				*			
<i>Baccharis pternioides</i> D.C.				*			
<i>Baccharis thesioides</i> (HBK)			*				
<i>Bahia xylopoda</i> Greenm.			*	*	*		
<i>Bidens anthemoides</i> (D.C.) Sherff				*	*		

<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff.				*			
<i>Bidens odorata</i> Cav.			*	*			
<i>Bidens triplinervia</i> HBK.				*	*		
<i>Brickellia secundiflora</i> (Lag.) Gray.				*	*		*
<i>Brickellia veronicoides</i> (HBK) Gray.		*					
<i>Chaptalia seemannii</i> Sch. Bip.				*			
<i>Cirsium ehrenbergii</i> (Schl. Bip.)				*	*		
<i>Cirsium jurullense</i> (HBK.) Spreng. ssp. <i>Jorullense</i> .				*		*	
<i>Cirsium subuliforme</i> G.B. Ownbey.				*			
<i>Conyza coronopifolia</i> HBK.							*
<i>Conyza filaginoides</i> D.C.	*			*	*		
<i>Conyza schiedeana</i> (less.) Cronq.					*		
<i>Conyza sophiifolia</i> (HBK)		*					
<i>Coreopsis mutica</i> DC var. <i>mutica</i>				*			
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.					*		*
<i>Cosmos diversifolium</i> Otto			*				
<i>Cosmos parviflorus</i>			*				
<i>Cotula mexicana</i> (C.D.) Cabrera.				*			
<i>Dahlia merckii</i> Lehm.				*	*		
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.					*		*
<i>Dugesia mexicana</i> (Gray.) Gray.				*			
<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) Rob.		*	*				
<i>Erigeron delphinifolius</i> Willd.				*			
<i>Erigeron galeotti</i> (Gray.) Greene				*	*		
<i>Erigeron karvinskianus</i> D.C.					*		*
<i>Erigeron longipes</i> D.C.		*		*	*		
<i>Erigeron pubescens</i> HBK.			*		*		*
<i>Eupatorium aschenbornianum</i> Sch.				*			
<i>Eupatorium bellidifolium</i> Benth.				*			
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> HBK.					*		*
<i>Eupatorium deltoideum</i> Jacq.			*				
<i>Eupatorium espinosarum</i> Gray.		*					*

<i>Eupatorium glabratum</i> HBK.				*	*		
<i>Eupatorium hidalgense</i> Rob.				*	*		
<i>Eupatorium ligustrinum</i> D.C.				*			
<i>Eupatorium mairetianum</i> D.C.				*	*		
<i>Eupatorium pazcuarensense</i> HBK.			*	*	*		
<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. ex. D.C.		*			*		*
<i>Eupatorium prunellaefolium</i> HBK.				*			
<i>Eupatorium pycnocephalum</i> Less.					*		
<i>Eupatorium schaffneri</i> Sch. Bip.					*		
<i>Eupatorium scorodonioides</i> Gray		*					
<i>Eupatorium vernicosum</i> Sch. Bip.				*			
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.			*	*	*		
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.			*	*		*	
<i>Gnaphalium arizonica</i> Gray.					*		
<i>Gnaphalium concinnum</i> Gray.				*			
<i>Gnaphalium conoideum</i> HBK				*			
<i>Gnaphalium inornatum</i> D.C.				*			
<i>Gnaphalium liebmanni</i> var. <i>monticola</i> (McVaugh.) Nash.					*		
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> D.C. var. <i>oxyphyllum</i> .				*	*		
<i>Gnaphalium salicifolium</i> (Bertol.) Sch.				*			
<i>Gnaphalium stagnale</i> I.M. Johnston.				*			
<i>Haplopappus venetus</i> (HBK)Blake		*	*				
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.		*			*		
<i>Hieracium abscissum</i> Less. in Schl. & Cam.					*		
<i>Hieracium crepidispermum</i> Fries.					*		
<i>Hieracium dysonymum</i> Blake.				*			
<i>Hybridella globosa</i> (Ortega) Cass.		*					
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.					*		*
<i>Melampodium bibracteatum</i> Wats.			*	*			



<i>Melampodium perenifoliatum</i> (Cav.) HBK.			*				*
<i>Melampodium repens</i> Sessé & Moc.				*			
<i>Oxylobus adscndens</i> (Sch. Bip. ex. Hemsl.) Rob. & Greenm.				*	*		
<i>Perymenium berlandieri</i> D.C.			*	*	*		
<i>Perymenium mendezii</i> D.C.				*			
<i>Perymenium roseus</i> (Less.) Less. var. <i>roseus</i> .							*
<i>Piqueria pilosa</i> HBK.				*	*		
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.					*		*
<i>Psilactis brevilingualata</i> Sch. Bip.		*					
<i>Senecio albonervis</i> Greenm.				*			
<i>Senecio andrieuxii</i> D:C.				*			
<i>Senecio angulifolium</i> D.C.				*	*		
<i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.				*			
<i>Senecio barba-johannis</i> D.C.				*	*		
<i>Senecio bellidifolius</i> HBK.				*			
<i>Senecio farfarus</i> Hemsl.			*	*	*		
<i>Senecio peltiferus</i> Hemsl. var. <i>peltiferus</i> .			*		*		*
<i>Senecio platanifolius</i> Benth.				*	*		
<i>Senecio praecox</i> (Cav.) D.C. var. <i>praecox</i> .	*	*					
<i>Senecio salignus</i> D.C.				*	*		
<i>Senecio sangusorbae</i> D.C.				*	*	*	
<i>Senecio sinuatus</i> HBK.				*	*		
<i>Senecio stoechadiformis</i> D.C.				*			
<i>Senecio vulgaris</i> L.				*			
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> HBK.				*	*	*	
<i>Simsia ampleuxicaulis</i> (Cav.) Pers.		*		*			
<i>Solidago simples</i> HBK.				*			
<i>Sonchus asper</i> L.				*			*
<i>Sonchus oleraceus</i> .L.				*			
<i>Spilanthes oppositifolia</i> Lam.			*	*	*		*
<i>Stevia eupatoris</i> (Spreng.) Willd.					*		

<i>Stevia hirsuta</i> D.C. var. <i>hisuta</i> .				*			*
<i>Stevia iltisiana</i> Grashoff.				*			
<i>Stevia jorullensis</i> HBK.				*			*
<i>Stevia monardifolia</i> HBK.				*	*		
<i>Stevia ovata</i> Willd.					*		*
<i>Stevia pilosa</i> Lag.			*	*	*		*
<i>Stevia salicifolia</i> Cav. var. <i>salicifolia</i> .		*	*		*		*
<i>Stevia serrata</i> Cav.		*					
<i>Stevia tomentosa</i> HBK.			*	*	*		*
<i>Tagetes foetidissima</i> D.C.				*	*		
<i>Tagetes lunulata</i> Ort.		*			*		*
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.			*		*		*
<i>Taraxacum officinale</i> Weber.				*			*
<i>Tridax palmeri</i> Rose.		*	*				
<i>Vervesina ovata</i> (Cav.) Gray.		*		*	*		*
<i>Verbesina hypomalaca</i> Rob et Greenm		*	*				
<i>Verbesina ovata</i> (Cav.) Gray			*				
<i>Verbesina parviflora</i> (HBK) Blank			*				
<i>Verbesina ssp.</i>				*	*		
<i>Verbesina virgata</i> Cav.			*				
<i>Virguera exelsa</i> (Willd.) Benth et Hook.			*				
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bip.		*	*		*		
<i>Zaluzania megacephala</i> Sch. Bip.				*	*		
<i>Zexmenia aurea</i> (D.Dom) Benth. et Hook.		*					
CONVOLVULACEAE.							
<i>Cuscuta obtusiflora</i> HBK.		*		*			*
<i>Cuscuta potosina</i> Sch.				*			*
<i>Cuscuta tinctoria</i> Martius					*		*
<i>Cuscuta umbellata</i> HBK.						*	
<i>Dichondra sericea</i> Sw.				*			

<i>Ipomea dumetorum</i> Willd.					*		*
<i>Ipomea stans</i> Cav.			*		*		*
CORNACEAE.							
<i>Cornus disciflora</i> Ses. & Moc. ex. D.C.				*	*		
<i>Cornus excelsa</i> HBK.					*		
CRASSULACEAE.							
<i>Echeveria coccoinea</i> (Cav.) DC	*						
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schl.	*	*			*		
<i>Echeveria secunda</i> Booth.	*				*		
<i>Echeveria subrigida</i> (Rob. Et Seaton) Rose	*						
<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. et Sessé	*						
<i>Sedum gregii</i> Hemsl.	*	*		*	*		
<i>Sedum minimum</i> Rose.				*			
<i>Sedum moranense</i> HBK. <i>ssp. moranense</i> .	*				*		
<i>Sedum praealtum ssp. parvifolium</i> Clausen.	*	*		*	*		
<i>Tillaea sanguinoides</i> Maxim.			*				
<i>Villadia batesii</i> (Hemsl.) Baehni & Macbr.	*			*			
<i>Villadia elongata</i>	*						
<i>Villadia jurgenseni</i> (Hemsl.) Jacobs.	*		*				
<i>Villadia mexicana</i>	*						
<i>Villadia parvifolia</i> (Hemsl.) Rose	*		*				
CRUCIFERAE.							
<i>Cardamine flaccida</i> Cham. & Schl.				*			
<i>Cardamine obliqua</i> Hochstetter var. <i>stylosa</i> .				*			
<i>Descurainia impatiens</i> (Cham & Schl.) O.E. Sculz.				*		*	
<i>Draba hidalgensis</i> Calderon.				*			
<i>Eruca sativa</i> Mill.				*			

<i>Erysimum capitatum</i> (Douglas) Greene.			*				
<i>Halimolobos berlandieri</i> (Fourn.) Schulz.			*	*			
<i>Lepidium oblongum</i> Small.				*			
<i>Lepidium schaffneri</i> Thell.		*		*			
<i>Lepidium virginicum</i> L.		*	*				
<i>Pennellia longifolia</i> (Benth.) Rollins.		*			*		
<i>Pennellia pantsns</i> (Schulz) Rollins.					*		*
<i>Romanschulzia</i> (D.C.) Rollins.				*			
<i>Rorippa mexicana</i> (Moc. et Sessé) Standl. et Steyerl.		*					
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Schinz. & Thell.		*					
CUCURBITACEAE							
<i>Microsechium helleri</i> (Peyr.) Cogn.					*		
<i>Sicyos parviflorus</i> Willd.							*
ERICACEAE.							
<i>Arbutus glandulosa</i> Mart. & Gal.				*	*		
<i>Arbutus xalapensis</i> HBK.				*	*		
<i>Arctostaphylos discolor</i> (Hook.) D.C.				*	*		
<i>Arctostaphylos pungens</i> HBK.				*	*		
<i>Pernettya ciliata</i> (Schlecht & Cham.) Small.				*	*		
<i>Vaccinium confertum</i> HBK.				*	*		
<i>Vaccinium geminiflorum</i> HBK.				*			
EUPHORBIACEAE.							
<i>Acalypha brevicaulis</i> Müll. Arg.			*				
<i>Croton ehrebergii</i> Schltl.			*				
<i>Chiropetalum schiedeanaum</i> (Muell. Arg.) Pax.					*		
<i>Euphorbia anychioides</i> Boisson.			*				

<i>Euphorbia chamaesula</i> Boiss.							
<i>Euphorbia furcillata</i> HBK. var. <i>furcillata</i>				*	*		
<i>Euphorbia macropus</i> (Kl.et Garce) Boisson.			*				
<i>Euphorbia stictospora</i> Engelm.							*
<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	*						
FAGACEAE.							
<i>Quercus affinis</i> Scedw.				*	*		
<i>Quercus crassifolia</i> H. & B.					*		
<i>Quercus crassipes</i> H. & B.			*		*		
<i>Quercus laurina</i> H.& B.			*	*	*		
<i>Quercus mexicana</i> H. & B.			*	*	*		
<i>Quercus rugosa</i> Nee.				*	*		
GARRYACEAE.							
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.			*	*			
GENTIANACEAE.							
<i>Centaurium chironioides</i> (Griseb.) Druce.			*		*		
<i>Gentiana bicuspidata</i> (G. Don.) Brig.				*	*		
<i>Gentiana spathacea</i> HBK.			*		*		
<i>Gentianella amarella</i> ssp. <i>mexicana</i> (Griseb) Gillett					*		
<i>Halenia brevicornis</i> (HBK.) G. Don.			*	*	*		
<i>Halenia plantaginea</i> (HBK) Girseb.			*	*			
GERANIACEAE.							
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L. Hérit.				*			*
<i>Geranium aristisepalum</i> Moore					*		*
<i>Geranium bellum</i> Rose.				*	*		
<i>Geranium potentillaefolium</i> D.C.			*	*	*	*	*

<i>Geranium schiedeanum</i> Schl.			*	*	*		
<i>Geranium seemanii</i> Peyr.			*	*	*		
GUTIFERAE.							
<i>Hypericum silenoides</i> Juss. var. <i>silenoides</i> .					*		
HIDROPHYLLACEAE.							
<i>Nama dichotomum</i> (Ruiz y Pavón) Choisy var. <i>dicotomun</i>							*
<i>Phacelia coulteri</i> Greenm.							*
<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.					*	*	
LABIATAE.							
<i>Agastache mexicana</i> (HBK) Lint & Epling.			*	*	*		
<i>Cunila lythrifolia</i> Benth.				*	*		
<i>Hedeoma piperitum</i> Benth.			*	*	*		*
<i>Lepechina caulescens</i> (Ort.) Epl.							
<i>Lepechina schiedeana</i> (Schl.) Vatke.			*	*	*		
<i>Marrubium vulgare</i> L.		*					
<i>Prunella vulgaris</i> L.					*		*
<i>Salvia amarissima</i> Ort.			*				*
<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.		*			*		*
<i>Salvia elegans</i> Vahl.				*	*		
<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl.				*			
<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.					*		
<i>Salvia keerlii</i> Benth.		*					
<i>Salvia laevis</i> Benth.		*					*
<i>Salvia mexicana</i> L. var. <i>mexicana</i>		*			*		*
<i>Salvia microphylla</i> HBK.		*	*	*	*		*
<i>Salvia mocinoi</i> Benth.					*		
<i>Salvia pantes</i> Cav.			*		*		
<i>Salvia polystachya</i> Ort.					*		*

<i>Scutellaria caerulea</i> Sessé & Moc.			*		*		
<i>Stachys agraria</i> Cham & Schl.				*	*		
<i>Stachys coccinea</i> Jacq.		*	*	*	*		*
<i>Stachys eriantha</i> Benth.				*	*		
<i>Stachys nepetifolia</i> Desf.		*		*	*		
<i>Stachys parvifolia</i> Martens & Galeotti.		*		*	*		*
LAURACEAE.							
<i>Litsea glaucescens</i> HBK.				*	*		
LEGUMINOSAE.							
<i>Astragalus guatemalensis</i> var. <i>lozani</i> Jones.				*	*		
<i>Astragalus lyonnetii</i> Barneby.			*	*			
<i>Astragalus mollissimus</i> var. <i>irolanus</i> (Jones) Barby.			*				
<i>Astragalus nuttallianus</i> var. <i>austrinus</i> (Small.) Barneby							*
<i>Astragalus strigosus</i> HBK.				*			
<i>Astragalus tolucanus</i> Rob. & Seaton.		*		*	*		
<i>Cologania angustifolia</i> Kunth			*				
<i>Cologania biloba</i> (Lindl.) Nich.							*
<i>Cologania rufescens</i> Rose.			*		*		
<i>Dalea bicolor</i> H. & B.		*	*				
<i>Dalea lutea</i> (Cav.) Willd.				*			*
<i>Dalea minutifolia</i> (Rydb.) Harms			*				
<i>Dalea sericea</i> Lag.		*	*				
<i>Desmodium callilepis</i> Hermsl.			*				
<i>Desmodium grahamii</i> Gray.			*		*		*
<i>Erythrina leptorhiza</i> DC.			*				
<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schl.				*			
<i>Lupinus ehrenbergii</i> Schl.				*			
<i>Lupinus elegans</i> HBK.					*		
<i>Lupinus exaltatus</i> Zucc. R.							*

<i>Lupinus filicaulis</i> C.P. Smith.				*			
<i>Lupinus montanus</i> HBK.					*		
<i>Lupinus aff. versicolor</i> Sweet.				*			
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.		*			*		
<i>Pahaseolus coccineus</i> L. ssp. <i>formosus</i> .		*		*	*		
<i>Pahaseolus coccineus</i> ssp. <i>obvallatus</i> Schl.				*			
<i>Phaseolus pedicellatus</i> Benth.			*				
<i>Phaseolus formosus</i> HBK.					*		
<i>Senna multiglandulosa</i> L.							*
<i>Trifolium amabile</i> HBK.					*		
<i>Trifolium mexicanum</i> Hemsl.			*	*	*		*
<i>Vicia humilis</i> HBK.			*	*	*		
<i>Vicia pulchella</i> HBK.		*		*	*		*
LENTIBULARIACEAE.							
<i>Pinguicula acuminata</i> Benth.					*		
<i>Pinguicula crassifolia</i> Zamudio.				*			
<i>Pinguicula macrophylla</i> HBK.				*			
<i>Pinguicula Moranensis</i> HBK.					*		
LOGANIACEAE.							
<i>Buddleia cordata</i> HBK. ssp. <i>cordata</i> .				*	*		*
<i>Buddleia parviflora</i> HBK.			*	*			
<i>Spigelia logiflora</i> Sessé & Moc.				*			
LORANTHACEAE.							
<i>Arceuthobium globosum</i> Sessé et Moc.	*						
<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Willd.) Presl. ssp. <i>vaginatum</i>	*						
<i>Phoradendron brachystachium</i> DC Nutt.	*						
<i>Phoradendron galeotti</i> Trel.	*						



<i>Phoradendron shumanii</i> Trei.	*						
<i>Phoradendron velutinum</i> (D.C.) Nutt.	*		*				
LYTHRACEAE.							
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.		*		*	*		
NYTAGINACEAE							
<i>Mirabilis longiflora</i> L.		*					
MALVACEAE.							
<i>Kearnemalvastrum lacteum</i> (Ait.) Bates.							*
OLEACEAE.							
<i>Menodora helianthemoides</i> H. & B. var. <i>helianthemoides</i> .			*				*
ONAGRACEAE.							
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf. ssp. <i>ciliatum</i> .		*	*				*
<i>Fuchsia microphylla</i> HBK. ssp. <i>microphylla</i> .				*			
<i>Fuchsia thymifolia</i> HBK. ssp. <i>thymifolia</i> .			*	*	*		
<i>Lopezia racemosa</i> Cav. ssp. <i>racemosa</i> .				*	*		
<i>Gaura coccinea</i> Pursh.		*					
<i>Gaura mutabilis</i> Cav.		*					
<i>Oenothera deserticola</i> (Loes.) Muniz.				*			
<i>Oenothera epilobiifolia</i> ssp. <i>cuprea</i> (Schl.) Raven & Parnell.				*			
<i>Oenothera rosea</i> L' Her ex. Ait.					*		*
<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex. Spreng.			*		*		*
<i>Oenothera purpussi</i> Munz.					*		
<i>Oenothera rosea</i> L' Her ex. Ait.		*	*	*	*		
<i>Oenothera tetraptera</i> Cav.		*					

OROBANCHACEAE.							
<i>Conopholis alpina</i> (Rose) Knuth.					*		
<i>Conopholis mexicanus</i>	*						
OXALIDACEAE.							
<i>Oxalis albicans</i> HBK. ssp. <i>albicans</i> .				*			
<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Knuth.				*			
<i>Oxalis corniculata</i> L.			*				*
<i>Oxalis decaphylla</i> HBK.				*			*
<i>Oxalis hernandessi</i> D.C.				*			*
<i>Oxalis jacquiniana</i> HBK.				*	*		*
<i>Oxalis lunulata</i> Zucc.							*
PHYTOLACACEAE.							
<i>Phytolacca icosandra</i> L.			*	*			
PIPERACEAE.							
<i>Peperomia campyloptropa</i> Hill.	*		*		*		
<i>Peperomia galioides</i> HBK.				*			
<i>Peperomia hintonii</i> Yuncker.	*			*			
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A. Dietr.				*			
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) HBK.				*			
PLANTAGINACEAE.							
<i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>hirtella</i> (HBK.) Rahn..				*	*		*
<i>Plantago lanceolata</i> L.				*			
<i>Plantago linearis</i> var. <i>mexicana</i> (link.) Pilger.					*		*
PLUMBAGINACEAE.							
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss							*

POLEMONIACEAE.							
<i>Ipomopsis pinnata</i> (Cav.) V.E. Grant		*					
<i>Loeselia</i> ssp.							*
<i>Polemonium grandiflorum</i> Benth.				*			
POLYGALACEAE.							
<i>Monnina ciliota</i> D.C.				*	*		
<i>Polygala mexicana</i> Moc.					*		*
<i>Polygala myrtilloides</i> Willd.		*	*	*			
POLYGONACEAE.							
<i>Polygonum aviculare</i> L.				*	*		
<i>Polygonum punctatum</i> Ell. var. <i>ciliatum</i> . Small.				*			
<i>Rumex acetosella</i> L.				*			*
<i>Rumex obtusifolius</i> L.				*			
PORTULACACEAE.							
<i>Calandrina micrantha</i> Schl.				*			
<i>Claytonia perfoliata</i> Donn.				*			
<i>Portulaca oleraceum</i>	*						
<i>Portulaca pilosa</i> L.	*						
PRIMULACEAE.							
<i>Anagalis arvensis</i> L.				*			*
<i>Centunculus minimus</i> L.				*			
PYROLACEAE.							
<i>Chimaphila maculata</i> (L.) Pursh.				*			
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Pursh.				*	*		

<i>Monotropa hypopithys</i> L.	*			*	*		
<i>Monotropa uniflora</i> L.	*			*	*		
RANUNCULACEAE.							
<i>Aquilegia skinneri</i> Hook.				*			
<i>Clematis dioica</i> L.				*			
<i>Delphinium pedatisectum</i> Hemsl.			*	*	*		
<i>Ranunculus dichotomus</i> Moc. & Sessé.			*				*
<i>Ranunculus flageliformis</i> J. E. Smith.				*			
<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>arsenei</i> (Benson) Duncan.					*		*
<i>Ranunculus petiolaris</i> HBK var. <i>petiolaris</i> .				*			
<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>sierra-orientalis</i> (Benson).				*			
<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>trahens</i> Duncan.					*		
<i>Ranunculus praemorsus</i> var. <i>amellus</i> (Briq.) Duncan.			*	*			*
<i>Thalictrum pubigerum</i> Benth.				*			
<i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.			*		*		
RHAMNACEAE							
<i>Adoliphis infesta</i> (HBK) Meins.		*					
<i>Ceanothus buxifolius</i> Willd			*	*	*		
<i>Ceanothus coeruleus</i> Lag.			*	*	*		
<i>Rhamnus serrata</i> Schultes var. <i>serrata</i>					*		
ROSACEAE.							
<i>Acaena elongata</i> L.			*	*	*		*
<i>Alchemilla aphanoides</i> var. <i>subalpestris</i> (Rose) Perry.					*		
<i>Alchemilla pectinata</i> HBK.				*			
<i>Alchemilla pringlei</i> Fedde.			*	*	*		
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.			*		*		
<i>Alchemilla vetulina</i> Wats.				*			

<i>Amelachier denticulata</i> (HBK) Koch.			*				*
<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C. Schneid.				*	*		
<i>Crataegus pubescens</i> (HBK) Steud.				*	*		
<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke.							*
<i>Fragaria mexicana</i> Schl.		*		*	*	*	
<i>Potentilla candicans</i> H.& B.							*
<i>Potentilla ranunculoides</i> H. & B.				*			
<i>Potentilla rubra</i> Willd.				*			
<i>Potentilla staminea</i> Rydb.				*	*		
<i>Prunus serotinea</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh.			*	*	*		
<i>Rosa montezumae</i> HB			*				
<i>Rubus liebmanii</i> Focke.				*	*		
<i>Ruus pringlei</i> Rydb.					*		
RUBIACEAE.							
<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) HBK.		*					
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.		*	*			*	*
<i>Crusea diversifolia</i> (HBK.) Anderson.			*		*		*
<i>Didymaea alsinoides</i> (Schl. & Cham.) Standl.					*		
<i>Galium aschenbornii</i> Schauer.					*		
<i>Galium mexicanum</i> (HBK)			*				
<i>Galium praetermissum</i> Greenm.				*		*	
<i>Galium seatonii</i> Greenm.				*			
<i>Galium uncinulatum</i> D.C.			*		*		
<i>Hedyotis pygmaea</i> Roem. & Schult.		*		*			
<i>Relbunium microphyllum</i> (Gray) Helms.			*				
<i>Richardia tricocca</i> ssp. <i>tetracoca</i> (Mart.& Gal.) Lewis & Olver.					*		
SALIACACEAE.							
<i>Salix oxylepis</i> Schn.			*	*	*		

SAXIFRAGACEAE.							
<i>Heuchera orizabensis</i> Hemsl.				*	*		
<i>Philadelphus mexicana</i> Schl.					*		
<i>Ribes affine</i> HBK.					*		
SCROPHULARIACEAE.							
<i>Bacopa procumbens</i> (Mill.) Greenm.			*				
<i>Calceolaria mexicana</i> Benth.							
<i>Castilleja lithospermoides</i> HBK.			*		*		*
<i>Castilleja moranensis</i> HBK.		*	*	*			
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.					*		*
<i>Lamauroxia dasyantha</i> (Cham. & Schl.) Ernst.		*					*
<i>Lamauroxia rhinanthifolia</i> HBK.			*		*		*
<i>Limosella aquatica</i> L.							
<i>Maurandya anthirrhiniflora</i> (HB) ex. Willd.		*					
<i>Mimulus glabratus</i> HBK.				*			
<i>Pedicularis canadensis</i> L.				*			
<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.)Roth		*					
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.			*			*	*
<i>Penstemon gentianoides</i> (HBK.) Poir.				*			
<i>Penstemon hartwegii</i> Benth.				*	*		
<i>Penstemon roseus</i> (Sweet.) G. Don Benth			*	*	*		
<i>Seymeria decurva</i> Benth.		*			*		
<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex. Lf.) O. Kuntze.				*	*		
<i>Silvia prostrata</i> Benth.			*		*		*
<i>Veronica peregrina ssp. xalapensis</i> (HBK) Pennell.							
<i>Veronica persica</i> Poir.				*			

SOLANACEAE.							
<i>Cestrum roseum</i> HBK.							
<i>Datura stamonium</i> L.		*		*			
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav) J. L. Gentry				*			
<i>Nectouxia formosa</i> HBK.							
<i>Physalis chenopodifolia</i> Lam.				*			
<i>Physalis orizabae</i> Dum.					*		*
<i>Physalis philadelphica</i> Lam. var. <i>philadelphica</i> .				*			
<i>Physalis stapelioides</i> (Regel) Bitter.				*	*		
<i>Solanum appendiculatum</i> H. & B. ex. Dunal.					*		
<i>Solanum cardiophyllum</i> Lindl. var. <i>cardiophyllum</i>				*			
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.							*
<i>Solanum corybosum</i> Jacq.			*				
<i>Solanum demissum</i> Lindl.				*			
<i>Solanum marginatum</i> L. f.				*			
<i>Solanum monizianum</i> Dunal.				*			
<i>Solanum aff. muricantum</i> Aiton.				*			
<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal.			*				*
<i>Solanum rostratum</i> Dunal.				*			
<i>Solanum stoloniferum</i> Schl.			*	*	*		
<i>Solanum verrucosum</i> Schl.			*		*		
<i>Solanum vallis-mexici</i> Juz.				*			
UMBELIFERAE.							
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell.				*	*		
<i>Arracacia aegopodioides</i> (HBK.) Coult. & Rose.			*	*	*		
<i>Arracacia toluensis</i> var. <i>multifida</i> (Wats.) Math. & Const.				*			
<i>Daucus montanus</i> H. & B.		*		*			*
<i>Eryngium bonplandii</i> Delar. f.				*	*		
<i>Eryngium carlinae</i> Delar. f.			*	*	*	*	*

<i>Eryngium deppeana</i> Cham. & Schl.				*			
<i>Eryngium monocephalum</i> Cav.				*	*		
<i>Eryngium serratum</i> Cav.		*	*				*
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Cham.				*			
<i>Osmorizha mexicana</i> Griseb.				*			
<i>Prionosciadium thapsoides</i> (D.C.).		*		*			*
<i>Rhodosciadium toluicense</i> (HBK.) Math.					*		
<i>Sanicula liberta</i> Cham.				*			
<i>Tauschia humilis</i> Coult. & Rosé.				*			
<i>Tauschia moorei</i> Const. & Affolter.				*			
<i>Tauschia nudicaulis</i> Schl.				*			
URTICACEAE.							
<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl.				*			
<i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh.				*			
<i>Urtica dioica</i> var. <i>angustifolia</i> (Ledeb.) Wedd.			*				
<i>Urtica subincisa</i> Benth.				*			
VALERIANACEAE.							
<i>Valeriana densiflora</i> Benth. var. <i>densiflora</i>				*			
<i>Valeriana edulis</i> ssp. <i>procera</i> (HBK.) Mey.		*					
<i>Valeriana sorbifolia</i> HBK var. <i>sorbifolia</i>		*	*	*	*		
<i>Valeriana sorbifolia</i> var. <i>barbereifolia</i> (Mart. & Gal.) F. G. Meyer.			*	*	*		
<i>Valeriana sorbifolia</i> var. <i>mexicana</i> (D. C.) F. G. Meyer.		*		*			
<i>Valeriana vaginata</i> HBK.			*	*	*		
VERBENACEAE.							
<i>Lippia umbellata</i> Cav.					*		
<i>Verbena bipinatifida</i> Nutt.					*		
<i>Verbena carolina</i> L.					*		
<i>Verbena elegans</i> HBK.			*	*	*		*



<i>Verbena recta</i> HBK.				*			
<i>Verbena teucrifolia</i> Mart. & Gal.			*	*	*		*
VIOLACEAE.							
<i>Viola ciliata</i> Schl.				*			
<i>Viola humilis</i> HBK				*			
<i>Viola painteri</i> Rose & House.				*	*		
<i>Viola pringlei</i> Rose				*			
MONOCOTYLEDONEAE.							
AMARYLLIDACEAE.							
<i>Agave filifera</i> Salm.			*	*	*		
<i>Agave lechuguilla</i> Tor.	*	*					
<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i> (Trel. Gentry).	*	*	*		*		
<i>Beschorneria yuccoides</i> C. Koch. ssp. <i>yuccoides</i> .				*			
<i>Furcraea bedinghausii</i> C. Koch.	*				*		
<i>Hypoxis mexicana</i> Schultes.				*	*		
<i>Sprekelia formosissima</i> (L.)Herb.		*					
<i>Zephyranthes brevipes</i> (Baker) Standl.				*	*		*
<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub.				*	*		
<i>Zephyranthes sessilis</i> Herb.			*	*	*		
BROMELIACEAE.							
<i>Hechtia podantha</i> Mez.	*						
<i>Tillandsia bethamiana</i>	*						
<i>Tillandsia erubescens</i> Schl.			*		*		
<i>Tillandsia recurbata</i> (L.)L.	*	*			*		
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.)L.	*		*				
<i>Tillandsia violaceae</i> Bak.	*				*		

COMMELINACEAE.							
<i>Commelina coelestis</i> Willd.					*	*	*
<i>Commelina dianthifolia</i> D. C.				*	*		*
<i>Commelina orchioides</i> Booth.			*		*		*
<i>Commelina pallida</i> Willd.					*		*
<i>Commelina pulchella</i> (HBK.) Raf.				*	*		
<i>Commelina tuberosa</i>			*				
<i>Gibasis pulchella</i> (HBK) Raf.			*				
<i>Tradescantia crassifolia</i> var. <i>acaulis</i> C. B. Clarke.	*	*	*	*	*		*
<i>Tradescantia purpurascens</i> (Schauer) Handlos ssp. <i>purpuscens</i> .				*			*
<i>Weldenia candida</i> Schultes f.				*			*
CYPERACEAE.							
<i>Bulbostylis juncoides</i> (Vahl.) Kükenth.					*		*
<i>Carex boliveiensis</i> Van Heurck & Muell. Arg.				*			
<i>Carex brunnipes</i> Rznicek.				*			
<i>Carex echinata</i> Murray ssp. <i>towensendii</i> (Mackenzie) Reznicek.				*			
<i>Carex longicaulis</i> Bosck.			*		*	*	*
<i>Carex peucophila</i> Holm.			*	*	*		
<i>Carex psilocarpa</i> Steud.				*			
<i>Carex tuberculata</i> Liebm.				*			
<i>Carex xalapensis</i> Kunth.					*		*
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.				*	*		
<i>Cyperus calderoniana</i>			*				
<i>Cyperus hermafroditus</i> (Jacq.) Standl.					*		*
<i>Cyperus niger</i> Ruiz y Pavon		*		*	*		*
<i>Cyperus sesleroides</i> HBK.					*		*
<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kükenth.				*	*		*
<i>Cyperus spectabilis</i> Link.			*		*		*
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schuit.				*			*
<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunt. var. <i>montevidensis</i> .				*	*	*	*

<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunt. f. <i>dombeyana</i> .				*			
<i>Rhynchospora kunthii</i> Ness.				*			*
ERIOCAULACEAE.							
<i>Eriocaulon microcephalum</i> HBK				*			
GRAMINEAE.							
<i>Aegopogon cenchroides</i> H & B.		*		*	*		*
<i>Aegopogon tenellus</i> (D. C.) Trin.				*	*		*
<i>Agrostis bourgaei</i> Fourn.				*			
<i>Agrostis ghiesbreghtii</i> Fourn.				*			
<i>Agrostis perennans</i> (Walt.) Tuckerm.					*		
<i>Agrostis scabra</i> Wild.				*			*
<i>Agrostis schaffneri</i> Fourn.				*	*		
<i>Agrostis semiverticillata</i> (Forsk.)C.Chr.			*				
<i>Agrostis tolucensis</i> HBK				*			
<i>Andropogon barbinodis</i> var. <i>perforatus</i> (Trin.) Comb.		*		*			
<i>Aristida adscensionis</i> L.			*				
<i>Blepharoneuron tricholepis</i> (Torr.) Nash.				*			
<i>Bouteloua gracilis</i> (HBK.) Lag.			*				*
<i>Bouteloua simplex</i> Lag.							*
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schuil.) Link.					*		*
<i>Briza subaristata</i> Lam.			*		*		*
<i>Bromus anomalus</i> Rubr. ex. Fourn.					*		*
<i>Bromus carinatus</i> Hook.et Arn.			*				
<i>Bromus dolichocarpus</i> Wagon.					*		
<i>Bromus exaltatus</i> Bernh.				*	*		
<i>Buchloë dactyloides</i> (Nutt.) Egelm.			*				*
<i>Chloris sumbutica</i> (HBK)		*					

<i>Cinna poiformis</i> (HBK.) Scribn. & Merr.				*			
<i>Deschampsia elongata</i> (Hook) Munro.							*
<i>Erioneuron avenaceum</i> (HBK)Tateoka			*				
<i>Festuca amplissima</i> Rupr. ex . Fourn.			*				
<i>Hordeum vulgare</i> L.				*			
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) Beauv.			*				
<i>Lycurus phalaroides</i> HBK.			*				*
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.		*					
<i>Muhlenbergia firma</i> Beal.				*			
<i>Muhlenbergia macrotis</i> (Piper.) Hitch.			*		*		
<i>Muhlenbergia microsperma</i> (DC)Kunth		*					
<i>Muhlenbergia pubescens</i> (HBK.) A. Hitch.				*			
<i>Muhlenbergia pusilla</i> Steud.			*	*	*		
<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (HBK.) Kunth.				*			
<i>Muhlenbergia ramulosa</i> (HBK.) Swallen.				*	*		
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i> (HBK.) Kunth.							*
<i>Muhlenbergia versicolor</i> Swallen					*		
<i>Panicum bulbosum</i> (HBK)			*				
<i>Panicum sphaerocarpon</i> Ell.				*			
<i>Paspalum distichum</i> L.		*					
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (HBK.) Hitch.		*		*	*		
<i>Piptochaetium virescens</i> (HBK.) Parodi.				*	*		*
<i>Poa annua</i> L.					*		*
<i>Poa conglomerata</i> Rupr.							*
<i>Poa pratensis</i> L.				*	*		*
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.			*				*
<i>Sitanion longifolium</i> J.G.Sm.			*				
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.							*
<i>Stipa eminens</i> Cav.			*				
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth.			*	*	*		

<i>Stipa mexicana</i> Hitch.				*			*
<i>Trisetum altijugum</i> (Fourn.) Scribn.				*	*		*
<i>Trisetum deyeuxioides</i> (HBK.) Kunth.							*
<i>Trisetum irazuense</i> (Kuntze) Hitch.					*		
<i>Trisetum kochianum</i> Hern. Terr.			*				
<i>Trisetum spicatum</i> (L.) Richt.							*
<i>Trisetum virlettii</i> Fourn.					*		
<i>Vulpia myuros</i> (L.) Gmel.				*	*	*	
IRIDACEAE.							
<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca.							*
<i>Sisyrinchium scabrum</i> Schl. & Cham.					*		*
<i>Sisyrinchium schaffneri</i> Wats.				*	*		*
<i>Sisyrinchium tenuifolium</i> H. & B. ex. Willd.			*	*	*		
<i>Sisyrinchium toluense</i> Peyr.					*		*
<i>Tigridia alpestris</i> Molseed ssp. <i>alpestris</i> .				*			
<i>Tigridia martinezii</i> Calderón				*			
<i>Tigridia pavonia</i> (L. f.) D. C.				*	*		
JUNCACEAE.							
<i>Juncus aemulans</i> Liebm.				*			
<i>Juncus articus</i> var. <i>mexicanus</i> (Willd.) Balslev.		*		*			*
<i>Juncus ebreactatus</i> Liebm.		*		*			*
<i>Juncus imbricatus</i> Laharpe.			*		*		*
<i>Juncus liebmanni</i> Macbr. var. <i>liebmannii</i> .				*	*		
<i>Juncus tenuis</i> var. <i>platycaulos</i> (HBK.) Buch.			*	*			
<i>Luzula caricina</i> E. Mey.				*			*
<i>Luzula denticulata</i> Liebm.				*			

LILIACEAE.							
<i>Allium glandulosum</i> Link. & Otto.				*			*
<i>Allium stoloniferum</i> Ownbey & Jacobson.				*			
<i>Aloe vera</i> L.	*	*					
<i>Calochortus barbatus</i> (HBK.) Painter.			*	*			
<i>Calochortus exilis</i> Painter.				*			
<i>Dasyilirion acrotriche</i> (Schiede) Zucc.	*	*		*			
<i>Echeandia flavescens</i> (Shultes & Shultes f.) Cruden.			*	*	*		
<i>Nolina parviflora</i> (HBK.) Hemsl.				*			
<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britt.				*			*
<i>Smilax moranensis</i> Martens et Galeotti			*				
<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	*	*					
ORQUIDACEAE.							
<i>Bletia reflexa</i> Lindl.				*	*		
<i>Corallorhiza ehrenbergii</i> Rehb. f.				*			
<i>Corallorhiza involuta</i> Greenm.				*	*		
<i>Carallorhiza maculata</i> Raf.			*	*	*		
<i>Corallorhiza odontorhiza</i> (Willd.) Nutt.				*			
<i>Corallorhiza spp.</i>	*						
<i>Geovenia purpusii</i> Schltr.			*				
<i>Habenaria guadalajarana</i> Wats.							*
<i>Liparis draculoides</i> Greenwood.				*			
<i>Malaxis corymbosa</i> (Wats.) Kuntze.			*	*			
<i>Malaxis ehrenbergii</i> (Wats.) Kuntze.			*	*			
<i>Malaxis ehrenbergii</i> var. <i>platyglossum</i> (Rob. & Greenm.) L. O. Wms.				*	*		
<i>Malaxis fastigiata</i> (Reichb. f.) Kuntze.			*		*		*
<i>Malaxis macrostachya</i> (Llave & Lex.) Kuntze.				*			
<i>Malaxis rosei</i> Ames.				*	*		
<i>Malaxis streptopetala</i> (Rob. & Greenm.) Ames.				*	*		
<i>Malaxis tenuis</i> (Wats.) Ames.				*			

<i>Malaxis unifolia</i> Michx.				*	*		
<i>Spiranthes aurantiaca</i> (Llave & Lex.) Hemsl.	*				*		*
<i>Spiranthes densiflora</i> C.Scweinf.			*				
<i>Spiranthes llaveana</i> Lindl. var. <i>llaveana</i> .				*			
<i>Spiranthes llaveana</i> var. <i>violacea</i> (Rich & Gal.) Ames& Correll.							
POTAMOGETONACEAE.							
<i>Potamogeton pusillus</i> L. var. <i>pusillus</i>				*			
	MR	MM	BJ	BA	BQ	MJ	P

## Anexo 2.

Matorral de Rosetófilo	MR
Matorral de Micrófilo	MM
Bosque de <i>Juniperus deppeana</i>	BJ
Bosque de <i>Abies</i>	BA
Bosque de <i>Quercus</i>	BQ
Matorral de <i>Juniperus monticola</i>	MJ
Pastizales	P

Tabla de preccencia / ausercia de los sitios estudiados.

Especies	MR	MM	BJ	BA	BQ	MJ	P
<i>Abies religiosa</i> (HBK.) Cham & Schl.	0	0	1	1	1	1	0
<i>Adoliphis infesta</i> (HBK) Meins.	0	1	0	0	0	0	0
<i>Agave filifera</i> Salm.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Agave lechuguilla</i> Tor.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Agave salmiana ssp. crassispina</i> (Trel. Gentry).	1	1	1	0	1	0	0
<i>Agrostis scabra</i> Wild.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Alchemilla vetulina</i> Wats.	0	0	0	1	0	1	0
<i>Alnus acuminata ssp. Glabrata</i> (Fern.) Furlow.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Aloe vera</i> L.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Anagalis arvensis</i> L.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell.	0	0	0	1	1	1	0
<i>Arbutus glandulosa</i> Mart.&Gal.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Arbutus xalapensis</i> HBK.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Arceuthobium globosum</i> Sessé et Moc.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Willd.) Presl. ssp. <i>vaginatum</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) Blane.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Arctostaphylos discolor</i> (Hook.) D.C.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Arctostaphylos pungens</i> HBK.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Astranthium xanthocomoides</i> (Less.) Larsen.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Baccharis conferta</i> BHK.	0	0	0	1	1	1	0
<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) HBK.	0	1	0	0	0	0	0
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	0	1	1	0	0	1	1
<i>Brickellia secundiflora</i> (Lag.) Gray.	0	0	0	1	1	0	1
<i>Brickellia veronicoides</i> (HBK) Gray.	0	1	0	0	0	0	0
<i>Buddleia cordata</i> HBK. ssp. <i>cordata</i> .	0	0	0	1	1	0	1
<i>Carex longicaulis</i> Bosck.	0	0	1	0	1	1	1
<i>Castilleja lithospermoides</i> HBK.	0	0	1	0	1	0	1
<i>Cercocarpus microphyllus</i> C. Schneid.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Chaptalia seemannii</i> Sch. Bip.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cirsium jurullense</i> (HBK.) Spreng. ssp. <i>Jorullense</i> .	0	0	0	1	0	1	0
<i>Cirsium jurullense</i> (HBK.) Spreng.	0	0	0	1	0	1	0
<i>Commelina dianthifolia</i> D. C.	0	0	0	1	1	0	1
<i>Conopholis alpina</i> (Rose) Knuth.	0	0	0	0	1	0	0
<i>Conopholis mexicanus</i>	1	0	0	0	0	0	0



<i>Corallorhiza spp.</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cornus excelsa</i> HBK.	0	0	0	0	1	0	0
<i>Coryphantha clavata</i> (Pfeiff).	1	1	0	0	0	0	0
<i>Coryphantha conifera</i> (D.C.) lem.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Coryphantha connives</i>	1	1	0	0	0	0	0
<i>Coryphantha octacantha</i> (D.C.) Britton & Rose.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Crataegus pubescens</i> (HBK) Steud.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Chimaphila umbelata</i> (L.)Pursh.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Cupressus benthamii</i> Endl. Var. <i>benthamii</i> .	0	0	0	1	0	1	1
<i>Cupressus benthamii</i> Endl. Var. <i>lindleyi</i> .	0	0	1	1	0	1	1
<i>Cyperus spectabilis</i> Link.	0	0	1	0	1	1	1
<i>Dahlia merckii</i> Lehm.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	0	0	0	0	1	1	1
<i>Dalea bicolor</i> H. & B.	0	1	1	0	0	0	0
<i>Dasylirion acrotriche</i> (Schiede) Zucc.	1	1	0	1	0	0	0
<i>Daucus montanus</i> H. & B.	0	1	0	1	0	0	1
<i>Delphinium pedatisectum</i> Hemsl.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Deschampsia elongata</i> (Hook) Munro.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Echeandia flavescens</i> (Shultes & Shultes f.) Cruden.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Echeveria coccoinea</i> (Cav.)DC	1	1	0	0	0	0	0
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schl.	1	0	0	0	1	0	0
<i>Echeveria spp.</i>	1	0	0	0	1	0	0
<i>Echeverria secunda</i> Booth.	1	0	0	0	1	0	0
<i>Echinocereus spp.</i>	1	1	0	0	0	0	0
<i>Echinocereus cinerascens</i> (D.C.) Forst. & Rümpl.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Echinofossulocactus coptogonus</i> (Lem.) Lawr.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Echinofossulocactus heteracantus</i> (Mühl.)Britton et Rose	1	0	0	0	0	0	0
<i>Echinofossulocactus phyllacanthus</i> (Martius) Lawr.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Eryngium serratum</i> Cav.	0	1	1	0	0	0	1
<i>Eupatorium espinosarum</i> Gray.	0	1	0	0	0	0	1
<i>Eupatorium hidalgense</i> Rob.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Euphorbia furcillata</i> HBK. var. <i>furcillata</i>	0	0	0	1	1	0	1
<i>Fragaria mexicana</i> Schl.	0	1	0	1	1	1	0
<i>Fuchsia microphylla</i> HBK. ssp. <i>microphylla</i> .	0	0	0	1	0	0	0
<i>Fuchsia thymifolia</i> HBK. ssp. <i>thymifolia</i> .	0	0	1	1	1	0	0
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	0	0	1	1	0	0	0
<i>Geranium bellum</i> Rose.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Geranium potentillaefolium</i> D.C.	0	0	1	1	1	1	0
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	0	0	1	1	0	1	0
<i>Habenaria guadalajarana</i> Wats.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hechtia podantha</i> Mez.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Hedeoma piperitum</i> Benth.	0	0	1	1	1	0	1
<i>Hedyotis pygmaea</i> Roem. & Schult.	0	1	0	1	0	0	1
<i>Heuchera orizabensis</i> Hemsl.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Hieracium abscissum</i> Less. in Schl. & Cam.	0	0	0	0	1	1	0
<i>Ilex tolucana</i> Hemsl.	0	0	0	0	1	0	0
<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	1	0	0	0	0	0	0

<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	0	0	1	0	0	0	0
<i>Juniperus monticola</i> Mart. f. <i>monticola</i> .	0	0	0	1	1	1	0
<i>Kearnemalvastrum lacteum</i> (Ait.) Bates.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lamauroxia dasyantha</i> (Cham. & Schl.) Ernst.	0	1	0	0	0	0	1
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	0	0	0	0	1	1	0
<i>Lonicera mexicana</i> (HBK.) Rehder	0	0	0	1	1	0	0
<i>Mammillaria discolor</i> Haw.	1	1	0	1	0	0	0
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Mammillaria rhodantha</i> Link. & Otto. var. <i>rhodantha</i> .	1	1	0	1	0	0	0
<i>Mammillaria rutila</i> Zucc.	0	1	0	0	0	0	0
<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	1	1	0	0	1	0	0
<i>Monotropa hypopithys</i> L.	1	0	0	1	1	0	0
<i>Monotropa hypopithys</i> L.	1	0	0	1	1	0	0
<i>Monotropa uniflora</i> L.	1	0	0	1	1	0	0
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i> (HBK.) Kunth.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Myrtilocactus geometrizzans</i> (Martius) Cons.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Nama dichotomum</i> (Ruiz y Pavón) Choisy var. <i>dichotomum</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Opuntia imbricata</i> .	1	1	0	0	0	0	0
<i>Opuntia lasiacantha</i> .	1	1	0	0	0	0	0
<i>Opuntia leucotricha</i>	1	1	0	0	0	0	0
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm. Var. <i>lucens</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Opuntia robusta</i> Wendl. var. <i>robusta</i> .	1	1	1	1	0	0	0
<i>Opuntia rosea</i>	1	1	0	0	0	0	0
<i>Opuntia spinulifera</i> SD	0	1	1	0	0	0	0
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Oxalis albicans</i> HBK. ssp. <i>albicans</i> .	0	0	0	1	0	0	1
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	0	0	1	0	0	1	1
<i>Penstemon roseus</i> (Sweet.) G. Don Benth	0	0	1	1	1	0	0
<i>Pernettya ciliata</i> (Schlecht & Cham.) Small.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Phoradendron brachystachium</i> DC Nutt.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Phoradendron galeotti</i> Trel.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Phoradendron shumanii</i> Trei.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Phoradendron velutinum</i> (D.C.) Nutt.	1	0	1	0	0	0	0
<i>Physalis orizabae</i> Dum.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Piqueria pilosa</i> HBK.	0	0	0	1	1	1	0
<i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>hirtella</i> (HBK.) Rahn..	0	0	0	1	1	1	1
<i>Polygala myrtilloides</i> Willd.	0	1	1	1	0	0	1
<i>Pontentilla candicans</i> H.& B.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pontentilla ranunculoides</i> H. & B.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Portulaca oleraceum</i>	1	0	0	0	0	1	0
<i>Portulaca pilosa</i> L	1	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus serotinea</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Pseudotsuga macrolepis</i> Flous.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Quercus crassipes</i> H. & B.	0	0	1	0	1	0	0
<i>Quercus laurina</i> H.& B.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Quercus mexicana</i> H. & B.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Quercus rugosa</i> Nee.	0	0	0	1	1	0	0

<i>Ranunculus dichotomus</i> Moc. & Sessé.	0	0	1	0	0	0	1
<i>Rhodosciadium toluense</i> (HBK.) Math.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Rumex acetosella</i> L.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Salix oxylepis</i> Schn.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Salvia laevis</i> Benth.	0	1	0	0	0	0	1
<i>Salvia mexicana</i> L. var. <i>mexicana</i>	0	1	0	0	1	0	1
<i>Salvia microphylla</i> HBK.	0	1	1	1	1	0	1
<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. et Sessé	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sedum gregii</i> Hemsl.	1	1	0	1	1	1	0
<i>Sedum minimum</i> Rose.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sedum moranense</i> HBK. ssp. <i>moranense</i> .	1	0	0	0	1	0	0
<i>Sedum praealtum</i> ssp. <i>parvifolium</i> Clausen.	1	1	0	1	1	0	0
<i>Senecio angulifolium</i> D.C.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio praecox</i> (Cav.) D.C. var. <i>praecox</i> .	1	1	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium scabrum</i> Schl. & Cham.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Solanum appendiculatum</i> H. & B. ex. Dunal.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Spergularia mexicana</i> Hemsl.	0	0	0	1	0	1	0
<i>Spiranthes aurantiaca</i> (Llave & Lex.) Hemsl.	1	0	0	0	1	0	1
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	0	0	1	1	1	1	0
<i>Stenocereus marginatus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia salicifolia</i> Cav. var. <i>salicifolia</i> .	1	1	1	0	1	0	1
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> HBK.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Tigidia martinezii</i> Calderón	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tillandsia bethamiana</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tillandsia erubescens</i> Schl.	0	0	1	0	1	0	0
<i>Tillandsia recurbata</i> (L.)L.	1	1	0	0	1	0	0
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.)L.	1	0	1	0	0	0	0
<i>Tillandsia violaceae</i> Bak.	1	0	0	0	1	0	0
<i>Tradescantia crassifolia</i> C. B. Clarke.	1	1	1	1	1	0	1
<i>Tradescantia crassifolia</i> var. <i>acaulis</i> C. B. Clarke.	1	1	1	1	1	0	1
<i>Trisetum deyeuxioides</i> (HBK.) Kunth.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trisetum spicatum</i> (L.) Richt.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Urtica dioica</i> var. <i>angustifolia</i> (Ledeb.) Wedd.	0	0	1	0	0	0	1
<i>Verbena elegans</i> HBK.	0	0	1	1	1	0	1
<i>Villadia batesii</i> (Hemsl.) Baehni & Macbr.	1	0	0	1	0	0	0
<i>Villadia elongata</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Villadia jurgenseni</i> (Hemsl.) Jacobs.	1	0	1	0	0	0	0
<i>Villadia mexicana</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Villadia parvifolia</i> (Hems.)Rose	1	0	1	0	0	0	0
<i>Viola ciliata</i> Schl.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Viola painteri</i> Rose & House.	0	0	0	1	1	0	1
<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	1	1	0	0	0	0	0
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bip.	0	1	1	0	1	0	0
<i>Beschorneria yuccoides</i> C. Koch. ssp. <i>yuccoides</i> .	0	0	0	1	0	0	0
<i>Furcraea bedinghausii</i> C. Koch.	1	0	0	0	1	0	0
<i>Quercus affinis</i> Scoidw.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio albonervis</i> Greenm.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Senecio andrieuxii</i> D:C.	0	0	0	1	0	0	0

<i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Senecio barba-johannis</i> D.C.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio bellidifolius</i> HBK	0	0	0	1	0	0	0
<i>Senecio farfarus</i> Hemsl.	0	0	1	1	1	0	0
<i>Senecio peltiferus</i> Hemsl. var. <i>peltiferus</i> .	0	0	1	0	1	0	1
<i>Senecio platanifolius</i> Benth.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio praecox</i> (Cav.) D.C. var. <i>praecox</i> .	1	1	0	0	0	0	0
<i>Senecio salignus</i> D.C.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio sangusorbae</i> D.C.	0	0	0	1	1	1	0
<i>Senecio sinuatus</i> HBK.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Senecio stoechadiformis</i> D.C.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Senecio vulgaris</i> L.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Datura stamonium</i> L.	0	1	0	1	0	0	0
<i>Asclepia linara</i> Cav.	0	0	1	0	0	0	0
<i>Baccharis conferta</i> BHK.	0	0	0	1	1	1	0
<i>Baccharis heterophylla</i> BHK.	0	0	0	0	1	0	0
<i>Baccharis multiflora</i> HBK.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Baccharis pternioides</i> D.C.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Baccharis thesioides</i> (HBK)	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	0	0	1	1	1	1	0
<i>Stellaria media</i> (L.) Cyrillo.	0	0	1	1	0	0	0
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bip.	0	1	1	0	1	0	0
<i>Zaluzania megacephala</i> Sch. Bip.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Zephyranthes brevipes</i> (Baker) Standl.	0	0	0	1	1	0	1
<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub.	0	0	0	1	1	0	0
<i>Zephyranthes sessilis</i> Herb.	0	0	1	1	1	0	0

## **5. Descripción de la zona de estudio.**

### **5.1. Ubicación.**

El Parque Nacional “El Chico” junto con el lado norte de la Ciudad de Pachuca y la parte noroeste del municipio de Mineral del Monte, se localiza dentro de la sierra de Pachuca, entre los 20° 7' 2" y 20° 13' 25" de latitud Norte y los 98° 41' 30" y 98° 46' 15" de longitud Oeste, orientación MW-SE, la cuál se encuentra en el borde septentrional de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcanico Transversal (Figura.2.).

Cuenta con una topografía irregular con grandes elevaciones rocosas que cuentan con pequeñas planicies, cañadas, barrancas profundas entre otros accidentes topográficos. La Peña de las Ventanas es el punto más alto (3,086msnm) mientras que la ciudad de Pachuca es la zona más baja (2,400msnm).

En su mayor parte corresponde al Municipio de Mineral de El Chico, aunque los municipios de Pachuca y Mineral del Monte tienen una participación menor en la proporción de la superficie total del Parque la cual es de 2,739 ha.

### **5.2. Geología.**

La sierra de Pachuca tiene su origen en el Oligoceno temprano, cerca de 10 millones de años, Mooser (1975).

En general, esta sierra se caracteriza porque prácticamente todas las rocas que afloran son directa o indirectamente de procedencia volcánica, variando su composición desde riolita hasta basalto, con clara predominancia de dacita y andesita Medina y Rzedowski(1981).

De acuerdo con el INEGI(1983), el sustrato geológico del área comprendida por el Parque Nacional está formado por rocas ígneas, domina en casi toda el área la presencia de rocas ígneas extrusivas ácidas y solamente en el extremo Norte- Noroeste, donde se localiza el poblado de Mineral “El Chico” y sus alrededores se encuentra un sustrato de andesita.

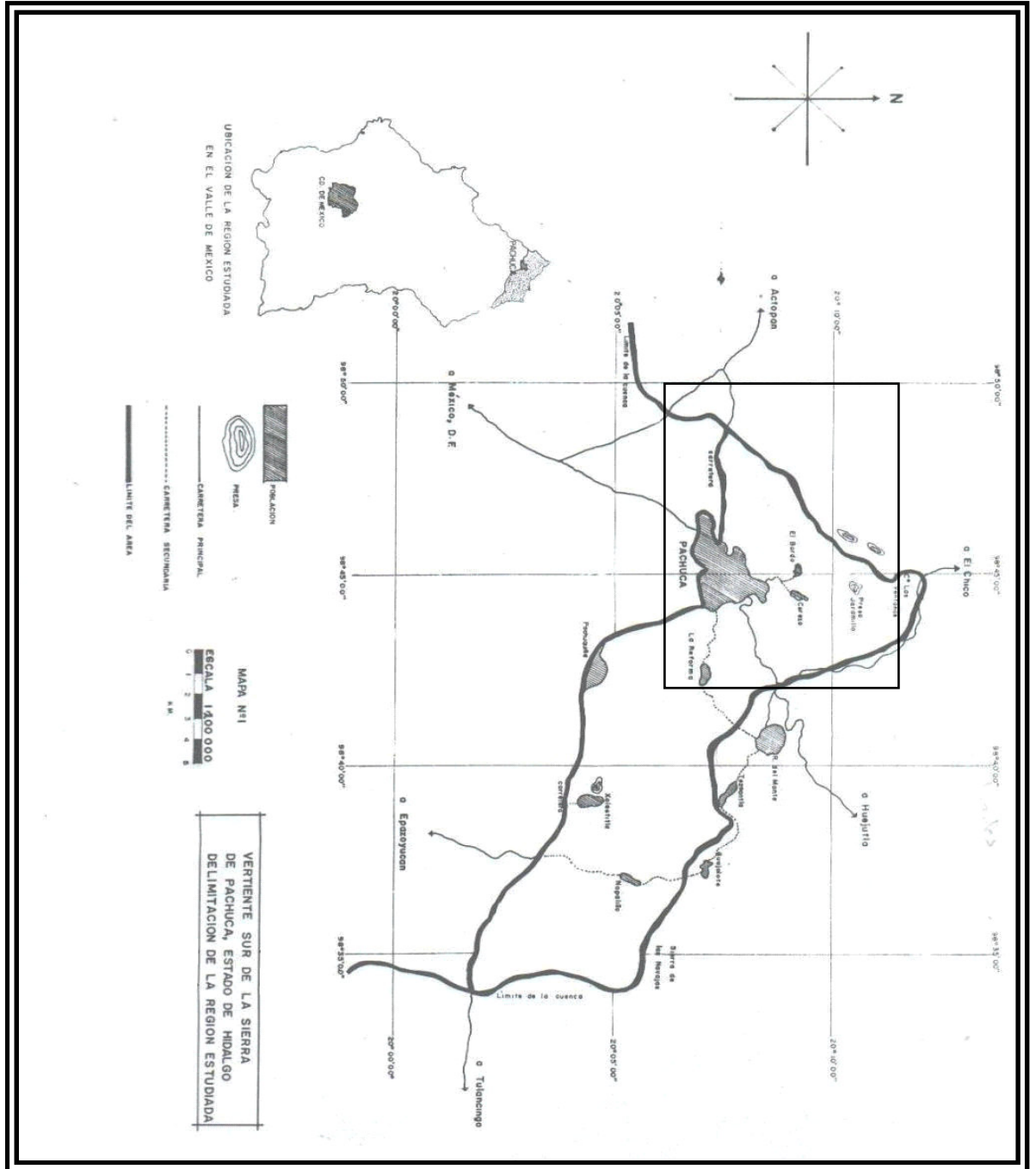


Figura 2. Localización geográfica de la zona de estudio

### **5.3. Hidrología.**

La mayor parte del parque nacional se encuentra comprendida en el interior de la cuenca hidrográfica del río Pánuco cerca de la porción limítrofe entre ésta y la parte septentrional de la gran Cuenca del Valle de México, Rzedowski, J. et al (1964). A su vez, el área presenta algunas subcuencas en su interior, así como algunos manantiales principalmente de carácter temporal, que forman varios arroyos: Los Otates, El Pescado, El Salto y el Arroyo Agua Fría.

### **5.4. Edafología.**

Según datos del INEGI (1983), los suelos del área del parque nacional son, en su mayor parte, del tipo cambisol húmico, con fase física lítica y una textura de gruesa a mediana en los primeros 30 cm superficiales, ricos en materia orgánica. Generalmente se desarrollan sobre depósitos pleistocénicos, por lo cual se trata de suelos relativamente recientes.

### **5.5. Climatología.**

El clima para la porción norte comprendida por los lugares cercanos a El Chico es de tipo C(m)b(i)g, que corresponde a templado húmedo con lluvias principalmente en verano, el cual es fresco y largo; la temperatura media anual varía de 10 a 14°C y la mínima extrema de -6 a 0.9°C. La precipitación anual fluctúa entre 600 y 1500 mm (Tabla 1). El clima de la porción sur, que comprende lugares más semejantes por condiciones de altitud al poblado de Mineral del Monte, es de tipo C (w'2)big, que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano, correspondiendo al más húmedo de los subhúmedos. Con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor a 5 °C, finalmente en el valle de la ciudad de Pachuca se presenta un clima C(m)b(1)g, muy parecido al de Real del Monte, llegan los vientos con poca o nula humedad la cual ya ha sido descargada en las partes más altas de los macizos montañosos, teniendo una precipitación media anual de 400 mm, precipitación que registra la ciudad de Pachuca, García E.(1987).

NOMBRE	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	PRECIPITACION MEDIA ANUAL MM	TIPO DE CLIMA*
Pachuca	14.0	386.8	BS <sub>1</sub> kw"ig
El Chico	14.9	1506.2	C(m)b(i')g
Real del Monte	12.1	951.5	C(2"2)big

**Tabla 1. Valores Meteorológicos (\*Según Köppen, modificado por García 1973).**